

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

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

UNIVERSITE 8 MAI 1945 GUELMA
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET SCIENCES DE LA TERRE
ET DE L'UNIVERS
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



Mémoire de Master

Domaine: Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Ecologie

Spécialité : Biodiversité et Environnement

Etude comparative des macroinvertébrés des milieux lenticques de la région de Guelma

Présenté par :

Naidja Sif Elhak

Devant le jury composé de :

Président:	Mr Attoussi Sadek MC.A	Université 8 Mai 1945 Guelma
Examineur :	Mr Bouchelaghem El Hadi MC.B	Université 8 Mai 1945 Guelma
Encadreur:	Mme Satha Yalles Amina MC.B	Université 8 Mai 1945 Guelma

Septembre 2020

REMERCIEMENTS

Je remercie avant tout Dieu le tout puissant qui m'a donné la force et la volonté pour travailler et pour réussir.

Mes respects et mes remerciements à Madame Satha Yalles Amina pour avoir assuré la direction de ce mémoire, pour sa rigueur, son soutien, ses encouragements, ses précieux conseils et sa disponibilité. Merci de m'avoir fait confiance au cours de ce travail.

Mes chaleureux remerciements vont en particulier à Monsieur Attoussi Sadek qui m'a honoré par la présidence de ce jury

Mes remerciements les plus sincères vont à Monsieur Bouchelaghem El Hadi pour avoir accepté et pris le temps d'examiner ce travail

A mes collègues de laboratoire et mes amis à qui je souhaite beaucoup de succès

Enfin, je remercie tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin dans l'accomplissement de ce travail.

Dédicaces

Je dédie ce travail à la mémoire de mon père défunt puisse t-il en être fier

A ma mère source d'amour et maintes sacrifices

A toute ma famille

A mes amis et mes camarades d'Ecologie

A tous ceux qui m'aiment et que j'aime.

A tous ceux qui liront et apprécieront ce travail.

Liste des acronymes

- **ANRH** : Agence nationale des ressources hydrique
- **C°** : Degrés Celsius.
- **Cm** : Centimètre.
- **DBO5** : Demande biologique en oxygène en 5 jours.
- **E** : Est
- **Et al** : et les autres.
- **GPS** : Global Positioning System.
- **H'** : Indice de Shannon Weiner.
- **Log** : Logarithme.
- **m** : Mètre.
- **Mg/l** : Milligramme par litre.
- **m²** : Mètre carré
- **m³** : Mètre cube.
- **mm** : Millimètre.
- **N** : Nord.
- **NTU** : Nephelometric Turbidity Units.
- **O₂** : Oxygène.
- **PCB** : Norme de qualité environnementale.
- **pH** : Potentiel hydrogène.
- **S** : Richesse spécifique.
- **SEQ-Eau** : Système d'évaluation de la qualité de l'eau des cours d'eau Européens.
- **DCE** : Directive cadre sur l'eau
- **PCB** : polychlorobiphényles
- **NQE** : normes de qualité environnementale
- **ABH** : Agence des bassins hydrographiques
- **sp** : Espèce.
- **%** : Pourcentage.
- **∑** : Somme.
- **µs/cm** : Microsiemens par centimètre.
- **Q** : le quotient pluviométrique d'Emberger
- **Cj** : Indice de Jaccard-Tanimoto
- **Km²** : Kilomètre carré
- **Hm³** : Hectomètre cube
- **Ha** : Hectares

Liste des figures:

Figure 01 : Carte de Situation Géographique du Bassin Versant de la moyenne Seybouse.....	3
Figure 02 : Carte du bassin versant da la Seybouse	5
Figure 03 : Carte du réseau hydrographique du bassin versant de la moyenne Seybouse.....	10
Figure 04 : Carte de couverture végétale du bassin de la moyenne Seybouse Guelma.....	12
Figure 05 :Représentation de la station de Al Madjen.....	13
Figure 06 :Représentation de la station de Ras Al Agba.....	14
Figure 07 :Représentation de la station de Djbala.....	15
Figure 08 :Représentation de la station de Héliopolis.....	11
Figure 09 :Représentation de la station de Mawna.....	17
Figure 10 : variation des températures moyennes mensuelles dans la station de Belkheir (2002/2018).....	18
Figure 11 : Variation des précipitations Total mensuelles à la station de Belkhir (2002/2018)...	19
Figure 12 : Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gausсен de la région de Guelma (2002/2018).....	20
Figure 13 : Situation de la région de Guelma dans le Climagramme d'Emberger (2002-2018).....	22
Figure 14 : un larve d'Ephéméroptère.....	23
Figure15 : une larve d'Ephéméroptère en face dorsale	24
Figure16 : Larve de moustique	26
Figure 17 : Différentes formes des larves des diptères	28
Figure18 : larve de Coléoptères.....	30
Figure19 : Vue dorsale de larve de Coléoptères.....	31
Figure20 : Vue dorsale de Corixidae et Notonectidae.....	33
Figure21 : Vue dorsale d'Hémiptère / Hétéroptère.....	34
Figure 22 : Vue de pièces buccales d'Hémiptère/Hétéroptère.....	35

Figure23: Variation morphologiques de la larve de Zygoptères / Anisoptères.....	38
Figure24 : Gastéropode Prosobranche vue dorsale.....	40
Figure25: Plan d'organisation schématique d'un Prosobranche	41
Figure26: Morphologie des crustacées	43
Figure27: Morphologie des crustacées (un ostracode).....	43
Figure28: larves de Trichoptère.....	45
Figure29: Morphologie des Trichoptères.....	46
Figure30: Vue ventrale des Trichoptères.....	47
Figure 31: Boites de pétri	55
Figure 32: Une loupe binoculaire.....	55
Figure 33: Boites de collections.....	55
Figure 34: pinces.....	55
Figure 35 : Formol 5%.....	55
Figure 36: Thermomètre.....	55
Figure 37: GPS 72 (Garmin)	56
Figure 38: Une épuisette.....	56
Figure 39 : a) b) c) Variations moyennes et mensuelles de la température de l'eau des cinq mares.....	57
Figure 40 : a) b) c).Variations moyennes et mensuelles de la profondeur de l'eau des cinq mare	58
Figure 41 : a) b) c).Variations moyennes et mensuelles del'oxygène dissous de l'eau des cinq mares.....	59
Figure 42 : a) b) c).Variations moyennes et mensuelles du pH de l'eau des cinq mares.....	60
Figure 43 : a) b) c).Variations moyennes et mensuelles de la conductivité de l'eau des cinqMares.....	61
Figure 44 : a) b) c).Variations moyennes et mensuelles de la turbidité	

de l'eau des cinqMares.....	62
Figure 45: a) b) c).Variations moyennes et mensuelles des Nitrites des cinq mares.....	63
Figure 46 : a) b) c).Variations moyennes et mensuelles de l'Ammonium des cinq mares.....	65
Figure 47 : a) b) c).Variations moyennes et mensuelles des Nitrates des cinq mares.....	66
Figure 48 : a) b) c).Variations moyennes et mensuelles des Orthophosphates des cinq mares.....	67
Figure 49: Abondance globale des taxa faunistiques dans les cinq mares.....	73
Figure 50 : Abondance globale des principaux taxons des macroinvertébrés.....	73
Figure 51: Abondance par station (Ephéméroptère)[a].....	74
Figure 52: Abondance par station (Hétéroptères) [b]	75
Figure 53: Abondance par station (Coléoptères)[c].....	75
Figure54: Abondance des Odonates [d] par station.....	76
Figure 55 : l'abondance des Diptères par station.....	76
Figure 56 : l'abondance par station des Mollusques[a] crustacés[b].....	77
Figure 57: Richesse spécifique des stations.....	78
Figure 58 : La Richesse mensuelle des taxa dans les 5 mares.....	79
Figure 59: Indice de Shannon et d'équitabilité dans les stations d'étude.....	80

Liste des tableaux:

Tableau 01 : Répartition des sous-bassins de la Seybouse.....	4
Tableau 02 : les barrages du bassin de la Seybouse (La région de Guelma).....	9
Tableau 03 : Retenues collinaires dans le sous bassin de la moyenne Seybouse.	9
Tableau 04 : Répartition des types de végétation par classes de superficie	11
Tableau 05 : Température moyenne mensuelle de la station de Guelma 2002/2018.....	18
Tableau 06 : Variation des précipitations moyennes mensuelles à la station de Belkhir (2002/2018).....	19
Tableau 07 : Les différents paramètres de la formule du climagramme d'Emberger d'après les données météorologiques de la station de Belkhir (2002/2018).....	21
Tableau 08 : Les différentes Super-familles et familles des Nématocères (Tachet et al. 2012)...	27
Tableau 09 : Les différentes Super-familles et familles des Brachycères	27
Tableau 10 : Infra-ordres et familles des Hémiptères	33
Tableau 11 : Les différents sous-ordres et familles des Odonates	36
Tableau12 : la morphologie de la larve de Zygoptères /Anisoptères.....	37
Tableau13 : Les sous-classes et familles des Gastéropodes	39
Tableau14 : la morphologie de Prosobranches / Pulmonés.....	40
Tableau15 : Sous-Classes, Ordres, Sous-ordres et Familles des Crustacés.....	42
Tableau16 : Rapport entre la conductivité et la minéralisation (Rodier, 1996).....	51
Tableau 17 : Classification des eaux d'après leur pH (Anonyme, 1996-2002).....	52
Tableau18 : Variations mensuelles de la température de l'eau des cinq mares.....	57
Tableau 19 : Variations mensuelles de la profondeur de l'eau des cinq mares.....	58

Tableau 20: Variations mensuelles de l'oxygène dissous de l'eau des cinq mares.....	59
Tableau 21: Variations mensuelles du pH dissous de l'eau des cinq mares.....	60
Tableau 22: Variations mensuelles de la conductivité de l'eau des cinq mares.....	61
Tableau 23: Variations mensuelles de la turbidité de l'eau des cinq mares.....	62
Tableau 24: Variations mensuelles des Nitrites des cinq mares.....	63
Tableau 25: Variations mensuelles de l'ammonium des cinq mares.....	64
Tableau 26: Variations mensuelles des Nitrates des cinq mares.....	65
Tableau 27: Variations mensuelles de Orthophosphates des cinq mares.....	66
Tableau 28: Evaluation de la pollution de l'eau des mares d'étude d'après l'ABH (ABH, 2001).....	68
Tableau 29: Evaluation de la pollution de l'eau des mares d'étude d'après la Seq-eau.....	69
Tableau 30: Evaluation de la pollution de l'eau des mares d'étude d'après la Seq-eau.....	70
Tableau 31 : Check-list des taxa faunistiques de la faune aquatique.....	72
Tableau 32: Résultats de l'Indice de Shannon sur une période de 3 mois.....	79
Tableau 33: Résultats d'équitabilité sur une période de 3 mois.....	80
Tableau 34: Indice de Jaccard-Tanimoto dans les stations d'étude.....	81

Table des matières

Remerciements	
Dédicace	
Liste des acronymes	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction	1
Chapitre 1 : Description du site d'étude	
1.1. Description du bassin versant	3
1.1.2. Les sous bassins versants de la Seybouse	5
1.1.2.1. Le sous bassin de Charef amont.....	6
1.1.2.2. Le sous bassin de Charef aval	6
1.1.2.3. Le sous bassin de l'oued Bouhamdane.....	6
1.1.2.4. Le sous bassin moyenne Seybouse.....	6
1.1.2.5. Le Bassin du Mellah.....	7
1.1.2.6. Le Bassin de la basse Seybouse.....	7
1.2. généralités sur la région d'étude.....	7
1.2.1. Les Barrages.....	8
1.2.2. Les Retenues collinaires.....	9
1.2.3. Le Couvert végétal.....	11
1.3. Description des stations d'étude.....	13
1.3.1. Haute Seybouse.....	13
1.3.2. Moyenne Seybouse.....	15
1.4. Climatologie.....	18
1.4.1. La température	18

1.4.2. Les précipitations.....	19
1.4.3. Diagramme Ombro-thermique de Bagnouls et Gausсен.....	20
1.4.4. Climagramme d'Emberger.....	21

Chapitre2 : Biologie et écologie des macroinvertébrés benthiques

2.1. Les Ephéméroptères.....	23
2.1.1.Classification.....	23
2.1.2.Morphologie.....	24
2.1.3.Biologie et écologie.....	25
2.1.4. Techniques d'identification.....	25
2.2. Les Diptères.....	25
2.2.1.Classification.....	26
2.2.2.Morphologie.....	27
2.2.3.Biologie et écologie.....	28
2.3. Les Coléoptères.....	29
2.3.1.Classification.....	29
2.3.2.Morphologie.....	30
2.3.3. Ecologie et biologie.....	31
2.4.Les Hémiptères.....	32
2.4.1. Classification.....	32
2.4.2. Morphologie.....	33
2.4.3. Ecologie et biologie.....	35
2.5. Les Odonates.....	36
2.5.1.Classification.....	36

2.5.2. Morphologie.....	37
2.5.3. Ecologie et biologie.....	38
2.6. Les Gastropodes.....	39
2.6.1. Classification	39
2.6.2. Morphologie.....	40
2.6.3. Biologie et écologie.....	41
2.7. Les crustacés.....	42
2.7.1. Classification.....	42
2.7.2. Morphologie.....	43
2.7.3. Ecologie et biologie.....	44
2.8. Trichoptères.....	44
2.8.1. Classification.....	45
2.8.2. Morphologie.....	45

Chapitre3 : Matériel et méthodes

3.1. Protocol de travail	48
3.1. 1. Matériel expérimental.....	48
3.1. 1. 1. Sur le terrain	48
3.1. 1. 2. Au laboratoire.....	48
3.1. 2. Méthode de terrain	49
3.1. 2.1 Choix des sites et rythme d'échantillonnage.....	49
3.1. 2.2. Préparation du matériel.....	49
3.1. 2.3. Sur Le terrain.....	49
3.1.3. Les paramètres physico-chimiques	50

3.1.3.1. la température	50
3.1.3.2. La conductivité	50
3.1.3.3. La turbidité	51
3.1.3.4. L'oxygène	51
3.1.3.5. Potentiel d'hydrogène	52
3.1.3.6. La profondeur	52
3.1.4. Les données faunistiques	53
3.1.4.1. L'organisation d'un peuplement	53
3.1.4.2. La structure d'un peuplement.....	53

Chapitre 4 : Résultats et discussion

4.1. Analyse des paramètres physico-chimiques	57
4.1.1. La température	57
4.1.2. La profondeur	58
4.1.3. L'oxygène dissous	59
4.1.4. Le pH	60
4.1.5. La conductivité.....	61
4.1.6. La turbidité.....	63
4.1.7. Nitrites	63
4.1.8. l'ammonium.....	64
4.1.9. Nitrates	65
4.1.10. Orthophosphates	66
4.2. Check-list des taxa faunistiques de la faune aquatique.....	72
4.2. 1. Analyse globale des taxons faunistiques dans les stations.....	72
4.2. 2. Analyse globale des macroinvertébrés benthiques.....	73

4.2. 3. Analyse qualitative et quantitative des macroinvertébrés benthiques.....	74
4.2.4. La Richesse des principaux taxa.....	77
4.2.4.1. La Richesse mensuelle en taxa	78
4.2.5. L'indice de Shannon et d'équitabilité.....	79
4.2.6. Indice de Jaccard-Tanimoto.....	81
Conclusion.....	
Références bibliographiques.....	
Résumés.....	
Glossaire.....	
Annexes.....	

Introduction

Les mares connaissent une régression importante. On estime que les deux tiers des zones humides ont disparu en France depuis le début du siècle et qu'elles continuent à disparaître au rythme d'environ 10000 Ha par an. Leur disparition menace la survie des plantes et des animaux qui vivent dans cet extraordinaire milieu aquatique. Il est donc nécessaire de les préserver .

la mare est définie comme une étendue d'eau à renouvellement généralement limité, de taille variable pouvant atteindre un maximum de 5000 m². Sa faible profondeur qui peut atteindre environ deux mètres, permet à toutes les couches d'eau d'être sous l'action du rayonnement solaire, ainsi qu'aux plantes de s'enraciner sur tout le fond. De formation naturelle ou anthropique, elle se trouve dans des dépressions imperméables, en contexte rural, périurbain voire urbain. Alimentée par les eaux pluviales et parfois phréatiques, elle peut être associée à un système de fossés qui y pénètrent et en ressortent ; elle exerce alors un rôle tampon au ruissellement. Elle peut être sensible aux variations météorologiques et climatiques, et ainsi être temporaire. La mare constitue un écosystème au fonctionnement complexe, ouvert sur les écosystèmes voisins, qui présente à la fois une forte variabilité biologique et hydrologique interannuelle. Elle possède un fort potentiel biologique et une forte productivité potentielle" (Angelibert, 2004)

- Les mares assurent de nombreux services écologiques indispensables à l'homme:

De par leurs diversités et leurs spécificités, les mares abritent tout une faune et une flore particulièrement riches. Elles offrent donc refuge, lieu de reproduction, d'alimentation et un lieu de vie à de nombreuses espèces.

- L'importance économique des mares est très grande, comme l'illustrent les services écologiques qu'elles fournissent :
 - ❖ Le rôle régulateur des eaux : dans la lutte contre l'érosion des sols, des inondations, des crues.
 - ❖ Le rôle épurateur des eaux aussi bien à l'échelle d'une petite parcelle agricole qu'à celle des têtes des bassins versants.
 - ❖ Situées à proximité des habitations, des exploitations agricoles ou d'axes routiers les mares accomplissent les fonctions d'abreuvoirs, d'ornements, de réservoirs d'eau contre les incendies, de bassins de retenue, etc .

La présente étude s'inscrit dans les perspectives du laboratoire de recherche et de conservation des zones humides et nous nous sommes fixés les objectifs suivants

- Améliorer la connaissance des mares dans la région de Guelma
- Déterminer les caractéristiques physico-chimiques des eaux et leur composition

Chimique .

- Inventorier la faune des macro-invertébrés qui peuplent ces mares.
- Inventorier les Odonates adultes des mares

Notre mémoire est structuré en quatre chapitres : Le premier chapitre traitera la présentation des sites d'étude, dans le deuxième seront présentés des généralités sur la biologie et l'écologie des odonates et des macro-invertébrés, Le troisième chapitre présente le matériel et la méthodologie utilisés. Les principaux résultats et leurs discussions seront portés dans le quatrième. Enfin, le manuscrit sera achevé par une conclusion.

Premier chapitre

Description du site d'étude

1.1. Description du bassin versant

Le bassin de l'Oued Seybouse est l'un des plus grands bassins hydrographiques en Algérie (troisième oued d'Algérie après oued El Kebir du Rhumel et Medjerdah-Mellegue). Sa superficie est de l'ordre de 6471 Km² (Debieche, 2002 ; Satha, 2008). Il est subdivisé en six sous-bassins principaux. Il prend naissance de la commune de Medjez Amar, wilaya de Guelma (36°26.587''N, 007°18.740''E) à l'ouest de la ville de Guelma et coule sur 134.74 km avant de se déverser dans la mer Méditerranée, près de la commune de Sidi Salem, wilaya d'Annaba (36°51.689''N, 007°46.066''E) (In Reggam & *al.*, 2015). Il couvre sept wilayas (Oum El Bouaghi, Skikda, Annaba, Guelma, Constantine, El Taref et Souk Ahras) et 30 communes qui sont entièrement incluses dans le bassin et 38 autres partiellement (ABH, 1999).

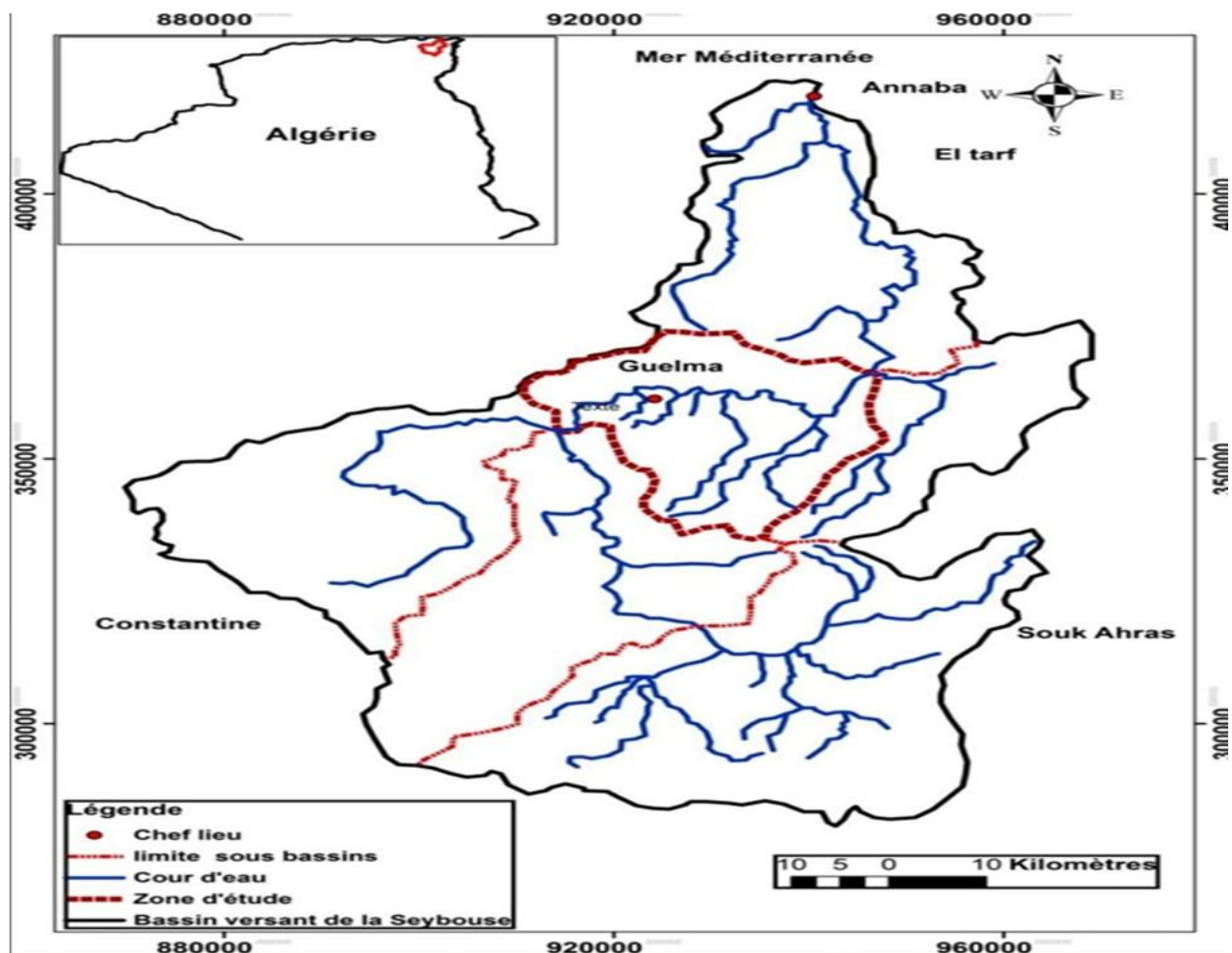


Figure 01 : Carte de Situation Géographique du Bassin Versant de la moyenne Seybouse.(Algérie)

1.1.2. Les sous bassins versants de la Seybouse :

Le bassin versant de la Seybouse se compose de six sous bassins principaux :

Cheref amont (14-01), Cheref aval (14-02), Bouhamdane (14-03), qui représentent la haute Seybouse. La moyenne Seybouse dite aussi Guelma (14-04), Malleh (14-05). La Seybouse Maritime (14-06) (In Mekaoui & Bennour, 2016).

Tableau 01 : Répartition des sous-bassins de la Seybouse (In Bouchelaghem 2008).

Sous-bassin (Code)	Superficie (Km²)	Nom
14'01	1739	Oued Cheref amont
14'02	1166	Oued Cheref aval
14'03	1136	Oued Bouhamdane
14'04	818	Oued Seybouse (moyenne)
14'05	555	Oued Mellah
14'06	1057	Oued Seybouse (maritime)
TOTAL	6471	



Figure 02 : Carte du bassin versant de la Seybouse (A.B.H. 1999)

1.2.1.Le sous bassin de Charef amont :

Il se compose principalement de la plaine de Sedrata et de la plaine de Tamlouka, ce dernier est drainé par l'Oued Mellah qui prend sa source dans le Djebel Amar. La plaine de Sedrata qui représente la plus grande partie de ce sous bassin (Belkharouchouche & Larifi 2019)

1.1.2.2.Le sous bassin de Charef aval :

De type "gouttière" ou de nombreux petits oueds dans les deux rives droite et gauche, sur la rive gauche, ce sont l'oued Nil, l'oued Sept, l'oued Chenior, sur la rive droite , ce sont l'oued Medjez Bgar, l'Oued Anouna, l'oued Mgaisba (Mekaoui & Bennour, 2016).

1.1.2.3.Le sous bassin de l'oued Bouhamdane :

Il est traversé par oued Bouhamdane dont la longueur est estimée à 37,49Km, qui est alimenté par plusieurs affluents dont les principaux sont :

- Oued Zenati 52, 40 Km,
- Oued Dardar 10, 53 Km,
- Oued Sabath 10, 86 Km,
- Oued El Aria 10, 79 Km. (A.B.H. 1999).

La composition des couches lithologiques dominantes du secteur d'Oued Zenati est dominée par du grès, d'argiles et de marnes ne permettant pas d'infiltration d'une grande quantité d'eau. Du côté d'Oued Sabath c'est des Marno- calcaires (Ghachi, 1986 In Satha, 2008).

1.1.2.4.Le sous bassin moyenne Seybouse :

Le bassin de la moyenne Seybouse est une région montagneuse formée d'une chaîne imposante, au relief accidenté, c'est l'Atlas Tellien, il est constitué par 04 sous bassin : Le sous bassin du bas de Cherf., sous bassin de Bouhamdane., sous bassin de Guelma et le sous bassin de Mellah . Partant de Medjaz amar, la Seybouse grandit et ceci par l'union du Bouhamdane et du Cherf débouche dans le Bassin de Guelma. Plusieurs cours d'eau viennent y affluer :

- Oued Boumia 12,70 Km,
- Oued Bou Sorra 16,32 Km,
- Oued El Maiz 10,16 Km,

- Oued Helia 18,41 Km,
- Oued Bou Djedra 10,07 Km. (Cahiers de l'Agence A.B.H.1999)

1.1.2.5.Le Bassin du Mellah :

Son cours est principalement formé par la réunion de l'Oued Sfa, Oued Cheham et Oued Ranem. Ce dernier porte le nom de l'Oued R'biba, Sekaka avant de recevoir les eaux de l'Oued Rhirane formé à son tour par la réunion Oued Hammam et Oued R'biba. Au Nord-Est, les Oueds Bou Redine et maaza forment Oued El Mellah en aval. Oued Ghanem (considéré comme le principal affluent de Mellah) se salit en traversant les terrains gypseux de la région d'Oued Cheham qui est peu perméable en saison sèche. Alors que les alluvions des terrasses de Bouchegouf semblent plus argileuses que celles de Guelma et sont moyennement perméables. (in Zebsa, 2016).

1.1.2.6.Le Bassin de la basse Seybouse :

La Seybouse se fraie un chemin entre Bouchegouf et Drean, de direction Sud-Nord c'est la dernière étape à franchir avant d'arriver à la mer. A ce niveau, la Seybouse est alimentée de l'Ouest par :

- Oued Ressoul 17.56 Km.
- Oued Dardara 25,56 Km.
- Oued Frarah 12,76 Km.
- Oued Boudjema 17,71 Km. (In Satha, 2008).

En ce qui concerne l'Oued lui-même, il mesure 134,74Km de long dont 57,15Km sont traversés au niveau du Bassin de Guelma et 77,59Km dans la basse Seybouse. Ses principaux tributaires cours d'eau sont l'Oued Cherf et l'oued Bouhamdane, qui se rejoignent à Medjez Amar (36°26'35.82"N, 7°18'39.36"E) pour former la Seybouse.(Belkharchouche& Larifi 2019)

1.2. Généralités sur la région d'étude :

La région de Guelma fait partie du Nord - Est algérien. reliant le littoral des Wilaya de Annaba, EI Tarf et Skikda, aux régions intérieures telles que les Wilaya de Constantine, Oum EI Bouagui et Souk Ahras. Elle se situe au cœur d'une grande région agricole à 290 m d'altitude, entourée de montagnes (Maouna, Dbegh, Houara) ce qui lui donne le nom de ville assiette, sa région bénéficie d'une grande fertilité grâce notamment à la Seybouse (Mehimdat, 2013). Elle constitue un axe stratégique de par sa situation géographique. Elle est limitrophe des Wilayas :

La Wilaya d'Annaba au Nord.

La Wilaya de Skikda au Nord-Ouest.

La Wilaya de Constantine à l'Ouest.

La Wilaya d'Oum El Bouaghi au Sud : Porte des hauts plateaux.

La Wilaya de Souk Ahras à l'Est : Région frontalière à la Tunisie.

La Wilaya d'El Tarf au Nord-est : Région frontalière à la Tunisie (Wilaya agricole et

touristique port de pêche). La géographie de la wilaya est caractérisée par un relief diversifié qui se compose comme suit :

Montagnes : 37,82% dont les principales sont :

- Mahouna (Ben Djerrah) : 1.411m d'Altitude.
- Houara (Ain Ben Beidha) : 1.292m d'Altitude.
- Taya (Bouhamdane) : 1.208 m d'Altitude.
- Debagh (Hammam debagh): 1.060 m d'Altitude.

Plaines et plateaux : 27,22%.

Collines et piémonts : 26,29%.

Autre : 8,67%

Le relief montagneux prédominant entoure trois dépressions importantes : la dépression de Tamlouka au Sud, celle de Guelma au centre et la dépression de Bouchegouf au Nord-est. (Benmarce, 2007).

1.2.1. Les Barrages:

Le bassin de la Seybouse compte quatre barrages d'une capacité totale de 360,86 Hm³, et qui peuvent régulariser 115,90 Hm³ d'eau (Belkharchouche & Larifi 2019).

Le barrage de Hammam Debagh sur Oued Bouhamdane d'une capacité de 220 Hm³ est destiné à L'irrigation des plaines de : Guelma, Bouchegouf sur 9.600 Hm³, L'alimentation en eau potable de Guelma, Hammam Debagh, Roknia Le barrage de Medjez Beggar (Ain-Makhlouf) d'une capacité de 2,786 Hm³ est destiné L'irrigation de 317 ha (Soualmia & Kebebsa, 2013)

Tableau 02 : les barrages du bassin de la Seybouse (La région de Guelma)

Sous bassin (Code)	Wilaya	Commune	Dénomination	Capacité (Hm ³)
14'03	24	Bouhamdane	Hammam Debagh	195
14'03	24	Ain Makhlouf	Medjez El Beggar	2.86

1.2.2. Les Retenues collinaires :

Les retenues collinaires ont été développées en Algérie dans les décennies 1970 et 1980. Ils sont spécialement affectés à l'irrigation et au cheptel. Le bassin de la Seybouse a connu un développement considérable des retenues collinaires. Soixante-dix (70) retenues ont été recensées sur l'ensemble des communes du bassin versant, mobilisant un volume d'eau annuel de: 12,79 Hm³, destiné à l'irrigation. Ce type d'aménagements a eu un impact assez faible dans le domaine de la mise en valeur hydro-agricole d'étude 43 et l'aménagement (Mebarki, 2005 in Louamri, 2013). 80 % des retenues sont fonctionnelles (Ben laoukli et al., 2004 in Louamri, 2013).

Tableau 03 : Retenues collinaires dans le sous bassin de la moyenne Seybouse. (Brahmia 2016).

Commune	Dénomination	Capacité (m3)	Etat del'ouvrage	Destination
Belkheir	Besbessa	30000	Moyen	Irrigation
Belkheir	Medroua	50000	Précaire	Irrigation
Boumahra.A	Chaabat Loba	80000	Précaire	Irrigation
Héliopolis	El Goutrat	28000	Bon état	Irrigation
Khezara	Ben Mabrouk	25000	Bon état	Irrigation

Totale	213000		
---------------	---------------	--	--

DHW Guelma

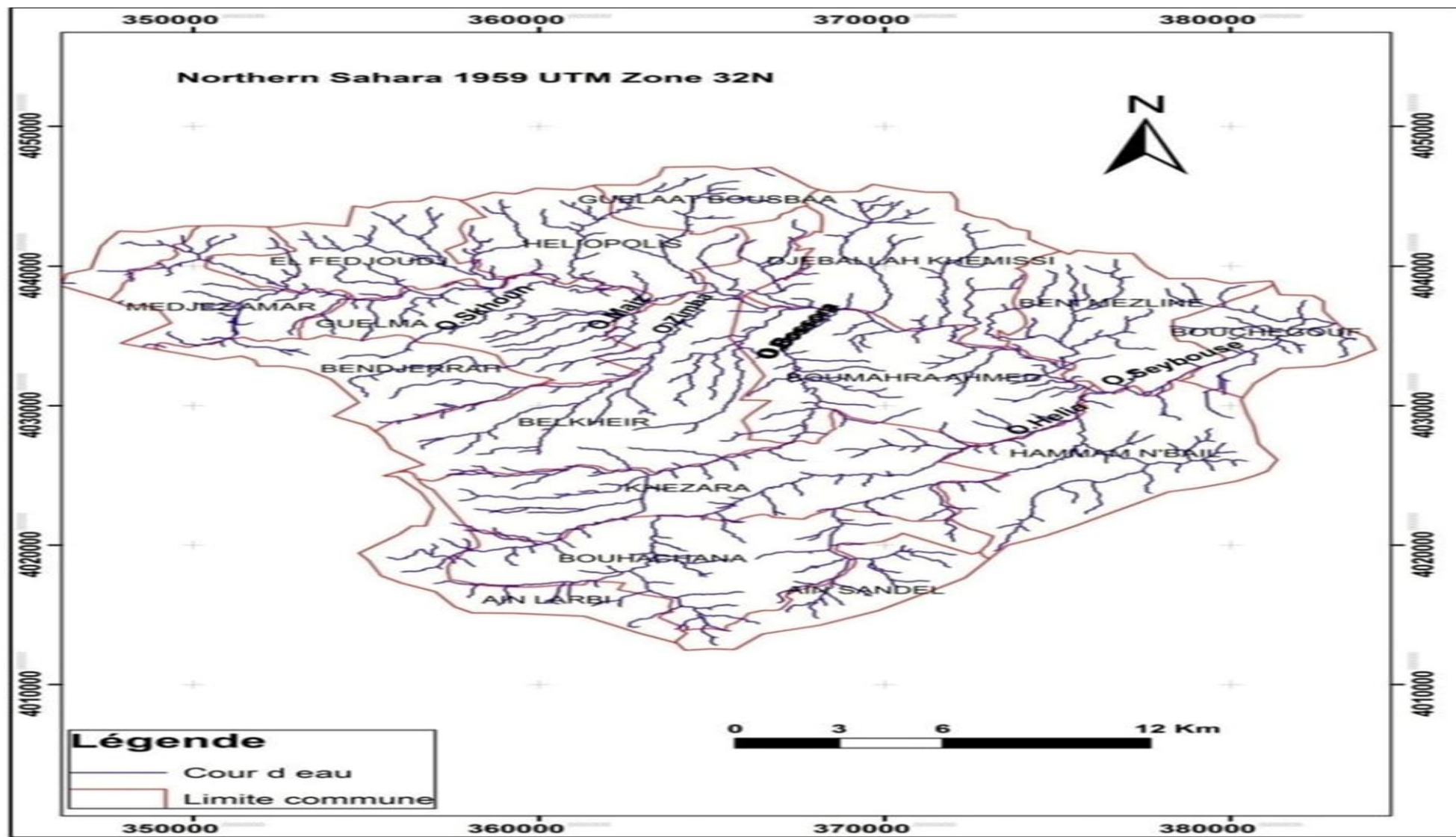


Figure 03 : Carte du réseau hydrographique du bassin versant de la moyenne Seybouse(Algérie)

1.2.3. Le Couvert végétal :

Le couvert végétal a une influence directe sur l'écoulement fluvial ainsi que les facteurs orographiques et climatiques. La résistance à l'écoulement est d'autant plus grande que le couvert végétal est plu dense. Dans le bassin d'étude, les aires agricoles sont localisées essentiellement dans la plaine alluviale. Les cultures pratiquées sont dominées par des cultures maraîchères et quelques vergers d'agrumes et d'arbres fruitiers. Les forêts, les maquis et les broussailles occupent pratiquement toute la bande des monts (Brahmia 2016). A partir de la carte d'occupation du sol (figure 4) nous pouvons déterminer la superficie occupée par chaque type de végétation; les résultats sont représentés dans le tableau(04)

Tableau 04 : Répartition des types de végétation par classes de superficie (Brahmia 2016).

Type d'occupation	Surface (km ²)	Surface (%)
Foret	151,42	19,64
Broussaille	96,5	12,52
Parcours+Grande culture	369,18	47,89
Tissu urbain	4,5	0,58
périmètre irrigué	90,6	11,75
Sable	3,46	0,45
Olive	55,25	7,17
Totale	770,91	100

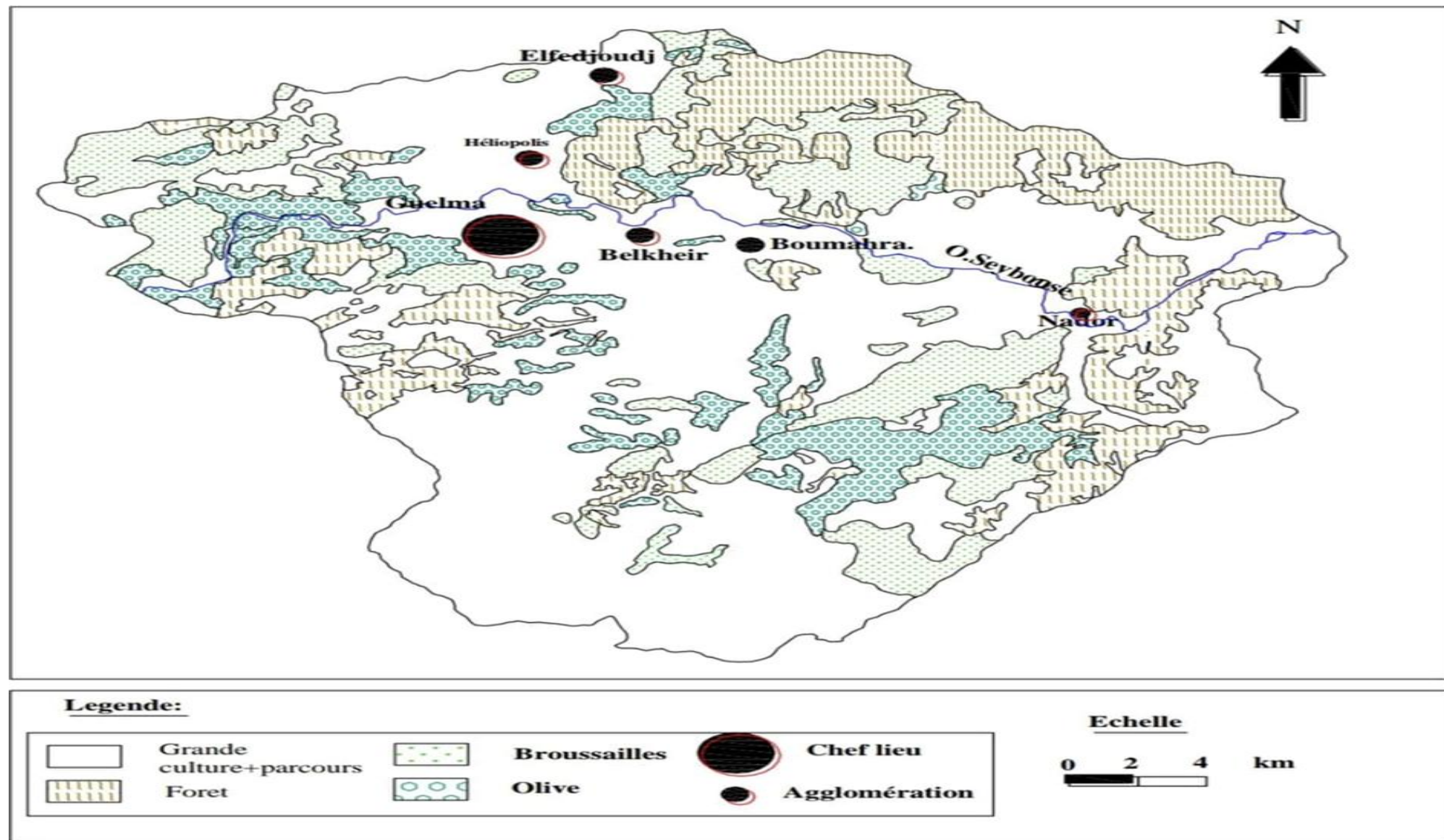


Figure 04 : Carte de couverture végétale du bassin de la moyenne Seybouse Guelma(Algérie)

1.3. Description des stations d'étude :

1.3.1. Haute Seybouse :

Mare 01: Al Madjen

Commune : Bordj Sabath

Daïra : OuedZenati

Wilaya : Guelma.

Latitude : (36°26'09.9 N)

Longitude : (7°05'11.6E)

Profondeur maximale : 71 mm

Profondeur minimale : 60



mm



Figure 05:Représentation de la station de Al Madjen

Mare 02: Ras AL Agba

Commune :Ras AL Agba

Daïra :OuedZenati

Wilaya :Guelma.

Latitude : (36°21'25.3 N)

Longitude : (7°14'01.1E)

Profondeurmaximale : 85 mm

Profondeur minimale:70 mm



Figure 06 :Représentation de la station de Ras Al Agba

1.3.2. Moyenne Seybouse :

Mare 03: Djbala

Commune: Beni Mezline

Daïra : Geulma

Wilaya : Guelma.

Latitude : (36°27'10.8N)

Longitude : (7°36'26.7E)

Profondeur maximale: 55 mm

Profondeur minimale : 40 mm

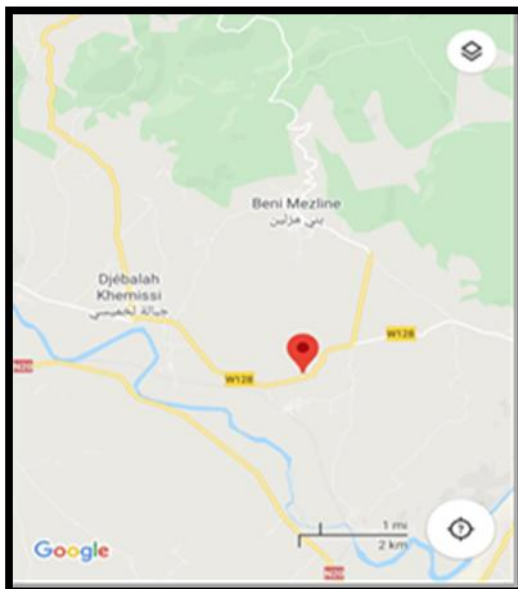


Figure 07:Représentation de la station de Djebala

Mare 04: Héliopolis

Commune : Héliopolis

Daïra : Guelma.

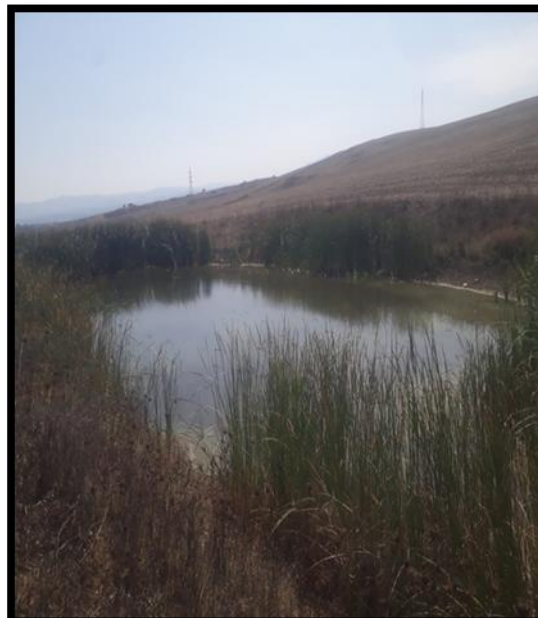
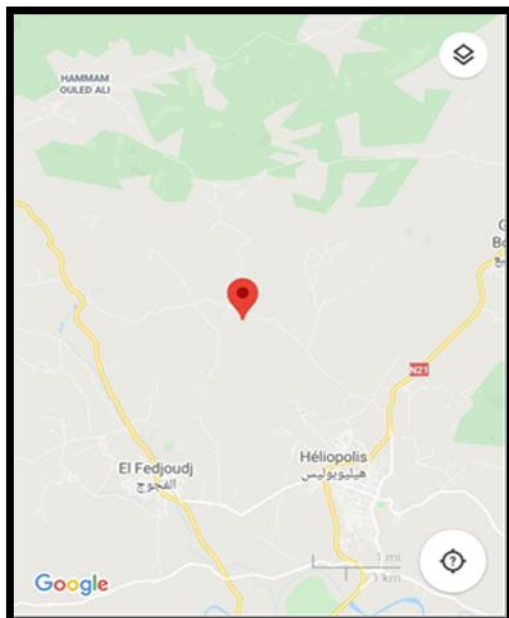
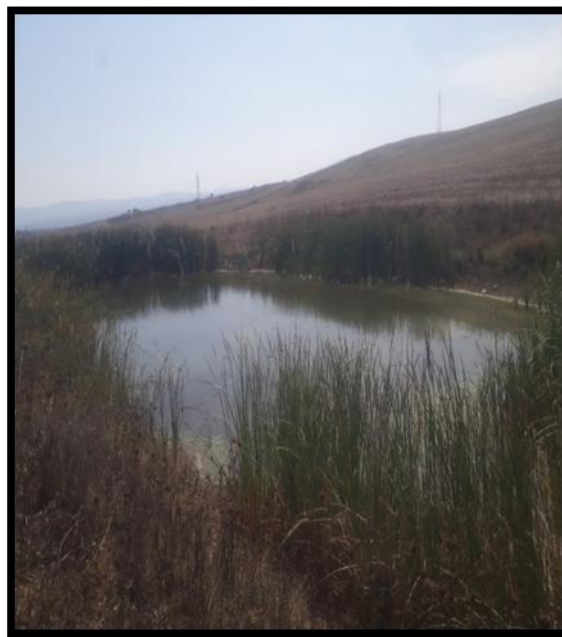
Wilaya : Guelma.

Latitude : (36°31'58.5N)

Longitude : (7°25'02.6E)

Profondeur maximale : 70 mm

Profondeur minimale: 50



mm

Figure 08: Représentation de la station de Héliopolis

Mare 05: Mawna

Commune: Ben Djerrah

Daïra : Guelma

Wilaya : Guelma.

Latitude : (36°25'17.2N)

Longitude : (7°22'41.1E)

Profondeur maximale : 45 mm

Profondeur minimale: 30 mm

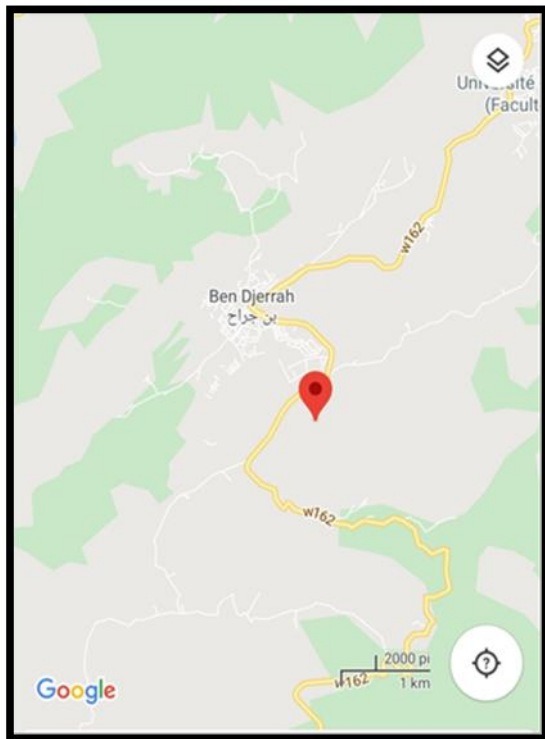
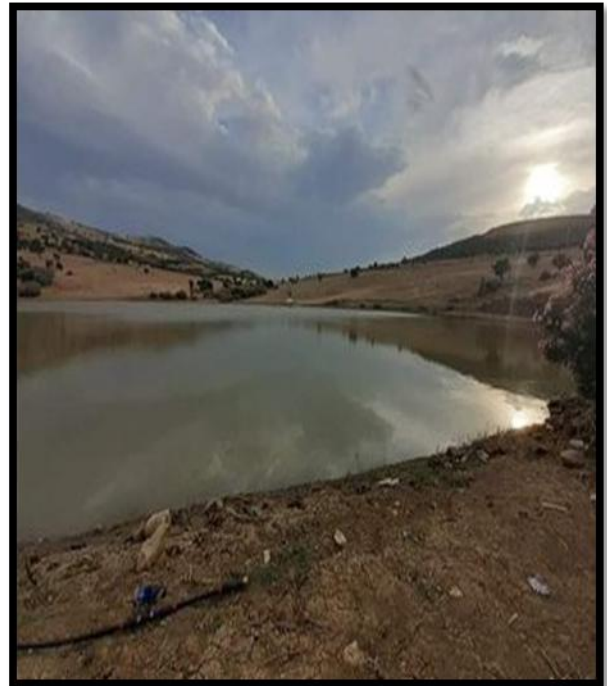


Figure 09:Représentation de la station de Mawna

1.4.Climatologie :

1.4.1. La température :

Les températures moyennes annuelles et mensuelles réagissent directement en interaction avec les autres facteurs météorologiques (insolation, vitesse et turbulence du vent, précipitation). Nous disposons des données de températures moyennes mensuelles à la station de Guelma (période 2002– 2018) (tableau 05).

Tableau 05 : Température moyenne mensuelle de la station de Guelma 2002/2018.

Mois	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Jui	Juill	Août	Sep	Oct	Nov	Dec
T (c°)	9,78	10,74	12,09	16,82	20,37	21,91	24,96	25,37	27,43	24,12	22,64	11,23

Les moyennes mensuelles les plus élevées sont observées pendant la période d'été (Mai à Novembre), avec des températures variant de 20,37 à 27.43 °C. Par contre les températures les plus basses oscillent entre (9,78 à 16.82 °C) pendant la période d'hiver de décembre à Avril.(figure 10).

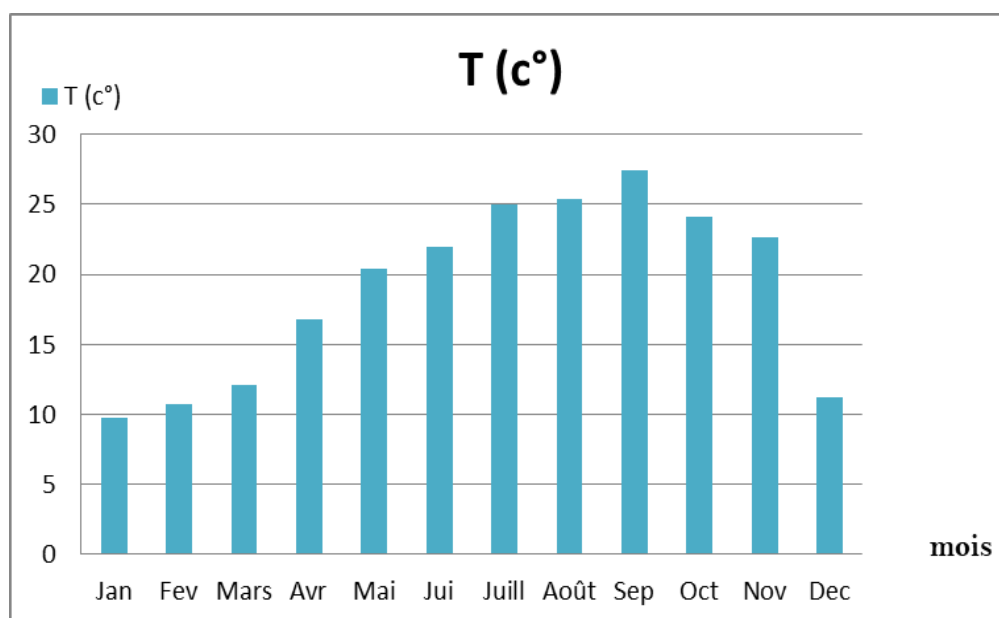


Figure 10 : variation des températures moyennes mensuelles dans la station de Belkheir (2002/2018)

1.4.2. Les précipitations :

Avec la température, les précipitations représentent les facteurs les plus importants du climat. (Faurie & al.1983, in Aouissi, 2010). Les précipitations désignent tout type d'eau qui tombe sur la surface de la terre, tant sous forme liquide (bruine, pluie, averse) que sous forme solide (neige, grésil, grêle), ainsi que les précipitations déposées ou occultes (rosée, gelée blanche, givre,,) (Bounouira, 2007). Nous disposons des données des précipitations à la station de Guelma (période 2002– 2018) (tableau 06).

Tableau 06: Variation des précipitations moyennes mensuelles à la station de Belkhir (2002/2018)

Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Jui	Juill	Août	Sep	Oct	Nov	Dec
P	90,19	69,75	77,76	56,48	39,82	16,28	5,61	20,06	42,95	48,51	65,67	75,49

Les moyennes les plus élevées sont observées pendant la période d'hiver (Novembre à Mars), avec des précipitations variant de 65,67 à 77,76 mm. Par contre les précipitations les plus basses sont observées pendant la période d'été de Juin à Août) variant entre (5,61 à 20,06 mm) avec un minimum au mois de Juillet de 5,61 mm .(Figure 11)

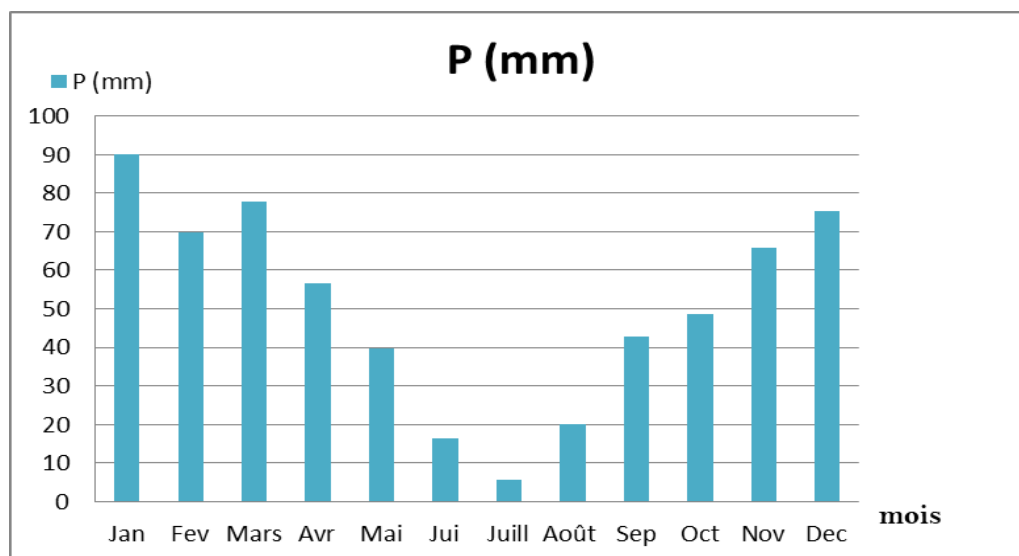


Figure 11 : Variation des précipitations Total mensuelles à la station de Belkhir (2002/2018)

1.4.3. Diagramme Ombro-thermique de Bagnouls et Gausсен:

Le diagramme ombrothermique de Gausсен et Bagnouls est une méthode graphique qui permet de définir les périodes sèches et humides de l'année où sont portés en abscisses les mois, et en ordonnées les précipitations (P) et les températures (T), avec $P=2T$ (Belkharouch & Larifi, 2019)

La figure (12) représente le diagramme Ombrothermique de la région de Guelma établi à partir des données de précipitations et des températures moyennes mensuelles calculées sur une période de 16 ans.

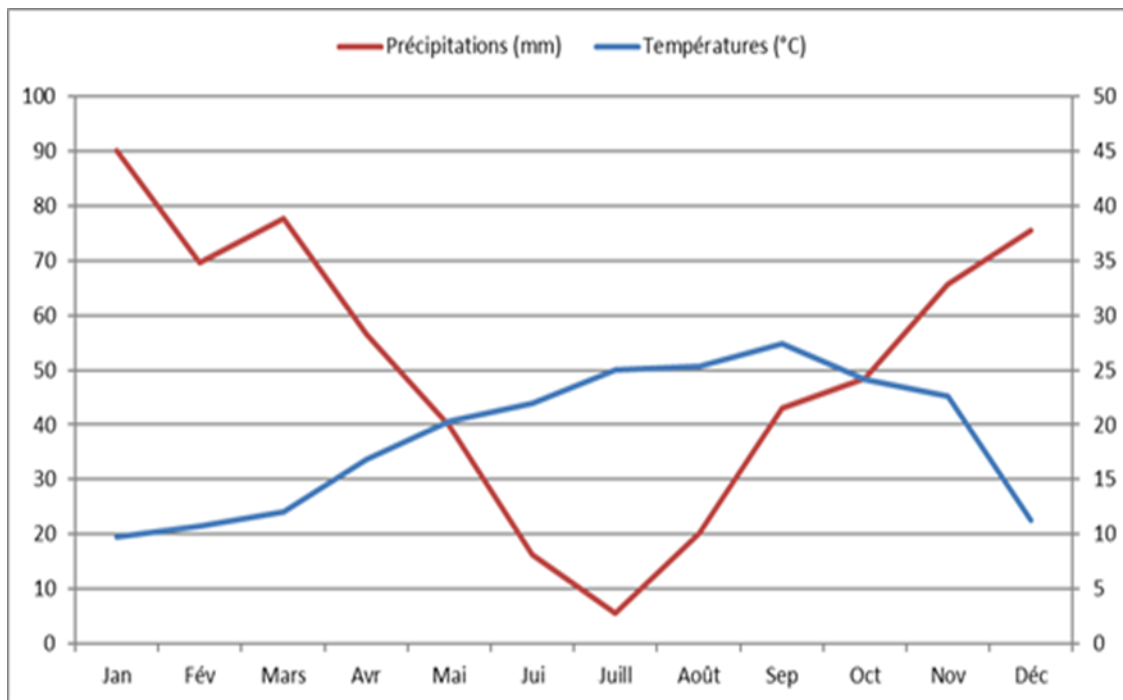


Figure 12 : Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gausсен de la région de Guelma

(2002/2018)

Nous pouvons distinguer deux périodes:

La première: Humide qui s'étale du mois d'Octobre à la fin du mois de Mai

La seconde: Sèche s'étalant de mai à Octobre

1.4.4. Climagramme d'Emberger :

Parmi les indices bioclimatiques utilisés de façon traditionnelle en Afrique du Nord et ailleurs en Méditerranée (Emberger, 1931; Gaussen, 1954; Daget, 1977; Quezel, 1979). On distingue l'indice bioclimatique d'Emberger, Le quotient d'Emberger est spécifique du climat méditerranéen, il est le plus fréquemment utilisé en Afrique du Nord. Pour identifier le type de climat nous avons fait appel au quotient pluviométrique d'Emberger qui se base sur le régime des précipitations et des températures selon la formule suivante :

$$Q2 = 3.43 (P/M-m) \text{ (Stewart, 1968).}$$

Q: le quotient pluviométrique d'Emberger

P: Pluviométrie annuelle moyenne en mm

M: Moyenne des maximas du mois le plus chaud en °C

m: Moyenne des minimas du mois le plus froid en °C

Les données présentées dans le tableau (07) , nous permettent de calculer ce quotient.

Tableau 07 : Les différents paramètres de la formule du climagramme d'Emberger d'après les données météorologiques de la station de Belkhir (2002/2018)

Paramètres	Valeurs
M	36,36(C°)
P	608.58 (mm)
m	4,64(C°)
Q2 = 3.43 (P/M-m)	Q3= 3,43*608.58/(36,36_4,64)=65,80

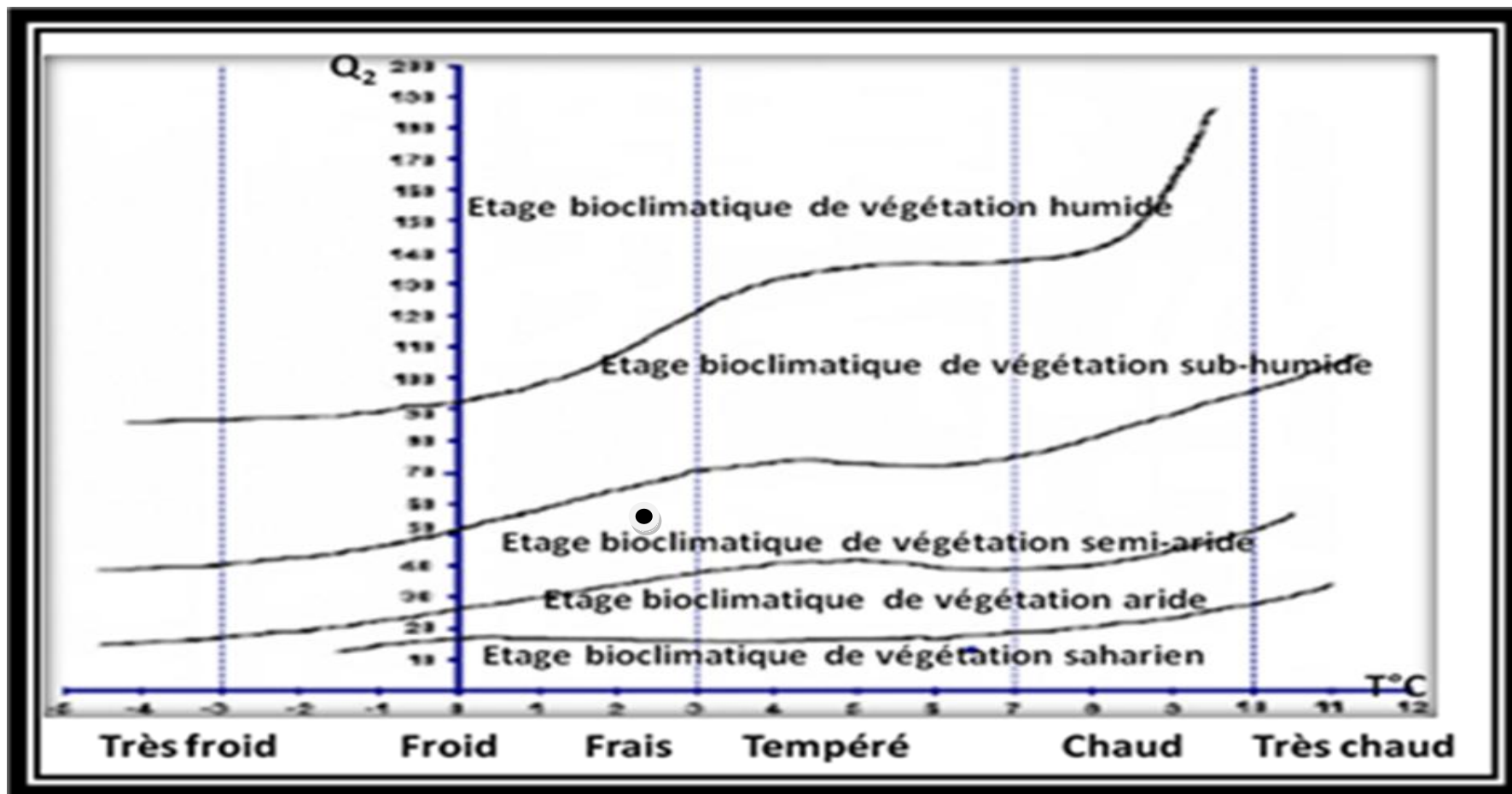


Figure 13 : Situation de la région de Guelma dans le Climagramme d'Emberger (2002-2018)

Deuxième chapitre

Généralités sur les macroinvertébrés Benthiques

2.1 Les Ephéméroptères:

Ce sont des insectes archaïques présentant des caractères primitifs. Leur métamorphose sont incomplètes (hémimétaboles) (Grassé &al., 1970). c'est-à dire qu'il n'y a pas de stade immobile entre la larve aquatique et l'adulte qui est aérien (Hoarau et Hoareau, 1999). Les éphéméroptères appartiennent à un ordre d'insectes dont les larves sont exclusivement aquatiques. Cet ordre comporte douze (12) familles : Les Leptophlebiidae, les Potamanthidae, les Polymitarcidae, les Ephemeridae, les Prosopistomatidae, les Caenidae, les Ephemerellidae, les Amaletidae, les Baetidae, les Siphonuridae, les Oligoneuriidae, les Heptageniidae, les Isonychiid.

2.1.1 Classification :

Règne : Animalia

Embranchement : Arthropoda

Sous- embranchement :Hexapoda

Classe : Insecta

Sous-classe : Ptérigota

Ordre : Ephéméroptère (Hyatt et Aems 1891)



Figure 14: un larve d'Ephéméroptère.(Afroptiloides delphinae, Gattolliat 2000)

2.1.2 Morphologie :

Larve: Les larves d'Ephéméroptères sont très abondantes dans les eaux courantes, elles occupent souvent le principal biotope des torrents, ruisseaux et rivières et elles constituent le premier rang des insectes aquatiques (Thomas, 1981). Elles se distinguent par leurs 3 cerques (rarement 2) à l'extrémité de l'abdomen et les branchies formant des plaques ou des sortes de plumes accrochées au flanc de l'abdomen. Leurs pattes ne portent qu'une griffe, ce qui les distingue des plécoptères . Tous portent des branchies abdominales sur les segments 4 à 7 et, selon le genre, sur les segments 1 à 3. La forme et la position de ces branchies sont capitales pour leur identification. (Moisan, 2010)

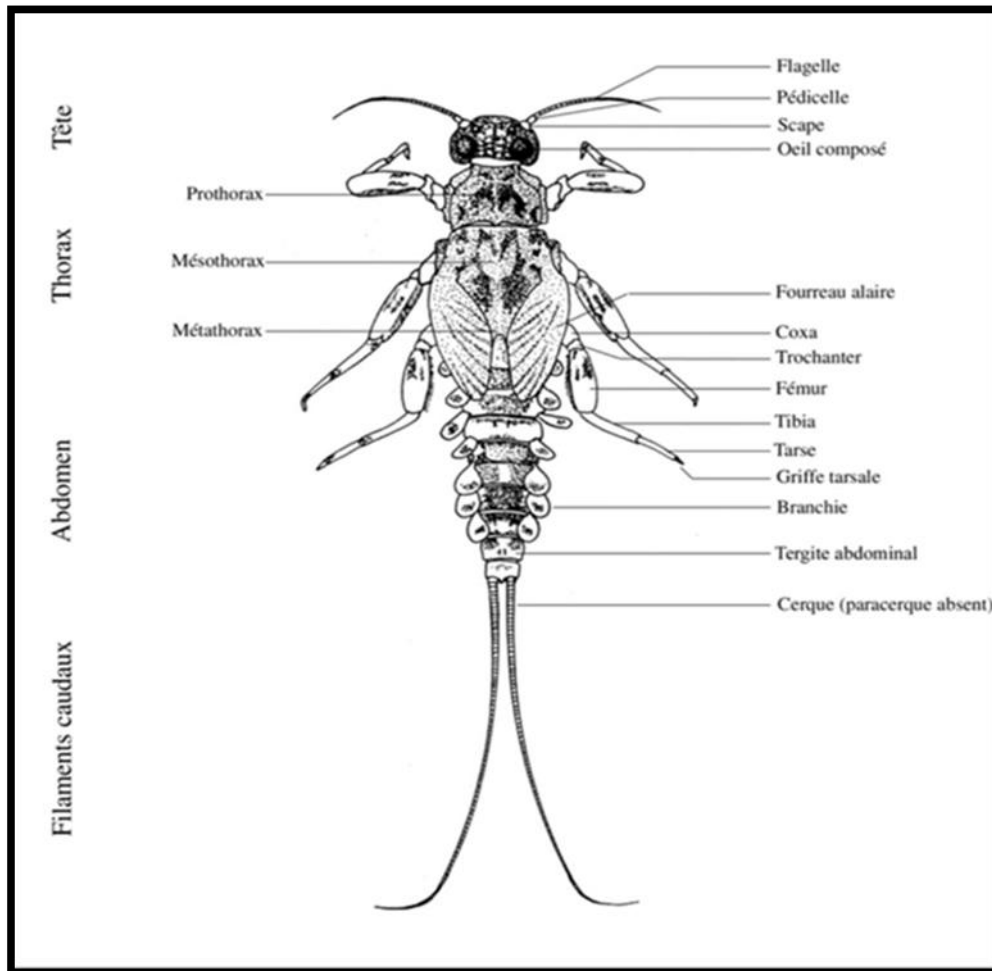


Figure15 : une larve d'Ephéméroptère en face dorsale

(Aproptiloides delphinae, Gattolliat 2000)

2.1.3. Biologie et écologie :

Les éphémères émergent plutôt le soir dans l'eau et, fait particulier, sous une forme post-larvaire appelée sub-imago (qui ressemble à un adulte mais recouvert d'une peau opaque). L'émergence a souvent lieu par temps couvert et sans trop de vent. L'insecte parfait sort ensuite après une dernière mue dans les 24 ou 48 heures suivantes, ou parfois quelques minutes seulement. Le comportement des mâles est très particulier et typique : vol nuptiaux groupés, avec danse caractéristique du genre. Pour l'alimentation, ils peuvent être (Broyeurs détritiques, racleurs de substrat, filtreurs, prédateurs). Les éphémères constituent un ordre d'insectes intimement lié à la vie aquatique. Ils sont très sensibles tant aux pollutions qu'aux modifications anthropiques des milieux. Ils constituent ainsi un outil de bio monitoring très utilisé (De bons indicateurs de la qualité des eaux) (Moisan, 2010).

NB : Le nombre d'œufs peut atteindre 6000 et plus, les œufs sont munis de filaments qui facilitent leur accrochage au substrat.

2.1.4. Techniques d'identification :

Pour les larves, la détermination se fait avec du matériel fixé (la fixation doit être suffisante et rapide pour conserver les spécimens) les pattes des éphéméroptères se terminent par un tarse portant un seul article et une seule griffe et l'existence de deux ou trois cerques.

2.2. Les Diptères :

Les diptères (mouches) sont le deuxième ordre d'insectes le plus important après les Coléoptères. La plupart des diptères sont terrestres. Seules quelques familles sont adaptées à la vie aquatique aux stades larvaire et nymphal (Moisan, 2006). Les larves de diptères sont caractérisées par l'absence de pattes articulées. Elles portent souvent des fausses pattes thoraciques et/ou abdominales. (Moisan, 2006). On a deux sous-ordre :

- Les Nématocères : Dont les antennes sont formées de plus de trois articles jusqu'à six
- Les Brachycères : Dont les antennes sont courtes est toujours formées par trois articles

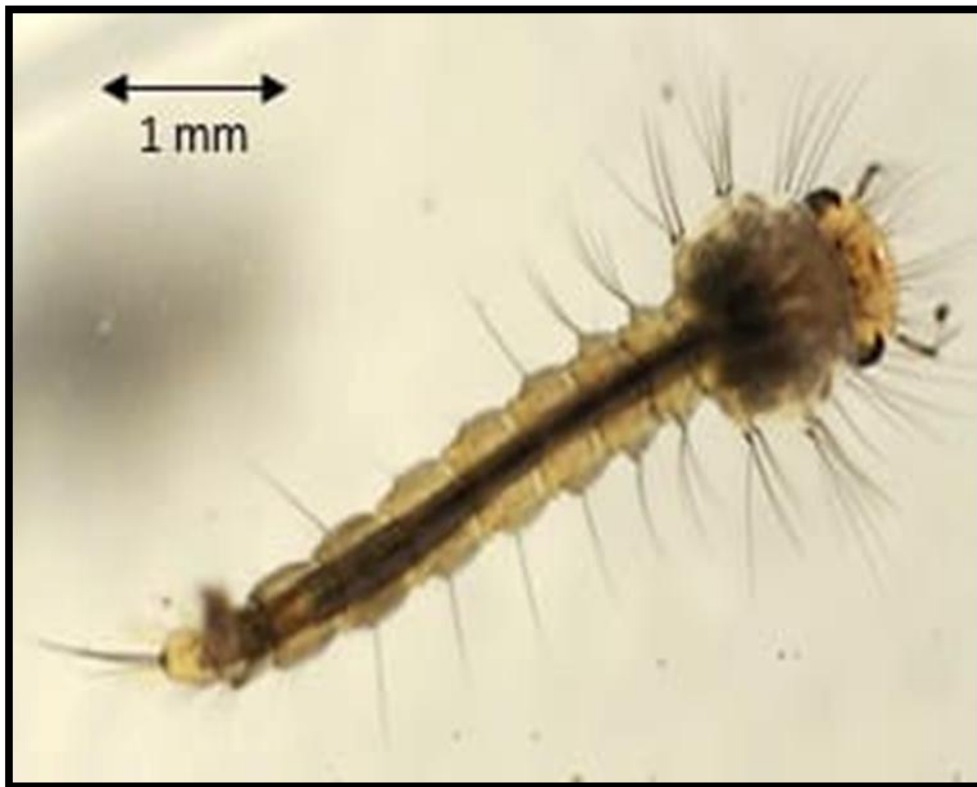
2.2.1 Classification :**Régne:** Animalia**Embranchement :** Arthropoda**Sous-embranchement :** Hexapode**Classe :** Insecta**Sous – classe :** Pterigota**Ordre :** Diptera (Linnaeus, 1758) (Tachet, 2012)**Figure16 : Larve de moustique (Pellet, Année)(4)**

Tableau 08: Les différentes Super-familles et familles des Nématocères (Tachet et al. 2012)

Sous Ordre	Nématocères				
Super Famille	PSYCHODOIDEA	PTYCHOPTEROIDEA	CULICOIDEA	CHIRONOMOIDEA	Tipuloidea
Famille	Psychodidae	Ptychopteridae	Blepharicidae Dixidae Chaoboridae Culicidae	Simuliidae Thaumaleidae Ceratopogonidae Chironomidae	Tipulidea Cilindrotomidae Limoniidea

Tableau09 : Les différentes Super-familles et familles des Brachycères (Tachet et al, 2012)

Sous Ordre	Brachycères					
SuperFamille	EMPIDOIDEA	TABANOIDEA	SYRPHODEA	EPHIDROIDEA	SCIOMYZOIDEA	MUSCOIDEA
Famille	Empididae Dolicopididae	Rhagionidae Athericidae Tabanidae	Syrphidae	Ephidridae	Sciomyzidae	Anthomyidae

2.2.2. Morphologie :

Les larves: Les larves de cet ordre d'insectes se distinguent aisément des larves d'insectes holométaboles aquatiques par l'absence de pattes thoraciques (Tachet et *al.*, 1980). Absence de pattes thoraciques qui peuvent être remplacées par des pseudopodes ou des bourrelets locomoteurs. Le corps comprend de onze à quinze segments dont les trois premiers sont thoraciques (Tachet 2012). La fin de l'abdomen peut porter des soies et/ou des appendices. La tête est soit distincte, soit indistincte (Moisan, 2010).

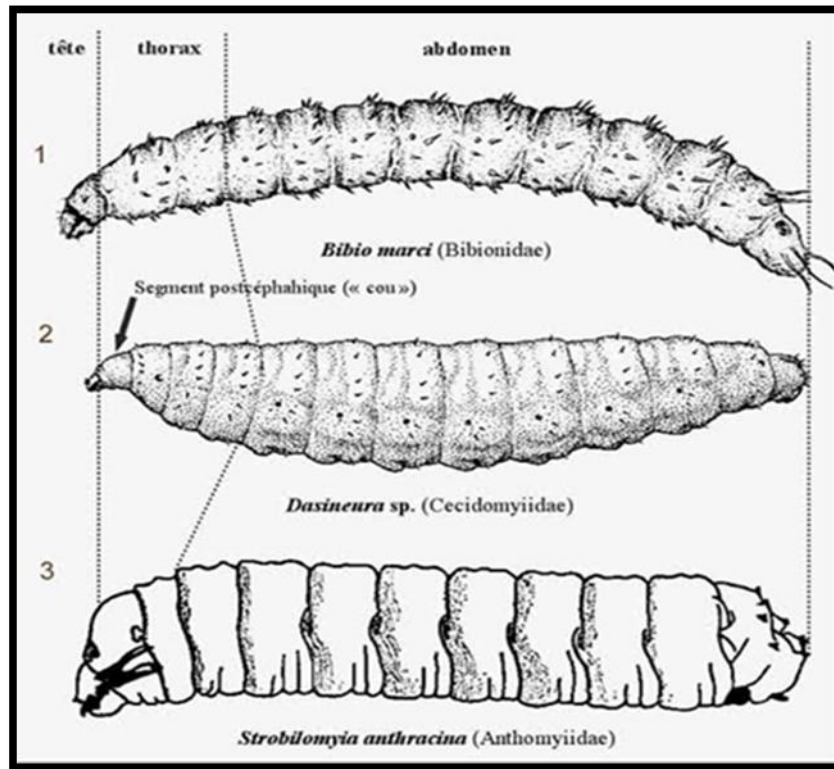


Figure 17: Différentes formes des larves des diptères (Moisan, 2010)

2.2.3. Biologie et écologie :

Les larves des Diptères sont aquatiques peuvent venir respirer l'air à la surface comme les larves de moustiques ou les larves d'Eristalis tenax, ou ver à queue, qui vivent dans les eaux très souillées et portent à la partie postérieure de leur abdomen un long tube respiratoire rétractile (siphon). D'autres espèces aquatiques sont apneustiques (se dit des insectes dépourvus de trachée ou tout au moins de stigmates) et utilisent l'oxygène dissous dans l'eau, grâce à leur tégument (coréthrines) ou par l'intermédiaire de trachéo branchies (exp: chironomes, Blépharoceridés). La reproduction est de type sexué. il ya des cas de parthénogenèse chez les Chironomides. Le nombre d'œufs pondus est très variable de quelques centaines à des milliers. La durée du cycle vital est de quelques semaines (Culicidae et Chironomidae) à un ou deux ans (Tabanidae). Les Diptères sont répandus dans toutes les régions du monde (milieux salés, sources chaudes, flaques de pétrole); les Diptères ont de grandes capacités d'adaptation à vivre dans des conditions extrêmes. Le régime alimentaire est très varié:

- ✓ Des formes broyeuses détritivores (Tipulidae)
- ✓ Racleuses de substrat (Chironomidae)
- ✓ Filtreuses (Culicidae, Syrphidae, Chironomidae et Simuliidae)
- ✓ Prédatrices (Chaoboridae, Athericidae, Empididae et les Tabanidae)

- ✓ Parasites (phorésie) de certaines larves de Chironomides aux dépens de larves d'Ephéméroptères.

Les diptères sont détritivores : ils se nourrissent des déchets organiques de la mare (feuilles mortes, animaux morts...) et de ce fait, ils ont un rôle très important au sein de la mare en participant au "recyclage" de cette matière organique. (Coulibaly & Mariko , 2019).

2.3. Les Coléoptères :

Les Coléoptères sont les seuls insectes holométaboles à se présenter à la fois sous la forme imaginaire et sous la forme larvaire dans les milieux aquatiques. Ils colonisent divers habitats : sources, ruisseaux , torrents, rivières à eau modérément courante et rivières à eau quasi-stagnante et riche en végétation (Tachet et al. 1980). La présence d'une première paire d'ailes transformées en élytres chez l'adulte constitue la principale originalité de l'ordre. Environ 15% des espèces de Coléoptères peuvent être définies comme aquatiques (Tachet, 2010).

II.3.1. Classification :

Règne : Animalia

Embranchement : Arthropoda

Sous - embranchement : Hexapoda

Classe : Insecta

Sous – classe : Pterigota

Ordre : Coleoptera (Tachet, 2010)



Figure18: larve de Coléoptères(7)

2.3.2.Morphologie :

Les larves: Les larves de Coléoptères sont très polymorphes. Elles sont également de tailles variées du millimètre pour *Hydroscapha* à 6centimètres pour *Hydrophilus*. La tête est entièrement sclérifiées(Tachet et al, 2012).

La tête Constitue une capsule céphalique entièrement sclérifiée, yeux constitués destemmates. les antennes sont à quatre articles; Les mandibules de type broyeur.La morphologie des 3 paires de pattes est souvent similaire. L'abdomen comprend de 8 à 10 segments visibles. L'extrémité de l'abdomen peut présenter des variations importantes (Tachet et *al.*, 2000).

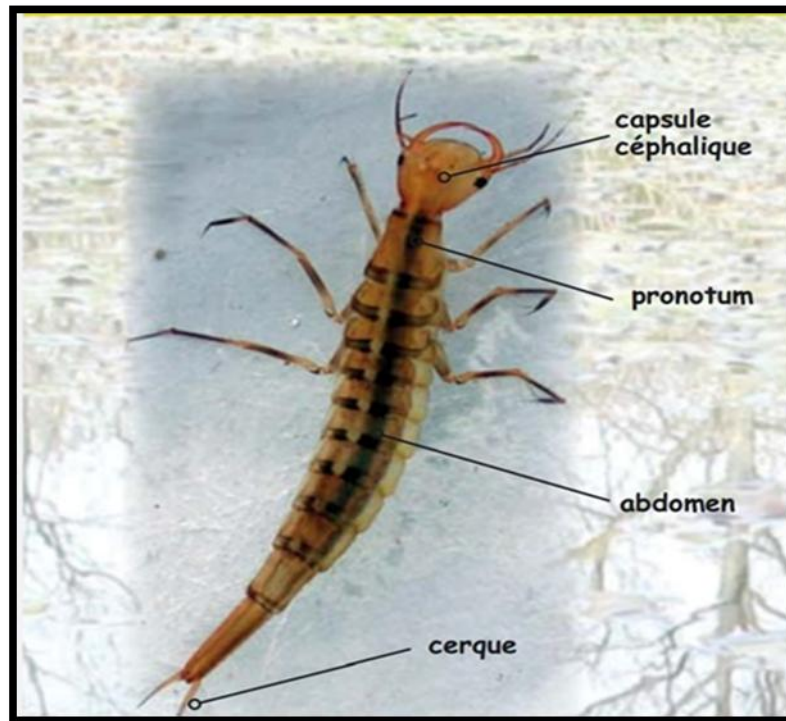


Figure19: Vue dorsale de larve de Coléoptères(7)

2.3.3. Ecologie et biologie :

L'appareil buccal des larves est souvent de type broyeur avec un régime alimentaire varié : herbivore, détritivores, algivore et carnivore. La respiration des larves comprend quatre types majeurs : directement à travers le tégument, grâce à des stigmates s'ouvrant à l'extrémité de l'abdomen, à travers des branchies trachéennes et enfin à l'aide de crochets stigmatiques que la larve enfonce dans les canaux aérifères d'un végétal hydrophyte chez les larves de Donaciinae (Djebnoui et Nouar, 2015). Les Coléoptères ont colonisé tous les habitats d'eaux continentales, les larves peuvent se retrouver dans les milieux interstitiels à plusieurs centimètres des sédiments ;larves sont marcheuses, les adultes de nombreux genre sont marcheurs, mais certains genres sont nageurs en pleine eau (Dytiscidae et Hydrophilidae) ou en surface (Girinidae) (Fodé & Vall Zouboye, 2018).

2.4. Les Hémiptères :

L'ordre des Hémiptères se subdivise en deux sous-ordres : les Hétéroptères et les Homoptères et est caractérisé par la transformation de l'appareil buccal en rostre piqueur-suceur. Ce rostre, comporte deux canaux : l'un conduit la salive, l'autre permet l'absorption des liquides vers le pharynx (Tachet et al. 2000). Les Hétéroptères se différencient des Homoptères par la composition de leurs ailes antérieures ou hémélytres, (Qualifie les insectes dont les élytres ne sont cornés ou coriaces qu'à la base.) celles-ci sont composées de deux parties inégales : une partie sclérotinisée (La sclérotinisation est le procédé par lequel un arthropode obtient une cuticule rigide. c'est l'imprégnation des arthropodiens par des sels) : la Corie et une partie membraneuse, (Bérenger, 2009 in Djebnoui Abderrezak 2015). On les retrouve dans les habitats aquatiques ou semi-aquatiques, les Hémiptères peuvent se retrouver sous forme adulte ou larvaire.

2.4.1. Classification :

Règne : Animalia

Embranchement : Arthropoda

Sous – embranchement : Hexapoda

Classe : Insecta

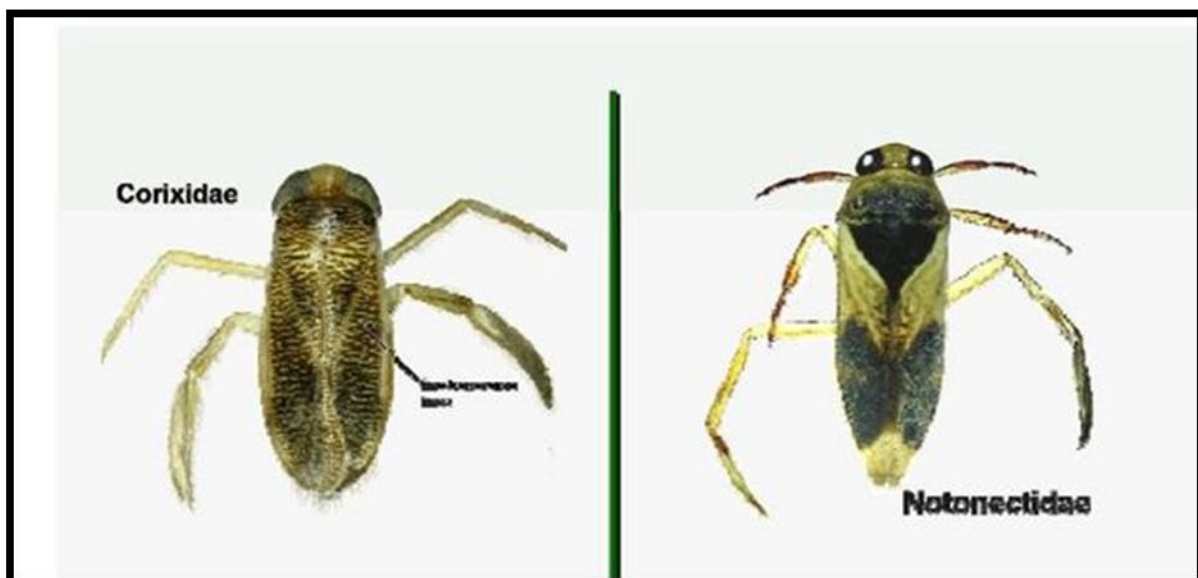
Sous – classe : Pterygota

Super – ordre : Hemipteroidea

Ordre : Hemiptera (Tachet et al., 2010)

Tableau10: Infra-ordres et familles des Hémiptères (Tachet et al, 2012)

Infra-Ordre	
Nepomorpha	Gerromorpha
Familles	
Pleidae Naucoridae Aphilecheiridae Nepidae Corixidae	Hydrometridae Mesoveliidae Veliidae Gerridae

**Figure20: Vue dorsale de Corixidae et Notonectidae (10)**

2.4.2. Morphologie :

Les yeux sont composés chez la larve et l'adulte, les antennes ont de un à cinq articles, le rostre est dirigé antérieurement, un labium dont les palpes labiaux et maxillaires ont disparu. Labre, maxilles et mandibules sont transformés en stylets qui délimitent un canal salivaire ou un canal d'aspiration.(Poisson, 2007). le métathorax est moins développé que le mésothorax, ce dernier possède une pièce impaire triangulaire appelé le scutellum (écusson). Les pattes sont de formes variées selon les groupes et selon leur position, le tarse composé de un à trois articles chez l'adulte et un seul chez les larves. Il y a une ou deux griffes. Les ailes présentent typiquement les deux

parties caractéristiques des Hémiptères : une partie proximale sclérifiée et une partie membraneuse, lorsque les ailes sont rabattues à plat sur l'abdomen (Poisson, 2007 in Djebnoui et Nour, 2015). (Fodé & Vall Zouboye 2018). L'orifice génital femelle s'ouvre sur le 8ème. segment et celui des mâles sur le 9ème .

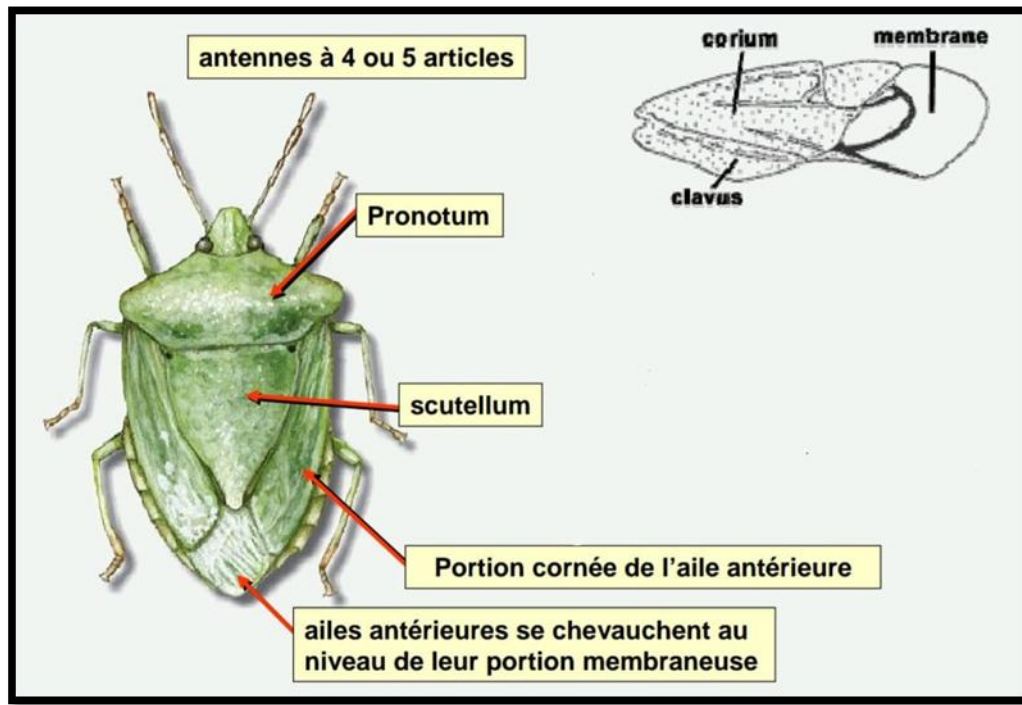


Figure 21: Vue dorsale d'Hémiptère / Hétéroptère(10)

pièces buccales (larves et adultes) de types piqueur / suceur . ils ne peuvent absorber que des liquides . mixilles et mandibulies modifiées pour formes deux conduits : un pour sécréter (salive contient diverses enzymes digestives) l'autre aspirer la nourriture . le tout est recouvert par le labium segmenté.

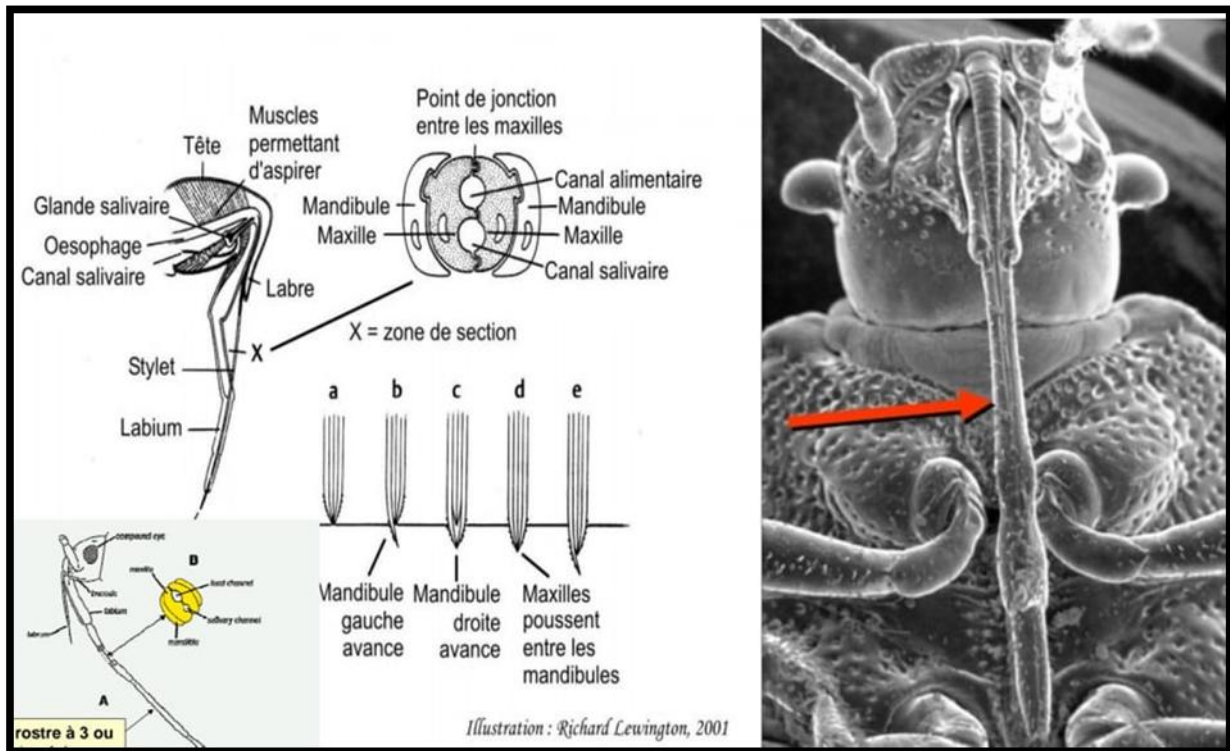


Figure 22: Vue de pièces buccales d'Hémiptère/Hétéroptère(10)

2.4.3. Ecologie et biologie :

La plupart des espèces sont phytophages : elles se nourrissent des sucres contenus dans les tissus végétaux (sève des plantes). D'autres sont des prédateurs (autres insectes ou Arthropodes). Quelques-uns sont parasites hématoxyphages (se nourrissent du sang). Pour atteindre ce précieux breuvage, les espèces introduisent leur rostre dans une ou plusieurs parties des plantes, arbres ou arbustes (fruits, tiges, voire certaines feuilles). La respiration se fait directement à travers le tégument chez les deux premiers stades de développement. Chez l'imago elle est tributaire de l'oxygène qui est stocké dans l'espace compris entre les ailes et l'abdomen (Fodé & Vall Zouboye 2018).

Le cycle vital est monovoltin rarement bivoltin ou polyvoltin. Les familles des Nepomorpha qui sont des Hémiptères aquatiques sont des prédateurs, cependant, certains Corixidae sont détritivores ou consommateurs d'algues. Alors que les Gerridae sont des prédateurs (cadavres d'insectes ou d'autres invertébrés tombés à l'eau) (Tachet *et al.*, 2010).

2..5. Les Odonates :

Les Odonates forment un ensemble assez homogène quant à leur cycle de développement leur morphologie, et écologie générale. Le caractère le plus étonnant est l'appartenance de toutes les espèces à deux mondes radicalement différents : le milieu aquatique où se développent les larves et le milieu aérien où volent les adultes (Jourde,2010). L'ordre des Odonates se divise en deux sous-ordres principaux dont les caractéristiques sont très distinctes : Zygoptères et Anisoptère (Tachet et al 2010).

2.5.1.Classification :

Regne : Animalia

Embranchement : Arthropoda

Sous – embranchement : Hexapoda

Classe : Insecta

Sous – classe : Pterigota

Ordre : Odonata(Tachet, 2012)

l'ordre des odonates comprends trois sous-ordres chaque ordre contient cinq famille

Tableau11: Les différents sous-ordres et familles des Odonates

(Aguilar et Dommanget, 1985)

Sous-Ordre	Anisoptère	Zygoptère
Familles	Aeshnidae	Calopterigidae
	Gomphidae	Lestidae
	Cordulegastridae	Platycnemididae
	Cordulidae	Epallagidae
	Libellulidae	Coenagrionidae

2.5.2. Morphologie :

Larves : Les larves d'odonates ont un corps divisé de la même manière que les adultes. La partie inférieure de la tête présente la particularité de posséder un organe préhensile spécialisé pour la capture des proies appelé labium. Les larves d'Anisoptères présentent une tête plus étroite que le corps avec un abdomen relativement massif et large qui se termine par cinq petites pointes triangulaires tandis que les larves de Zygoptères présentent une tête plus large que le corps. Ce dernier est allongé avec un abdomen étroit et cylindrique qui se termine par trois branchies en forme de feuille.

Tableau12: la morphologique de la larve de Zygoptères /Anisoptères (Référence)

Zygoptères :	Anisoptères
<ul style="list-style-type: none"> • Corps allongé et abdomen étroit et cylindrique. • Tête plus large que le corps. • Trois branchies en forme de feuille à l'extrémité de l'abdomen. • Communément appelés demoiselles 	<ul style="list-style-type: none"> Abdomen se terminant par cinq petites pointes triangulaires (cerques et paracerques) • Corps relativement massif (abdomen large). • Tête habituellement plus étroite que le corps. • Communément appelés libellules

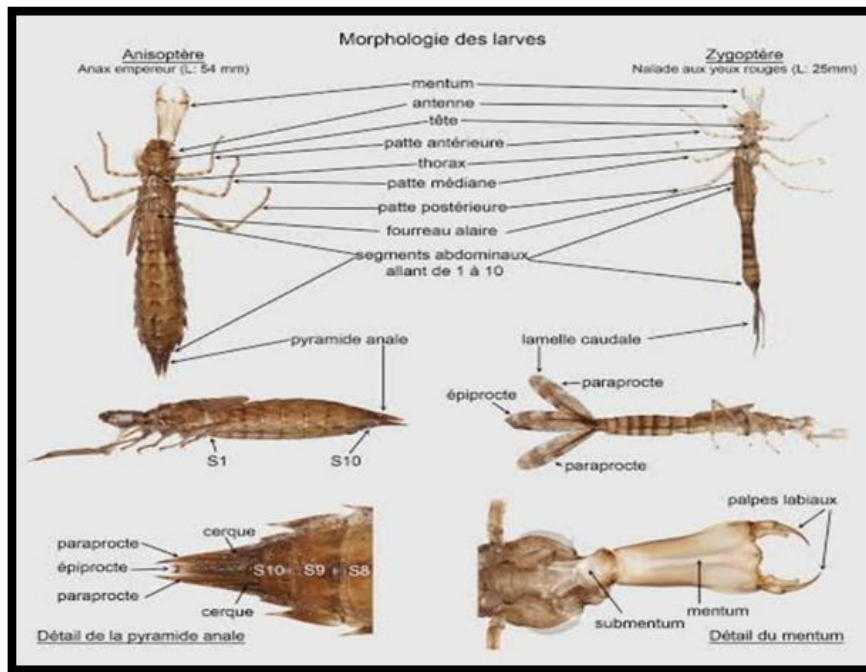


Figure23: Variation morphologiques de la larve de Zygoptères / Anisoptères(8)

2.5.3.Écologie et biologie :

Les odonates sont de grands prédateurs des écosystèmes aquatiques et humides auxquels ils sont étroitement liés (Grand et Boudot, 2006). Leur alimentation se compose essentiellement de larves d'autres insectes (Trichoptères, Diptères, Coléoptères,...), de vers et de crustacés. Elles consomment aussi les larves d'autres espèces de libellules (Robert, 1963 ; Ternois, 2003 ; Jourde, 2010) .

L'accouplement chez les odonates est unique et spectaculaire : du fait de l'anatomie du mâle et de la femelle, l'accouplement forme une sorte de cœur caractéristique, appelé cœur copulatoire. Selon les espèces, les individus peuvent avoir des comportements territoriaux très marqués. (Société Française d'Odonatologie, 2006)

Les odonates occupent des milieux très variés : des bassins saumâtres aux lacs de montagne et il n'est guère de milieux aquatiques qui ne puissent être colonisés par des odonates, ainsi et par leur dépendance aux milieux aquatiques et leur sensibilité aux modifications des habitats, la diversité odonatologique peut être un outil intéressant pour évaluer la qualité des milieux (Dommanget, 1989 ; Masselot et Nel, 2003).

2.6. Les Gastropodes :

Les Gastéropodes est une importante classe d'animaux de l'embranchement des Mollusques, elle constitue, en terme de nombre d'espèces, la seconde classe du règne animal, après celle des insectes. On en dénombre environ 40.000 espèces différentes (Mathieu, 1995). Les Gastéropodes d'eau douce appartiennent à deux sous-classe : celle des Prosobranches apparus au Cambrien et qui sont d'origine marine avec souvent des représentants en eaux saumâtres et celle des Pulmonés apparus au Jurassique, dont l'origine terrestre (Tachet et *al.*,2000).

2.6.1. Classification:

Règne : Animalia

Embranchement : Mollusca

Classe: Gastropoda(Cuvier , 1795)

Tableau13: Les sous-classes et familles des Gastéropodes (Tachet et *al.* , 2012)

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

2.6.2. Morphologie :

Tableau14: la morphologie de Prosobranches /Pulmonés (Référence)

Prosobranches	Pulmonés
Coquille spiralée, fermée par un opercule calcaire , elle est généralement dextre (à droite), les yeux sont à la base des tentacules	Coquille spiralée conique, soit patelliforme, elle peut -être dextre ou senestre, la cavité palléale est transformée en poumon à orifice unique: le pneumostome

La coquille des Gastéropodes ont des formes variables, de grandeur et de coloris. Elle joue une rôle de protection contre les prédateurs et la déshydratation (périodes de sécheresses) (Mathieu, 1995), elle est formée de trois couches (Maissiat et al. 2005), qui sont de l'extérieur vers l'intérieur :

- ✓ Le périostracum uniquement protéique.
- ✓ L'ostracum, formés de carbonates de calcium (CaCO₃).
- ✓ L'hypostracum constitué par alternance de lamelle de CaCO₃ et de protéines

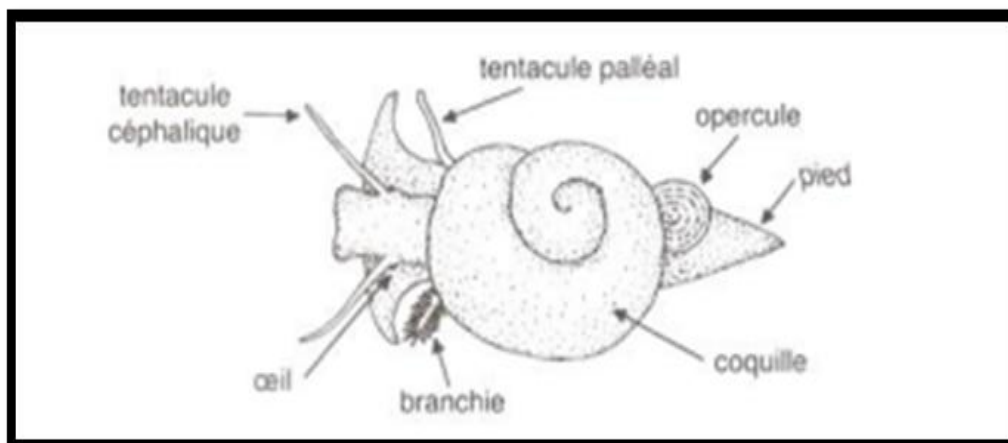


Figure24 : Gastéropode Prosobranchie vue dorsale (Tachet et al, 2012)

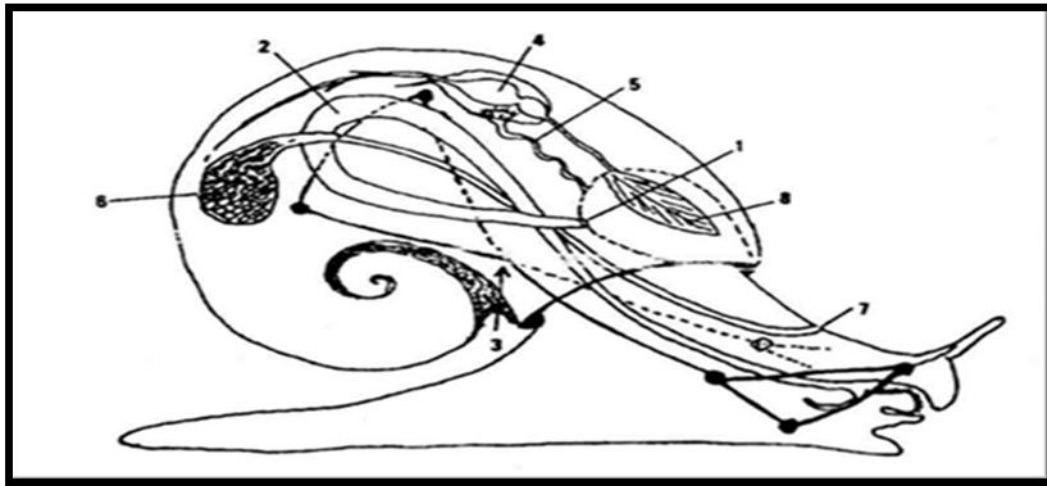


Figure 25: Plan d'organisation schématique d'un Prosobranché (Maissiat et al., 2005 in Fouzari, 2009).

1) : Anus dorsal , (2) : système digestif croisé , (3) : croisement du système nerveux ,(4) : cœur dans cœlome péricardique , (5) : néphridie , (6) : gonade ,(7) : orifice génital , (8) : branchie et cavité palléale.

2)

2.6.3. Biologie et écologie :

Les pulmonés sont toujours hermaphrodites, les sexes sont séparés chez les Prosobranches. Les femelles des pulmonés collent leurs œufs au substrat. La reproduction va du printemps à l'été; Le développement est direct, la durée de vie est de 9 à 15 mois. Il ya monovoltinisme ou bivoltinisme (une génération en été et une autre au printemps). Il ya hibernation et estivation les espèces secrètent alors un épiphragme. Les Gastéropodes sont herbivores, détritvovres. La dispersion se fait grâce aux oiseaux et lors des crues(Satha ,2014)

2.7. Les crustacés :

Cette classe comprend un très grand nombre d'espèces en milieu marin, en eau douce trois sous classes correspondent aux macroinvertébrés benthiques : Branchioures, Branchiopodes, Malacostracés (Tachet et al., 2012). on retrouve environ 40000 espèces (Mathieu, 1995). La prolifération de crustacés constitue donc un indice de pollution organique. De plus, ils sont sensibles à la pollution par les nitrates et les pesticides, ainsi qu'à l'acidification et à la faible oxygénation des plans d'eau (Hullnudd, 2009).

2.7.1. Classification :

Règne : Animalia

Sous-règne : Bilateria

Infra-règne : Protostomia

Super-embr : Ecdysozoa

Embranchement : Arthropoda

Sous-embranchement : Crustacea

Tableau15 : Sous-Classes, Ordres, Sous-ordres et Familles des Crustacés (Tachet et al, 2012)

Sous-Classes	BRANCHIOURES	BRANCHIOPODES	MALACOSTRACES			
Ordre		Anostracés Conchostracés	Amphipodes	Isopodes	Décapodes	
Sous-Ordre					Macroures	Brachyours
Familles			Gammaridae Niphargidae Crangonyctidae Corophiidae Talitridae	Asellidae	Atyidae Astacidae Cambaridae	Grapsidae Potamonidae

2.7.2.Morphologie :

Le corps des crustacés peut être divisé en trois parties : le céphalon, le thorax et l'abdomen (Tachet, 2010). Les crustacés possèdent un minimum de cinq paires de pattes articulées (exception faite des ostracodes) ainsi que deux paires d'antennes (Beaumont et Cassier, 2009 ; Baudour et Habiles. 2017)

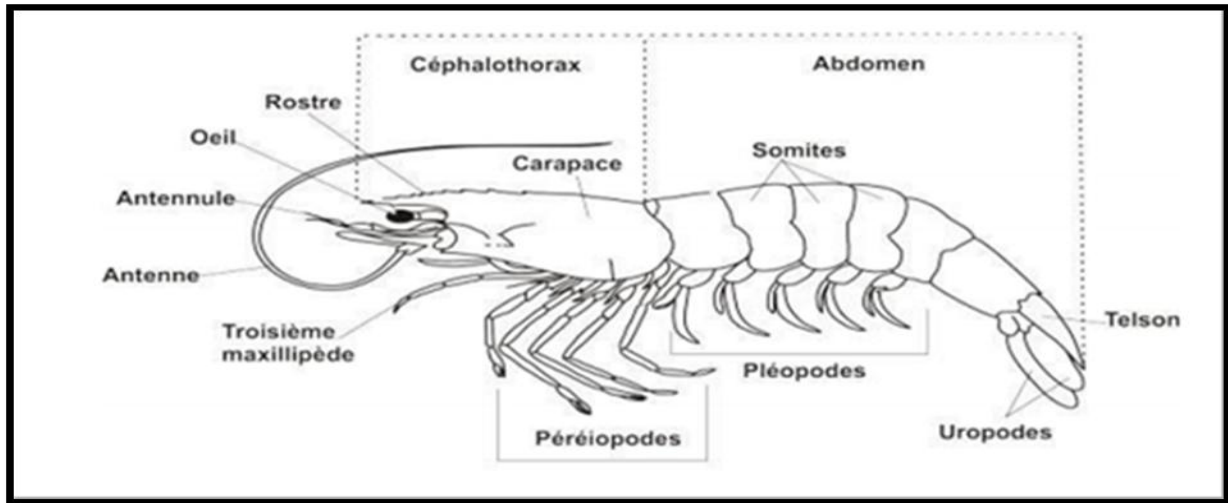


Figure26: Morphologie des crustacées (Moison et al., 2010)

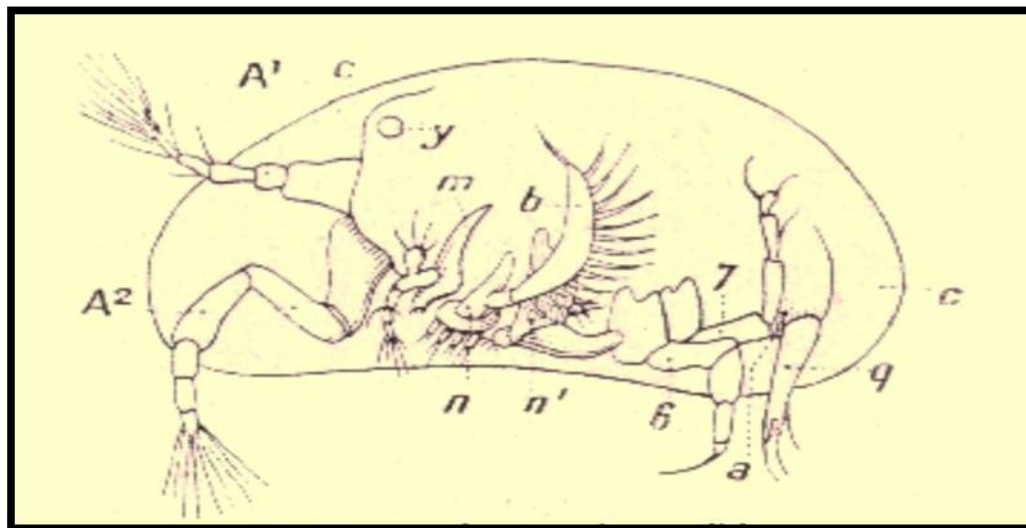


Figure27: Morphologie des crustacées (un ostracode)(11)

c, carapace bivalve. - y, oeil composé de gauche.

- A1 et A2, antennes. - m, man dibule.

- n, 1er paire de mâchoires avec l'appendice branchial b.

- n', 2e paire de mâchoires. - 6 et 7, 6e et 7e paires de pattes..

2.7.3. Ecologie et biologie :

Ce sont tous des animaux au genre de vie extrêmement variable, organisés pour vivre dans l'eau, et l'immense majorité de ces êtres habitent la mer; un très petit nombre de formes seulement se sont adaptées à la vie terrestre (Moisan, 2010). La reproduction se fait toujours par voie sexuée. Certaines espèces sont hermaphrodites (nombreux Cirripèdes), mais généralement les sexes sont séparés, ce qui s'accompagne d'un dimorphisme plus ou moins marqué. On recense enfin des cas d'hermaphrodisme (protandrique : condition d'hermaphrodisme de certains végétaux dans laquelle l'organe reproducteur male est mur avant l'organe reproducteur femelle); De nombreux crustacés, petits ou grands sont carnivores, soit prédateurs actifs soit charognards (crabes, homards, crevettes). Parmi les espèces peu mobiles ou fixes on trouve essentiellement des animaux filtreurs.

2.8. Trichoptères :

Les Trichoptères sont des insectes holométaboles dont la plupart des larves sont aquatiques et se cachent dans des fourreaux ornementés, un seul genre Enoicyla de la famille des Limnephidae est adapté à la vie terrestre. Ces insectes ressemblent à des papillons de nuit et sont aisément attirés quand ils sont attirés par la lumière. Pendant la journée, ils restent immobiles cachés au sein de la végétation. De façon générale, les trichoptères sont sensibles à la pollution (Grac, 1990).

2.8.1. Classification :

Règne :Animalia

Embranchement :Arthropoda

Classe : Insecta

Sous-classe :Pterygota

Ordre :Trichoptera



Figure28: larves de Trichoptère(9)

2.8.2. Morphologie :

La larve est de type eucéphale ; on distingue aisément la tête, le thorax et l'abdomen la capsule céphalique comporte un sclérite dorsale, les yeux sont petits avec des simples tâches oculaire, les antennes sont très réduites et les pièces buccales comportent un labre, d'une paire de mandibules qui s'articulent ventralement et qui portent des soies sur la face interne (Grac, 1990). le thorax est formé de 3 segments bien individualisés portant chacun une paire de pattes. Le pronotum est toujours entièrement sclérifié, ventralement le prothorax peut porter une ou plusieurs pièces sclérifiées : le prosternite. Le mésonotum est soit membraneux ou sclérifié, ventralement pour le

métathorax la disposition est la même que le mésothorax c'est-à-dire soit membraneux ou présenter des tâches sclérifiées. Les pattes sont longues, formées des articles : hanche, trochanter, fémur, tibia et tarse composé d'un seul article qui se termine par une griffe. Les pattes pro thoraciques sont courtes et trapues et sont un auxiliaire à l'appareil buccal et servent également à la construction de l'étui. Alors que les pattes méso et métathoraciques servent à la locomotion. (Grac C, 1990).

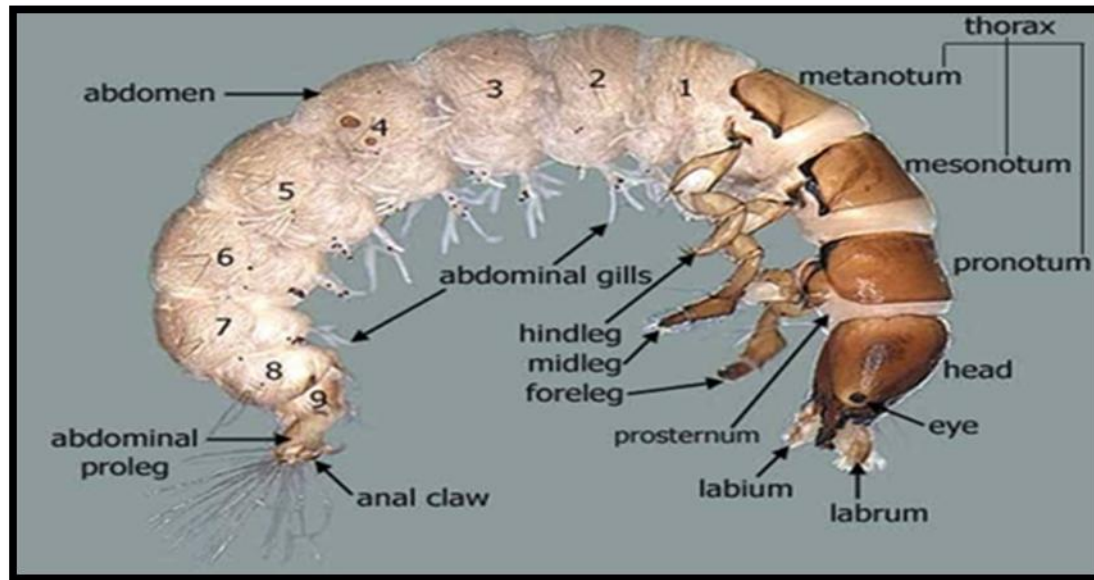


Figure29: Morphologie des Trichoptères(9)

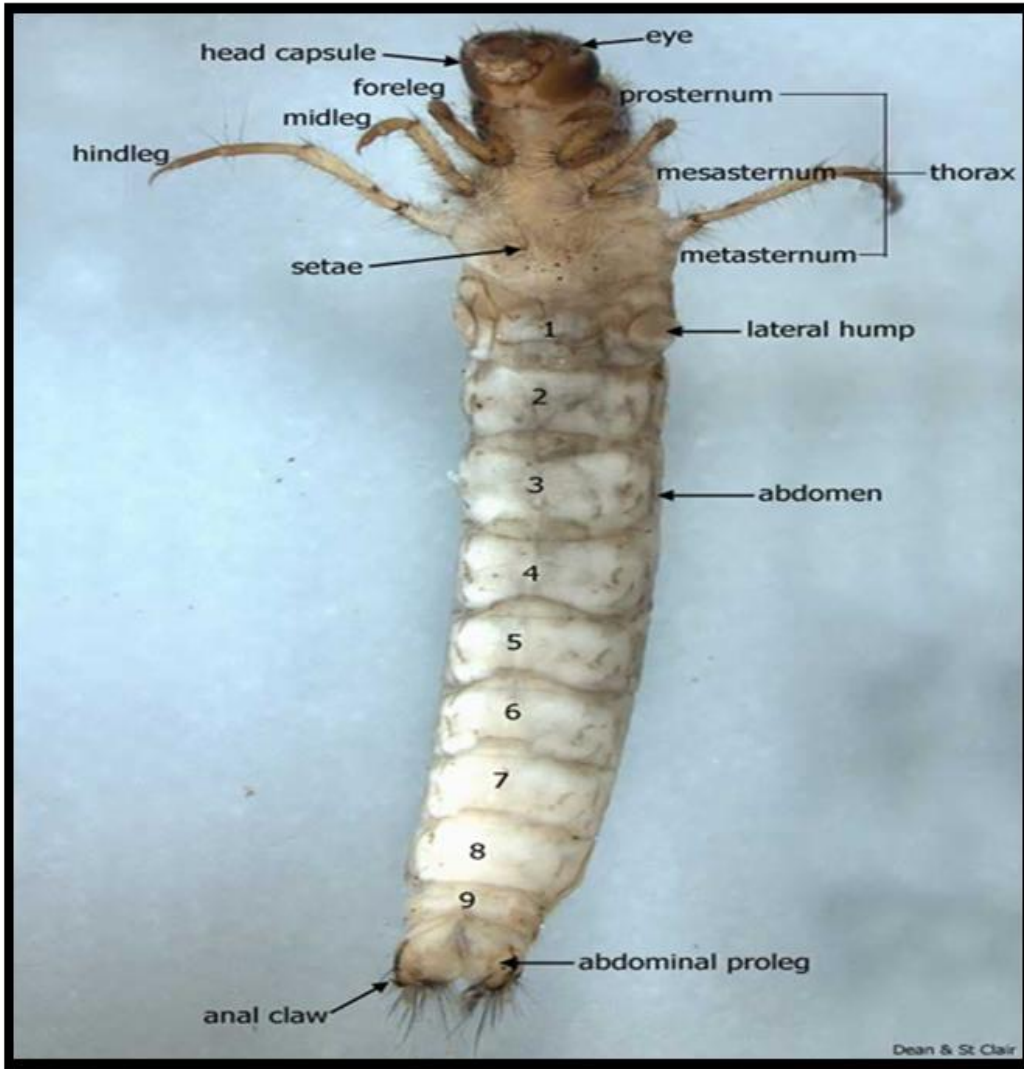


Figure 30: Vue ventrale des Trichoptères(9)

Troisième chapitre

Matériel et méthodes

3.1. Protocol de travail :

Notre travail pratique sur le terrain s'est étalé sur trois mois de Décembre 2019 à Février 2020, nous avons effectué douze (12) sorties au niveau de 5 mares de la wilaya de Guelma. Le traitement des données biologiques, la mesure de quelques paramètres physico-chimiques et l'identification des espèces ont été réalisés au niveau du laboratoire de pédagogie de l'université de Guelma.

3.1.1. Matériel expérimental :

3.1. 1. 1. Sur le terrain

- ✓ Une épuisette pour la collecte des macroinvertébrés
- ✓ Des bouteilles en plastique
- ✓ Du formol (5%) pour la conservation des échantillons
- ✓ Des fiches techniques
- ✓ Un Multiparamètre
- ✓ Un appareil photo numérique
- ✓ Un GPS
- ✓ Une bouteille d'eau distillée

3.1. 1. 2. Au laboratoire :

Le matériel technique de laboratoire qui nous a été indispensable pour la réalisation de la

Partie pratique de notre étude consiste en :

- ✓ Une loupe binoculaire
- ✓ Un turbidimètre
- ✓ Des boîtes de pétri.
- ✓ Des épingles entomologiques
- ✓ Un ou deux guides pour identifier le matériel biologique (Guide d'identification des principaux macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec, 2010 ; Tachet, 2010)
- ✓ Un pinceau
- ✓ Flacons étiquetés
- ✓ De l'éthanol 70% pour conserver les espèces

3.1. 2. Méthode de terrain :

3.1. 2.1 Choix des sites et rythme d'échantillonnage :

Nous avons d'abord commencer par choisir les stations d'échantillonnage, ce choix s'est basé sur l'accessibilité au site et sa commodité d'échantillonnage, la profondeur des mares et l'altitude : en effet 5 stations ont été choisies au niveau de la Haute Seybouse (Al Madjen, Ras Al Agba), moyenne Seybouse (Héliopolis, Dejbala, Mawna). Chaque station est échantillonnée une fois par mois.

3.1. 2.2. Préparation du matériel :

Elle se fait la veille de la sortie.

- ✓ -Le matériel comprenant les différents dispositifs de mesure doit être vérifié.
- ✓ -Les fiches techniques préparées.

3.1. 2.3. Sur Le terrain :

3.1. 2.3.1. Mesure des paramètres physico-chimiques :

Nous avons effectué des sorties mensuelles en respectant la durée de temps impartie à chaque station : 30mn pour l'échantillonnage des macro invertébrés, Notre travail a suivi les étapes suivantes : Dans un premier temps, nous mesurons in situ les différents paramètres physico-chimiques notamment : La température, la conductivité, la profondeur, la largeur des mares. Nous avons remplis des bouteilles d'eau pour compléter les mesures de la turbidité et du pH qui se sont faites au laboratoire.

3.1. 2.3.2. Echantillonnage des macro-invertébrés :

L'objectif de l'échantillonnage est de collecter la diversité la plus représentative des macro invertébrés au niveau de chaque mare visitée pour obtenir un inventaire le plus précis possible des espèces présentes dans ces milieux lenticules. L'échantillonnage des larves se fait à l'aide d'une épuisette, dix coup de filets étant effectués au milieu et en bordure de la mare dans les parties à fortes végétations aquatiques ainsi qu'au fond dans les parties boueuses et sableuses des sites. l'épuisette est nettoyée dans un seau rempli d'eau afin de ne pas transporter les espèces d'une mare à l'autre.

3.1. 2.3..3.Le tri des macro-invertébrés :

- ❖ **Sur le terrain :**

Le contenu du filet est vidé dans un récipient blanc, afin d'en faciliter le tri, un tamis a été utilisé pour récupérer la faune la plus représentative, qui a été versée dans des flacons en plastique sur lesquels noms, dates et heure du prélèvement sont inscrits. La fixation du matériel biologique est effectuée sur place par l'ajout du formol à 5%. Les échantillons obtenus des différents milieux, ont été transportés au laboratoire où ils ont été triés sous binoculaire afin d'être identifiés.

❖ **Au laboratoire :**

Les organismes récoltés ont été triés, identifiés, comptés et rangés par groupe fonctionnels. Pour cela, nous avons eu recours à différents guides ; ouvrages et publications relatives aux macro-invertébrés (Guide d'identification des principaux macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec, 2010; Tachet, 2010)

3.1.3. Les paramètres physico-chimiques :

3.1.3.1. la température :

La température de l'eau influe sur beaucoup d'autres paramètres en particulier l'oxygène : Plus la température de l'eau s'élève, plus la quantité d'oxygène dissous diminue. Elle joue un rôle important dans le développement, la croissance et le cycle biologique de la majorité des insectes aquatiques.

3.1.3.2. La conductivité :

La mesure en $\mu\text{S}/\text{cm}$ ou mS/cm (Siemens par cm) de la conductivité électrique d'une eau s'effectue à l'aide d'un conductimètre, Celui-ci mesure le passage de l'électricité entre deux électrodes plongées dans l'eau. La mesure de la conductivité permet d'apprécier les matières en solution dans l'eau, donc le degré de minéralisation globale de l'eau

Tableau16: Rapport entre la conductivité et la minéralisation (Rodier, 1996).

Conductivité	Minéralisation
0-100 $\mu\text{S} / \text{cm}$	Minéralisation très faible
100-200 $\mu\text{S} / \text{cm}$	Minéralisation faible
200-333 $\mu\text{S} / \text{cm}$	Minéralisation moyenne accentuée
333-666 $\mu\text{S} / \text{cm}$	Minéralisation accentuée
666-1000 $\mu\text{S} / \text{cm}$	Minéralisation importante
> 1000 $\mu\text{S} / \text{cm}$	Minéralisation élevée

3.1.3.3. La turbidité :

C'est un paramètre, qui varie en fonction des composés colloïdaux (argiles) ou aux acides humiques (dégradation des végétaux) mais aussi les pollutions qui troublent l'eau. la turbidité a été mesurée par la méthode normalisée par spectrométrie, c'est à dire mesure de l'absorption de la lumière par l'eau ref. Au laboratoire à l'aide d'un turbidimètre nous avons déterminé la valeur de chaque échantillon exprimée en UTN (Unité de Turbidité Néphélométrique) ou NTU: Néphélometric turbidity units .

- ✓ NTU < 5 => eau claire
- ✓ NTU < 30 => eau légèrement trouble
- ✓ NTU > 50 => Eau trouble.

3.1.3.4. L'oxygène :

L'oxygène est l'un des paramètres les plus importants de la vie aquatique. Sa présence est primordiale à la respiration des êtres vivants aérobies. L'oxygène de L'écosystème dulcicole provient de plusieurs sources. La plus importante est l'atmosphère, L'oxygène étant absorbé par l'eau, par l'action de vent, des vagues. En plus de cela il y a la photosynthèse.(Le phytoplancton comme les algues unicellulaires, des cyanobactéries et autres plantes Aquatiques) fixent le CO₂ de l'eau en utilisant l'énergie solaire et

des molécules d'eau et libèrent de l'oxygène dans le milieu (Huguette, 2006). Pour mesurer l'oxygène dissous, nous avons utilisé un oxymètre de terrain disposant d'une sonde spéciale.

3.1.3.5. Potentiel d'hydrogène :

Ce paramètre donne le degré d'acidité ou d'alcalinité d'une eau, Il traduit la balance entre acide et base sur une échelle de 0 à 14. La valeur de 7 étant le pH de neutralité, Le pH doit être compris entre 6 et 9 pour permettre la vie aquatique. Ce paramètre caractérise un grand nombre d'équilibre physico-chimique et dépend de facteurs multiples. Pour faire monter le pH d'une eau on lui ajoute des produits alcalins, pour le faire baisser des produits acides.

Tableau 17: Classification des eaux d'après leur pH (Anonyme, 1996-2002)

pH	Caractéristiques de l'eau
pH < 5	Acidité forte : présence d'acides minéraux ou organiques dans les eaux naturelles.
pH = 7	pH neutre.
7 < pH < 8	Neutralité approchée : majorités des eaux de surface.
5.5 < pH < 8	Majorité des eaux souterraines
pH = 8	Alcalinité forte, évaporation intense.

3.1.3.6. La profondeur :

La profondeur de l'eau est une variante environnementale très importante, elle influence le réchauffement des eaux et donc l'installation et la prolifération de la faune et de la flore thermophile. La profondeur de l'eau agit sur la teneur en oxygène ref. Les mesures de la profondeur sont effectuées à chaque prélèvement à l'aide d'un manche en bois graduée

3.1.4. Les données faunistiques :

3.1.4.1. L'organisation d'un peuplement :

3.1.4.1.1. La fréquence: La fréquence correspond au pourcentage d'individus d'une espèce (n_i) par rapport au total des individus recensés (N) d'un peuplement (Ramade, 2009). elle est donnée par l'équation: $FE = n_i / N \cdot 100$

3.1.4.1.2. L'abondance : Correspond au nombre d'individus échantillonnées.

3.1.4.1.3. La richesse spécifique: La richesse spécifique S désigne le nombre total d'espèces qui existent dans un peuplement (Blondel. 1975). Ce paramètre renseigne sur la qualité du milieu, plus le peuplement est riche plus le milieu est complexe et donc stable.

3.1.4.2. La structure d'un peuplement :

L'étude de la diversité peut être réalisée selon des approches qui sont fondée sur l'usage d'indices de diversité. Ces derniers permettent de comparer entre eux des peuplements et de voir comment ceux-ci évoluent dans l'espace et dans le temps (Boudour& Habiles, 2017).

3.1.4.2.1 Indice de diversité de Shannon-Wiever :

Cet indice à l'avantage de faire intervenir l'abondance des espèces, il se calcule à

l'aide de la formule suivante :

- ✓ $H' =$
- ✓ H' : indice de biodiversité de Shannon.
- ✓ i : une espèce de milieu d'étude.
- ✓ P_i : proportion d'une espèce i par rapport au nombre total d'espèces (S) dans le milieu d'étude
- ✓ (ou richesse spécifique du milieu), qui se calcule de la façon suivante :
- ✓ $P(i) = n_i / N$
- ✓ n_i : le nombre d'individus pour l'espèce i
- ✓ N : l'effectif total(les individus de toutes les espèces).

Cet indice s'exprime en bit (unité d'information) et mesure le niveau de complexité d'un peuplement. Un indice de diversité élevé correspond à un peuplement diversifié et équilibré(Meziane, 2009).

3.1.4.2.2. Indice d'Équitabilité (équirépartition) :

L'équitabilité constitue une seconde dimension fondamentale de la diversité (Ramade,1984). Cet indice sert à comparer les diversités de deux peuplements ayant des richesses spécifiques différentes ,Elle s'exprime comme suit : $E=H'/H_{max}$.

- ✓ H_{max} : la diversité maximale ($H_{max} = \log(S)$)
- ✓ S : le nombre d'espèces formant le peuplement.
- ✓ H : indice de diversité.

3.1.4.2.3. Indice de Jaccard-Tanimoto :

Permet de quantifier la similarité entre habitats. si l'indice se rapproche de 1 cela veut dire que les espèces sont communes et donc partagent les mêmes conditions environnementales.

$$C_j = j / (a + b - j)$$

- ✓ J : nombre d'espèces communes aux 2 communautés
- ✓ a : nombre total d'espèces dans la communauté 1
- ✓ b : nombre total d'espèces dans la communauté 2



Figure 31: Boîtes de pétri



Figure 32: Une loupe binoculaire



Figure 33: Boîtes de collections



Figure 34: pinces



Figure 35 : Formol 5%



Figure 36: Thermomètre



Figure 37:GPS 72 (Garmin)

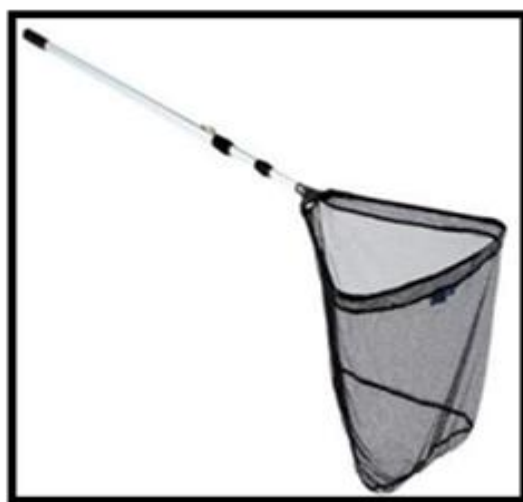


Figure 38:Une épuisette

Quatrième chapitre

Résultats et discussion

4.1. Analyse des paramètres physico-chimiques :

4.1.1. La température:

La température joue un rôle important dans le développement, la croissance et le cycle biologique de la majorité des insectes aquatiques. Elle peut agir également sur la localisation des espèces et la densité des populations. Durant toute la période d'étude, la moyenne des températures varie entre (10°C) et (12°C), de légères différences de températures existent entre les mares, on remarque qu'il ya une élévation progressive des valeurs de décembre à février où elles atteignent leurs maximums. Ces valeurs sont en concordance avec la profondeur de chaque mare (Tab18. & Tab19. Fig 39 & Fig40).

Tableau18 : Variations mensuelles de la température de l'eau des cinq mares

Stations	Déc	jan	Fév	Moyenne	écart type
El Madjen	10,2	7,3	12,4	10	2,55
Ras El Agba	10,8	10,2	12,5	10,5	0,42
Djebala	11,3	10,2	13,5	11,7	1,68
Heliopolis	13,1	11,4	14,4	12,97	1,5
Mawna	10,1	9,8	13,5	11,13	2,05

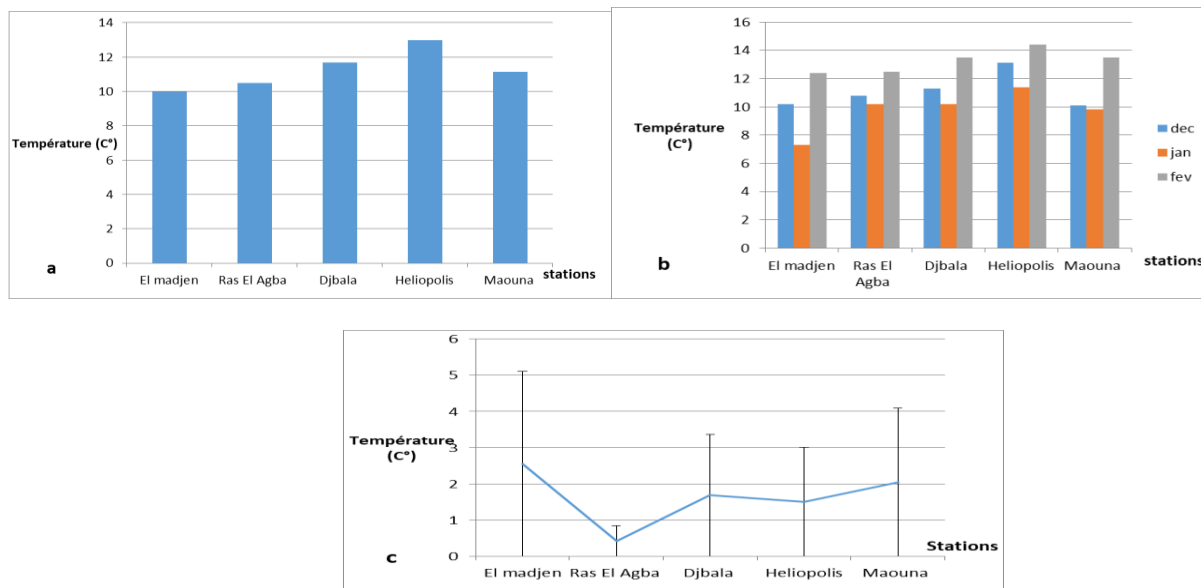


Figure 39 a) b) c) .Variations moyennes et mensuelles de la température de l'eau des cinq mares

4.1.2. La profondeur:

Le mare de Ras Al Agba est la plus profonde avec 74,7cm. Les trois mares (El Madjen ,Djebala et Héliopolis) ont des profondeurs moyennes très proches entre (62cm et 65cm). Quand à la profondeur moyenne de Mawna elle est de 45 cm seulement (Tab19, Fig.40).

Tableau 19 : Variations mensuelles de la profondeur de l'eau des cinq mares

Station	Déc	jan	Fév	Moyenne	Ecart type
El Madjen	64	61	71	65,33	5,13
Ras Al Agba	74	70	80	74,7	5,03
Djebala	60	58	73	64	8,14
Héliopolis	56	50	81	62,3	16,44
Mawna	40	33	62	45	15,13

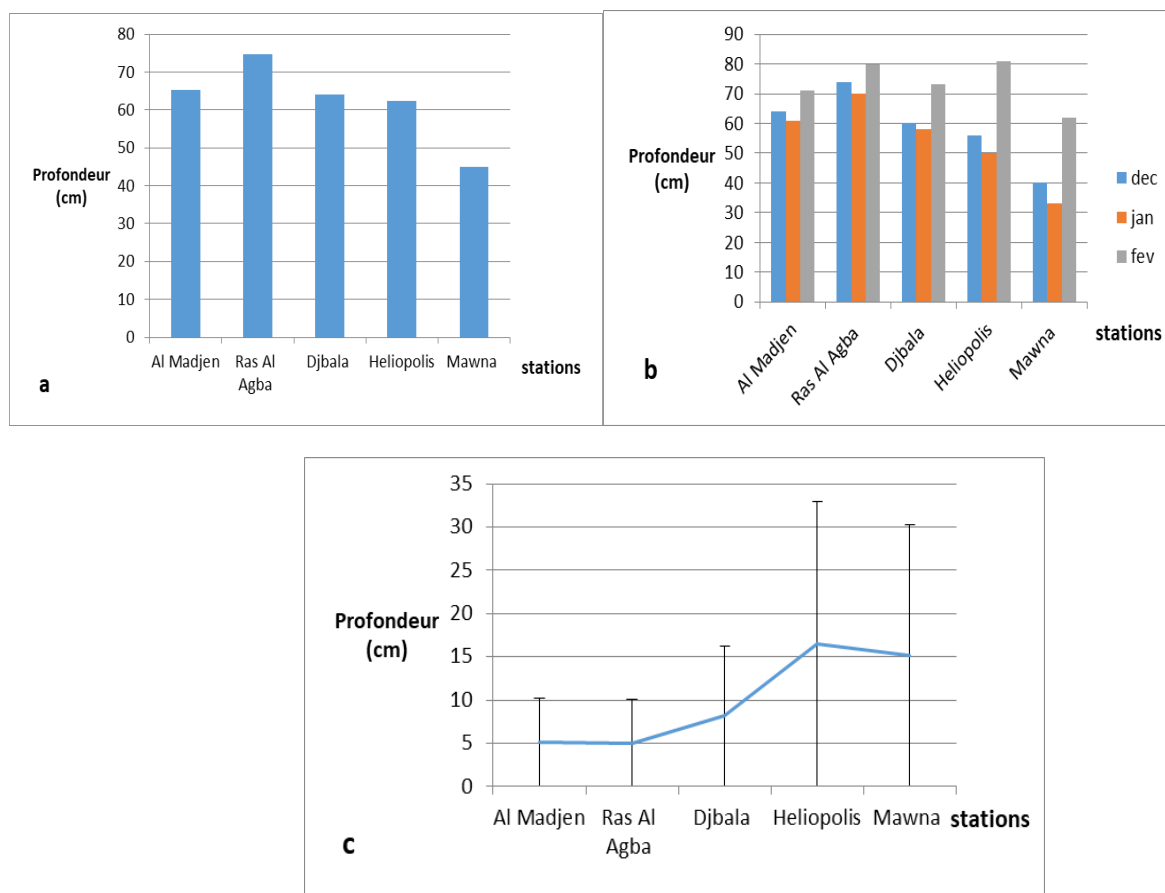


Figure 40 a) b) c).Variations moyennes et mensuelles de la profondeur de l'eau des cinq mares

4.1.3.L'oxygène dissous:

C'est au niveau de la mare de Ras Al Agba et El Madjen que les valeurs moyennes de l'oxygène sont les plus élevées on a enregistré respectivement 0,27mg/l et 0,24 mg/l alors que les valeurs des autres mares sont presque équivalentes 0,19mg/l pour la station de Héliopolis et 0,16mg/l pour les stations Djebala et Mawna (Tab20., Fig.41).La raison de la forte augmentation de l'oxygène dissous à Ras Al Agba est la propagation des plantes à un rythme considérable sur les rives de la mare , en plus du mouvement de l'eau résultant de l'utilisation de pompes à eau pour l'agriculture.

Tableau 20: Variations mensuelles de l'oxygène dissous de l'eau des cinq mares

Stations	Déc	jan	Fév	Moyenne	Ecart type
El Madjen	0,5	0,1	0,12	0,24	0,22
Ras El Agba	0,54	0,2	0,06	0,27	0,24
Djebala	0,32	0,06	0,11	0,16	0,13
Héliopolis	0,31	0,11	0,15	0,19	0,1
Mawna	0,3	0,08	0,11	0,16	0,11

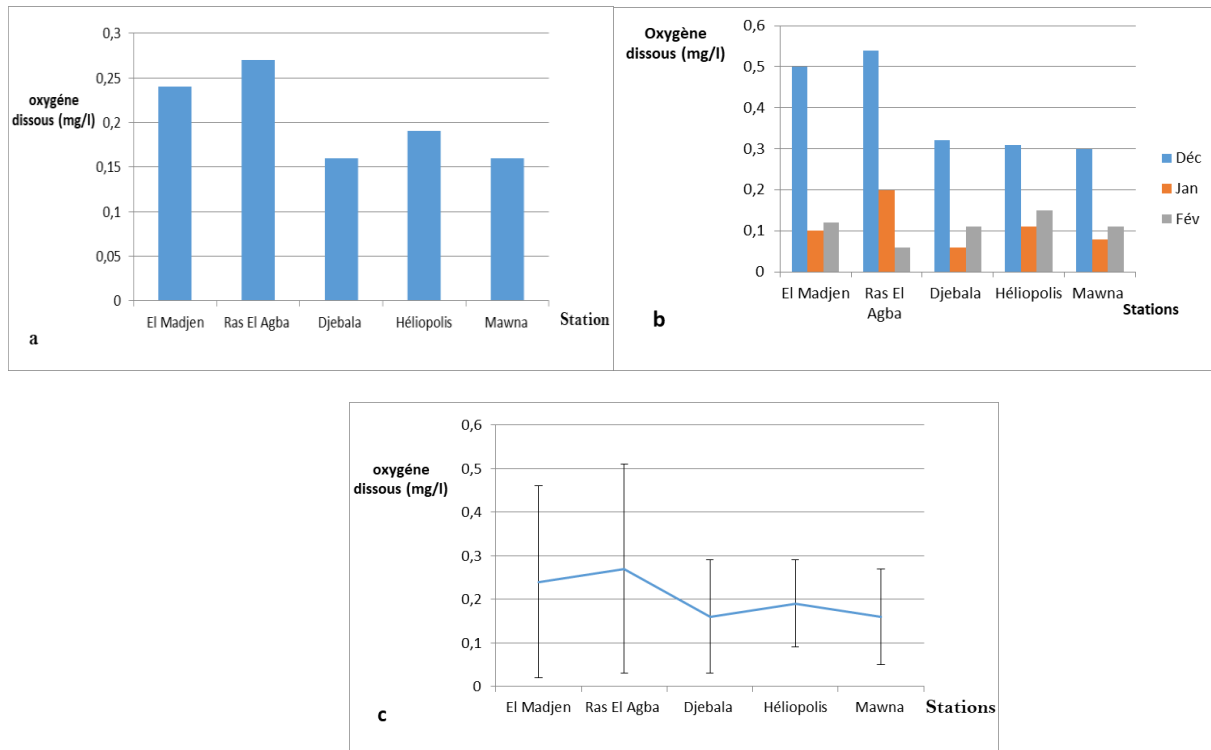


Figure 41a) b) c).Variations moyennes et mensuelles del'oxygène dissous de l'eau des cinq mares

4.1.4. Le pH :

Le pH est alcalin et les valeurs moyennes varient très peu 10,65 ,10.62 , 10.16 respectivement à EL Madjen , Ras Al Agba et Maouna; 9,74 à Djebala et 10,01 au niveau de Héliopolis (Tab.21 Fig.42)

Tableau 21: Variations mensuelles du pH dissous de l'eau des cinq mares

Stations	Déc	jan	Fév	Moyenne	Ecart type
El Madjen	10,17	10,01	10,31	10,16	0,15
Ras Al Agba	12,3	10,34	9,3	10,65	1,52
Djebala	9,52	10,2	9,5	9,74	0,4
Heliopolis	10,38	9,65	10,26	10,1	0,39
Mawna	10,51	11,4	9,95	10,62	0,73

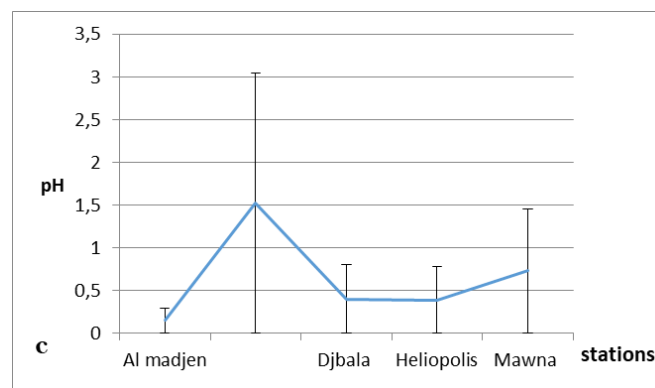
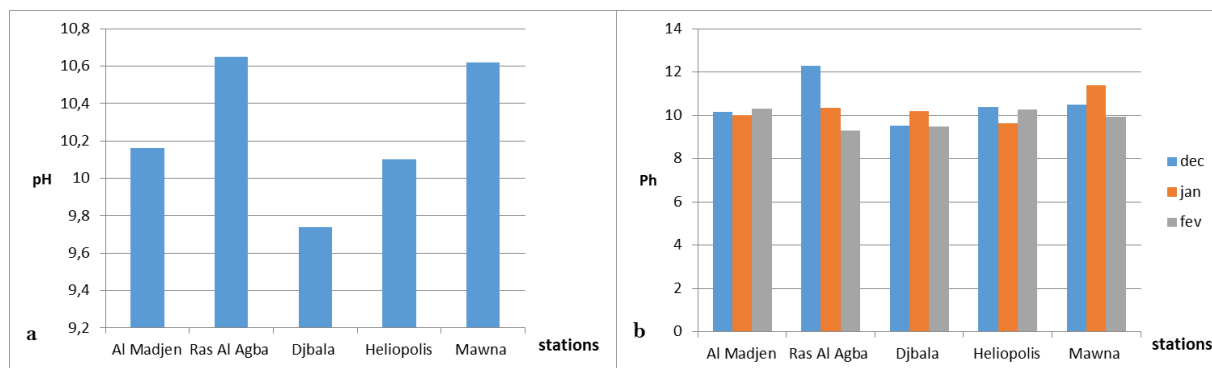


Figure 42a) b) c). Variations moyennes et mensuelles du pH de l'eau des cinq mares

4.1.5. La conductivité:

On remarque que les eaux de la mare de Djebala sont les plus minéralisées avec une conductivité moyenne de 2421.3 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Au contraire, la mare de Héliopolis est la moins minéralisée avec seulement 453,3 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Les valeurs sont moyennes au niveau d'El Madjen ,Mawna et Ras Al Agba et se situent entre 458,7 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et 611,66 $\mu\text{S}/\text{cm}$. 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 Djebala que la conductivité est élevée au cours du mois de janvier avec des valeurs qui se rapprochent de 3000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Ceci s'explique d'une part par l'érosion des roches au fond des mares qui se fait de façon naturelle et d'autre part, à cause des interventions humaines à travers l'eau polluée des activités agricoles (Tab22. Fig.43).

Tableau 22: Variations mensuelles de la conductivité de l'eau des cinq mares

Station	Déc	jan	Fév	Moyenne	Ecart type
El Madjen	641	604	590	611,66	26,35
Ras Al Agba	624	342	410	458,7	147,16
Djebala	1975	2787	2502	2421,3	412,1
Héliopolis	426	445	489	453,3	32,31
Mawna	400	467	510	459	55,43

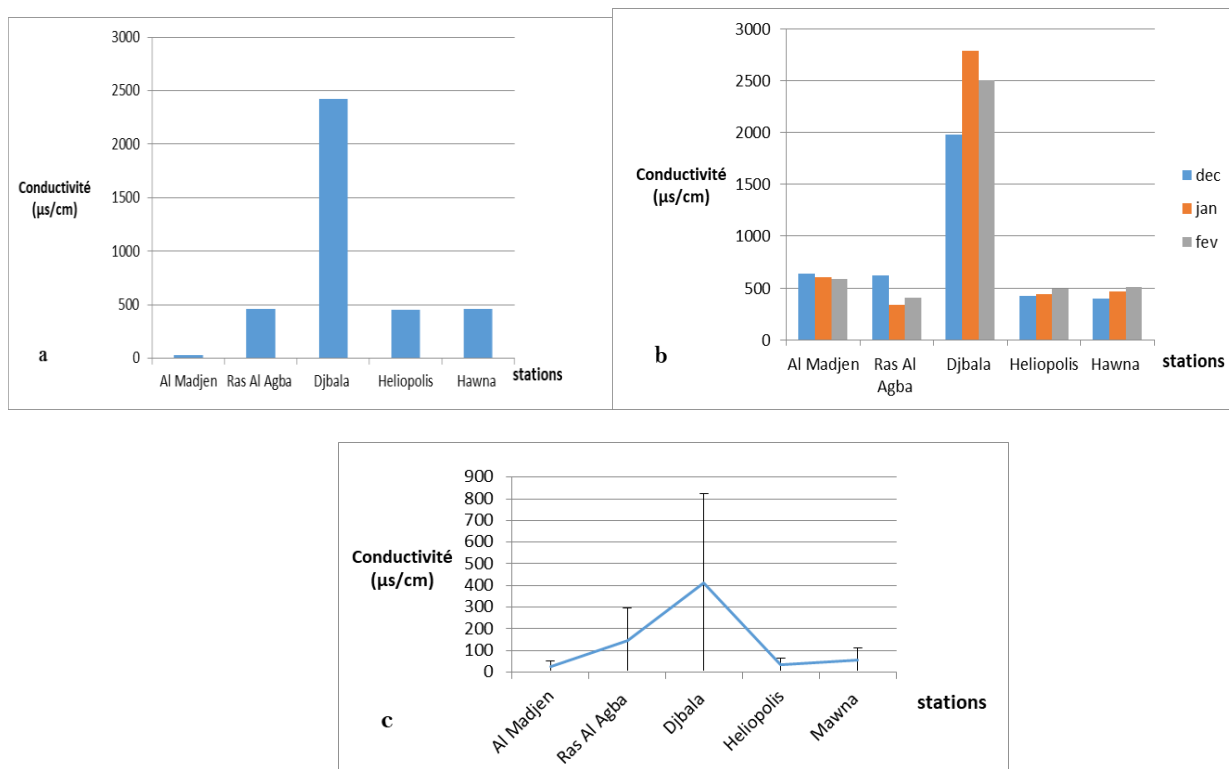


Figure 43 a) b) c).Variations moyennes et mensuelles de la conductivité de l'eau des cinq Mares

4.1.6. La turbidité:

C'est la mare de Ras Al Agba qui enregistre une turbidité moyenne de 73,23 NTU durant toute la période d'étude. En effet, elle contient une grande quantité d'algues et le substrat est formé d'argiles et de limons. Les valeurs moyennes des autres mares sont relativement faibles et sont de l'ordre de 14,81 NTU, 17,26 NTU, 27,9 NTU et 35,5 NTU notées respectivement à El Madjen, Mawna, Djebala et Héliopolis (Tab23, Fig44).

Tableau 23: Variations mensuelles de la turbidité de l'eau des cinq mares

Station	Déc	jan	Fév	Moyenne	Ecart type
El Madjen	9,94	16,9	17,6	14,81	4,23
Ras Al Agba	126	43,4	50,3	73,23	45,82
Djebala	44,3	18,5	20,9	27,9	14,25
Heliopolis	47	17,4	42,1	35,5	15,87
Mawna	6,9	32,4	12,5	17,26	13,4

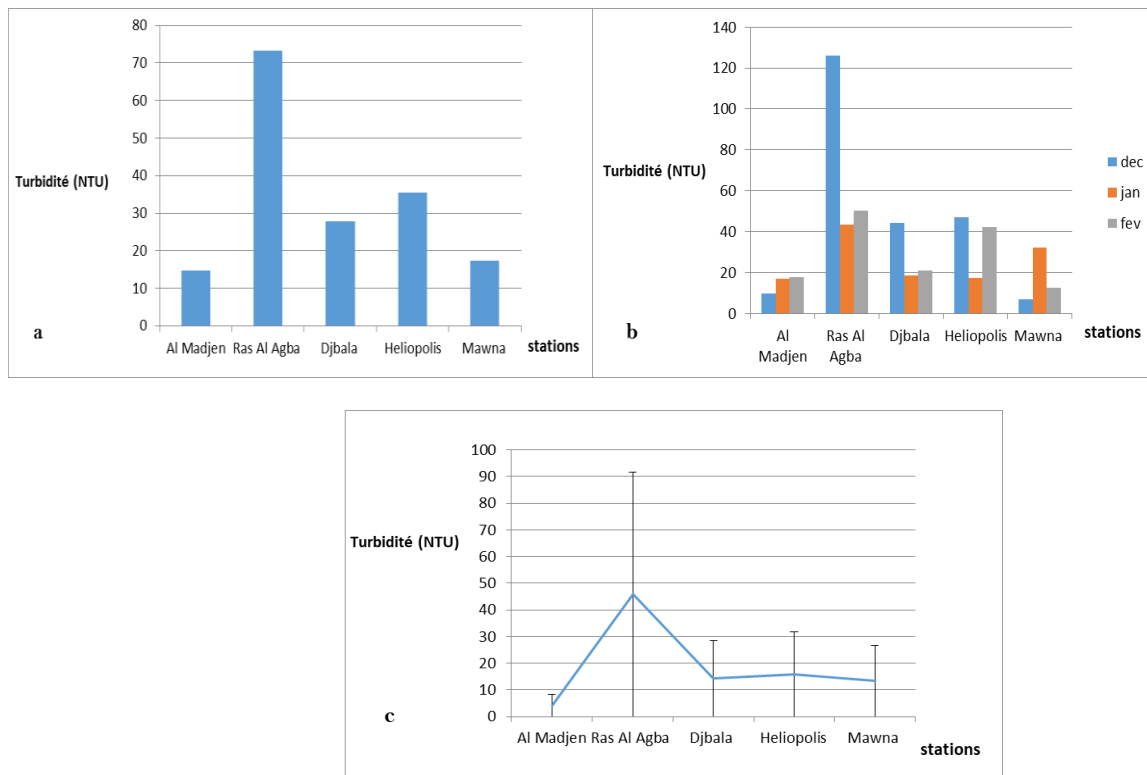


Figure 44a) b) c). Variations moyennes et mensuelles de la turbidité de l'eau des cinq Mares

4.1.7. Nitrites :

Les teneurs moyennes en NO_2^- varient entre une valeur minimale de 0,007 mg/l enregistrée dans la mare de «El Madjen » et une valeur maximale de 0,66 mg/l à Djebala indiquant une qualité d'eau passable d'après les références de la Seq-eau des cours d'eau et l'ABH (Tab.24, Tab 29 , Fig45).

Tableau 24: Variations mensuelles des Nitrites des cinq mares

Station	Déc	jan	Fév	Moyenne	Ecart type
El Madjen	0,005	0,01	0,007	0,007	0,0025
Ras Al Agba	0,015	0,02	0,26	0,02	0,005
Djebala	0,102	0,97	0,91	0,66	0,484
Heliopolis	0,011	0,008	0,005	0,008	0,003
Mawna	0,012	0,025	0,033	0,023	0,01

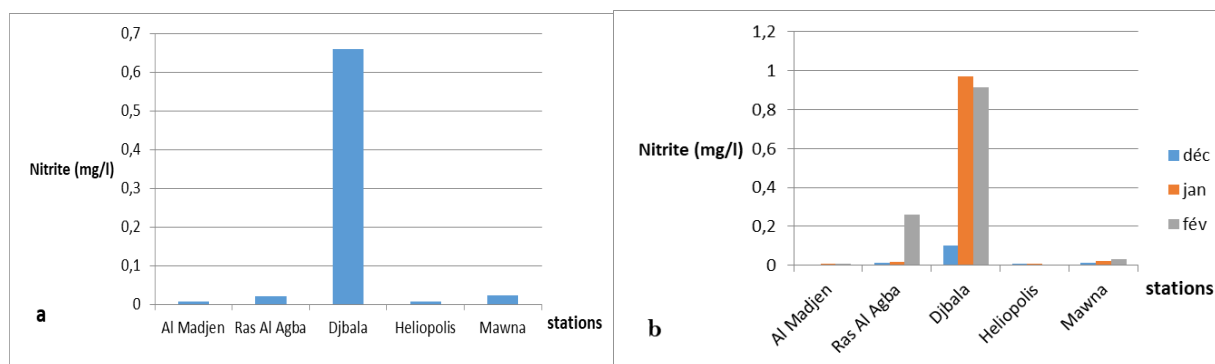


Figure45 a) b) c).Variations moyennes et mensuelles des Nitrites des cinq mares

4.1.8.l'ammonium :

Les teneurs en NH_4^+ varient entre une valeur minimale de 0mg/l enregistré durant le mois de Décembre dans la mare de «Héliopolis » et une valeur maximale de 0,141 mg /l enregistrée durant le mois de Février dans la mare de «Mawna ».

Les valeurs moyennes en NH_4^+ montrent que les mares étudiées sont dans l'ensemble d 'excellente à bonne qualité .(Tab 25 , Fig46).

Tableau 25: Variations mensuelles de l'ammonium des cinq mares

Station	Déc	jan	Fév	Moyenne	Ecart type
El Madjen	0,069	0,079	0,084	0,077	0,007
Ras Al Agba	0,04	0,048	0,057	0,048	0,008

Djebala	0,116	0,123	0,14	0,126	0,012
Heliopolis	0	0,01	0,013	0,007	0,006
Mawna	0,033	0,112	0,141	0,095	0,055

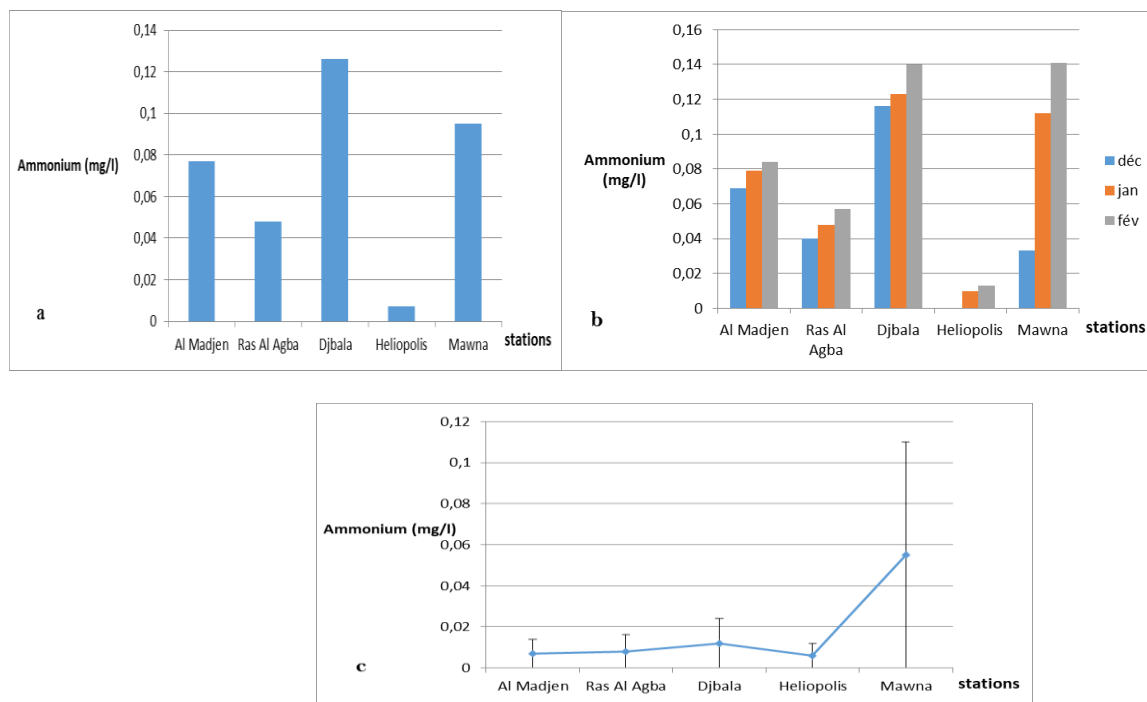


Figure 46 a) b) c). Variations moyennes et mensuelles de l'Ammonium des cinq mares

4.1.9. Les Nitrates :

Dans notre étude, les valeurs des nitrates enregistrées, varient entre 0,11 en Janvier dans la mare de El Madjenà 5,986 en Décembre dans la mare de Ras Al Agba . Nos résultats montrent que les mares

étudiées ne présentent pas de pollution; En effet dans toutes les mares les valeurs des nitrates sont inférieures à 10 mg/l (pour la Seq eau et l'ABH) . Toutes les mares présentent une bonne qualité de l'eau.(Tab 26 , Fig47).

Tableau 26: Variations mensuelles des Nitrates des cinq mares

Station	Déc	jan	Fév	Moyenne	Ecart type
El Madjen	0,15	0,11	0,12	0,19	0,027
Ras Al Agba	5,986	5,647	0,06	5,53	0,541
Djebala	4,827	4,892	0,11	3,971	0,818
Heliopolis	0,903	0,903	0,15	0,579	0,318
Mawna	2,142	1,435	0,11	1,228	1,033

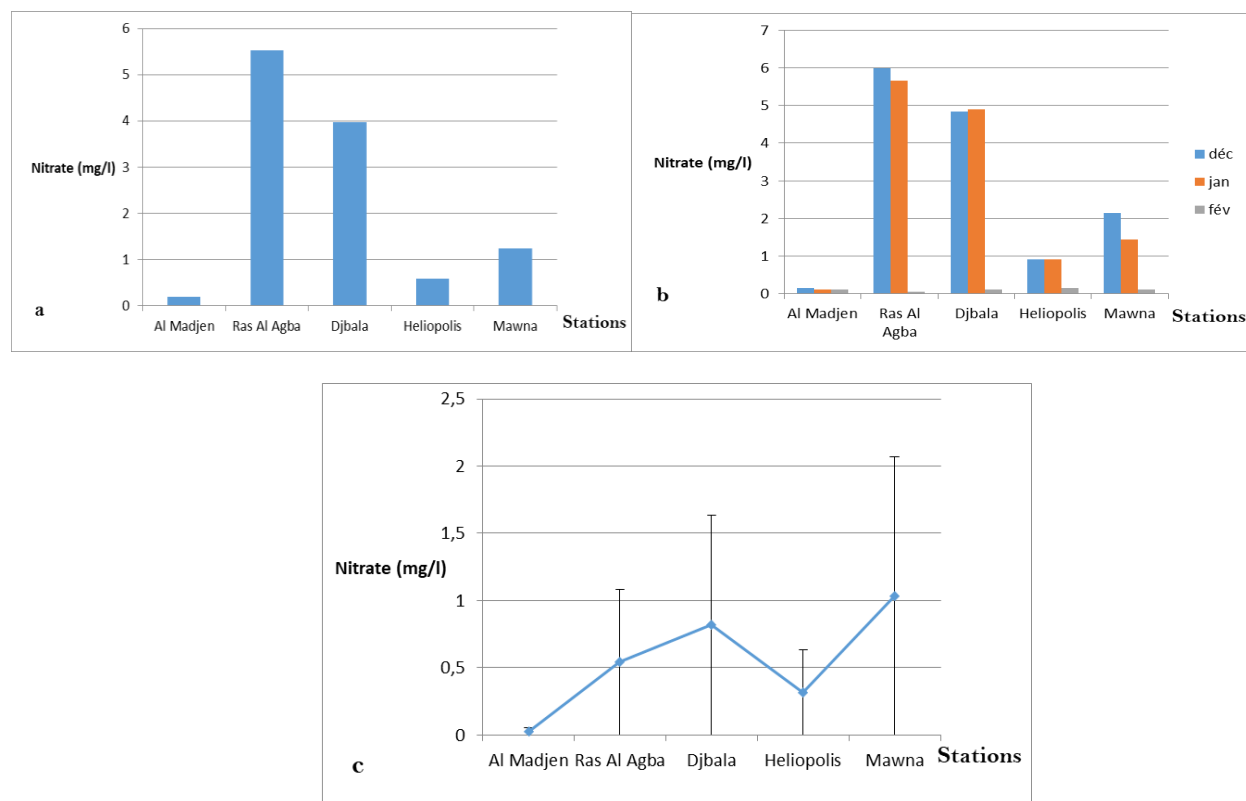


Figure 47 a) b) c).Variations moyennes et mensuelles des Nitrates des cinq mares

4.1.10. Les Orthophosphates :

D'après les valeurs mensuelles, les teneurs en PO_4 varient entre une valeur minimale de 0 mg/l enregistrée durant le mois de Février dans la mare d'El Madjen à une valeur maximale de 0,525 mg /l enregistrée durant le mois de Décembre dans la mare de Djebala . Les valeurs moyennes montrent que les mares d'El Madjen et Héliopolis et Mawna ont des eaux d'excellente qualité alors que les mares de Ras El Agba et Djebala sont de bonnes qualité (Tab29, Tab28. &Tab.27). Rappelons que les orthophosphates ont une origine principalement domestique (contamination fécale et détergents) mais aussi agricole (engrais) et industrielle (industrie chimique). (Fig48).

Tableau 27: Variations mensuelles de Orthophosphates des cinq mares

Station	Déc	jan	Fév	Moyenne	Ecart type
El Madjen	0,005	0,002	0	0,002	0,002
Ras Al Agba	0,11	0,086	0,63	0,275	0,307
Djebala	0,525	0,346	0,133	0,334	0,196
Heliopolis	0,092	0,026	0	0,039	0,047
Mawna	0,271	0,097	0,014	0,127	0,131

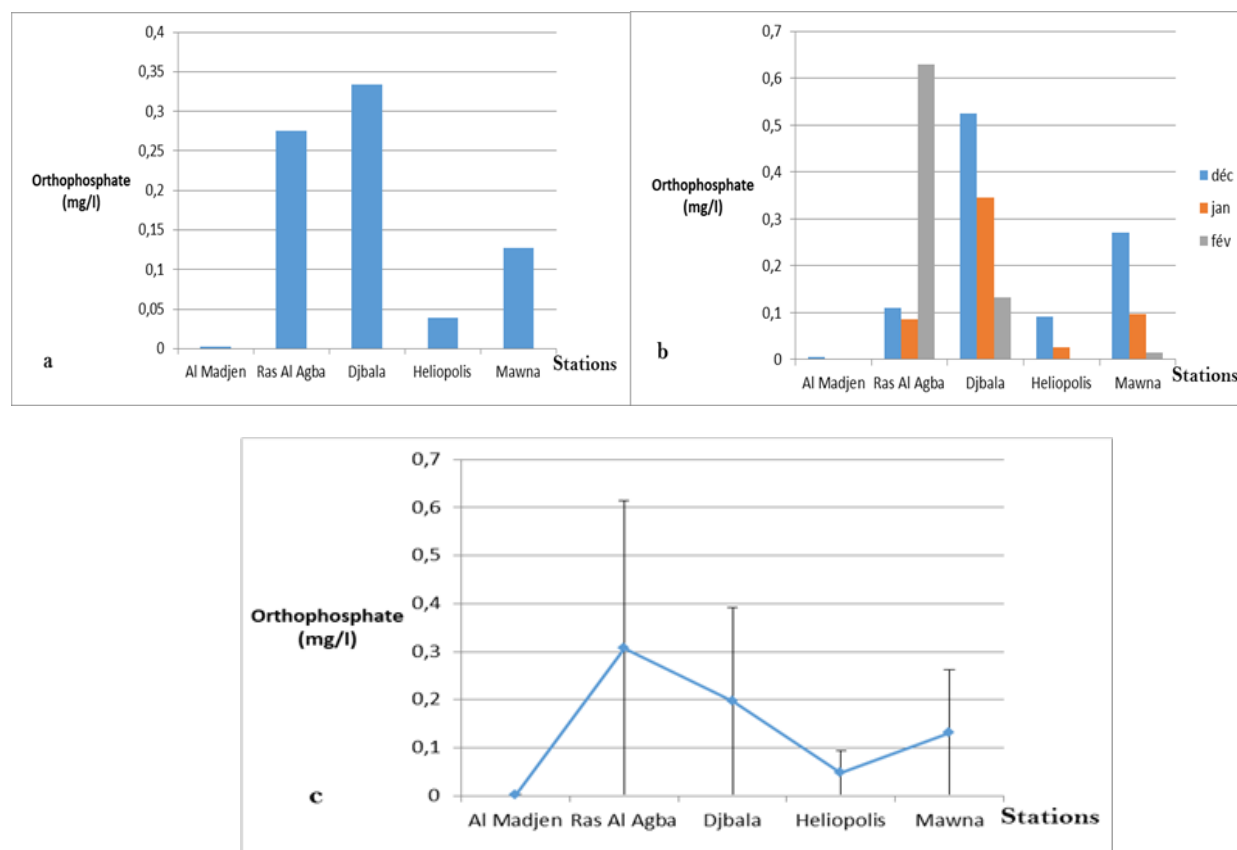


Figure 48a) b) c). Variations moyennes et mensuelles des Orthophosphates des cinq mares

	O2 dissous	mg/l	>7	5 à 7	3 à 5	<3	0
	El Madjen	10,16				0,24	
	Ras Al Agba	10,65				0,27	
	Djebala	9,74				0,13	
	Heliopolis	10,1				0,1	
	Mawna	10,62				0,11	
	NH ₄	mg/l	<0,1	0,1 à 0,5	0,5 à 2	2 à 8	>8
	El Madjen		0,077				
	Ras Al Agba		0,048				
	Djebala		0,126				
	Heliopolis		0,007				

**Tableau 28 :
Evaluation de
la pollution de**

l'eau des mares d'étude d'après l'ABH (ABH, 2001)

	Mawna		0,095				
	PO ₄	mg/l	<0,2	0,2à 0,5	0,5 à 1	1 à 2	>2
	El Madjen		0,002				
	Ras Al Agba			0,275			
	Djebala			0,334			
	Heliopolis		0,039				
	Mawna		0,127				
	NO ₃ ⁻	mg/l	<5	5 à 25	25 à 50	50 à 80	>80
	El Madjen		0.19				
	Ras Al Agba		5.53				
	Djebala		3.97				
	Heliopolis		0.57				
	Mawna		1.22				
	NO ₂ ⁻	mg/l	<0,1	0,1à 0,3	0,3 à 1	1 à 2	>2
	El Madjen		0.007				
	Ras Al Agba		0,02				
	Djebala				0,66		
	Heliopolis		0,008				
	Mawna		0.023				

Tableau 29 : Evaluation de la pollution de l'eau des mares d'étude d'après la Seq-eau

Classe d'aptitude	Très bonne	Bonne	Passable	Mauvaise	Très mauvaise
Indice d'aptitude	80	60	40	20	
Oxygène mg/l	8	6	4	3	
DBO5 mg/l	3	6	10	25	
Turbidité (NTU)	15	35	70	100	
PO4³⁻ (mg/l PO4)	0,1	0,5	1	2	
NO2⁻ (mg/l NO2)	0,03	0,3	0,5	1	
PH	8	8,5	9	9,5	
Température	20	21,5	25	28	
NO3⁻ (mg/l MO3)	2	10	25	50	

Tableau 30 :Evaluation de la pollution de l'eau des mares d'étude d'après la Seq-eau

	Turbidité	NO2	NO 3	NH4+	PO4	PH	Températures
Al Madjen	T. Bonne	T. Bonne	T. Bonne	T. Bonne	T. Bonne	T.Mauvaise	T. Bonne
Ras Al Agba	Mauvaise	T. Bonne	Bonne	T. Bonne	Bonne	T.Mauvaise	T. Bonne
Dejbala	Bonne	Mauvaise	T. Bonne	Bonne	Bonne	T.Mauvaise	T. Bonne
Héliopolis	Bonne	T. Bonne	T. Bonne	T. Bonne	T. Bonne	T.Mauvaise	T. Bonne
Mawna	T. Bonne	T. Bonne	T. Bonne	T. Bonne	T. Bonne	T.Mauvaise	T. Bonne



Evaluation de la pollution de l'eau des mares d'étude

d'après l'ABH

D'après la Directive cadre sur l'eau (DCE), les substances surveillées pour évaluer la qualité chimique des plans d'eau sont, en particulier, les pesticides, les métaux lourds, les hydrocarbures, les polychlorobiphényles (PCB), etc. La concentration de ces substances est comparée à des normes de qualité environnementale (NQE). Si la concentration de toutes les substances suivies est inférieure aux NQE, alors le plan d'eau est estimé en bon état chimique. Si une seule molécule dépasse sa NQE, le plan d'eau n'atteint pas le bon état chimique. La liste des substances suivies et la valeur des NQE sont révisées régulièrement. Cela permet de tenir compte de l'utilisation de nouvelles molécules et de l'avancée des connaissances ou des techniques d'analyse

.La comparaison des résultats des mesures des paramètres physico-chimiques trouvées au sein de nos mares aux normes de qualité de l'agence des bassins hydrographiques indique :

- ✓ Les taux d'ammonium sont inférieurs à 0,2 mg/l , les eaux de toutes les stations appartiennent à une classe de qualité excellente;
- ✓ Pour les Orthophosphates , les eaux des mares d'El Majen, Héliopolis et Mawna sont d'excellente qualité alors que les celle des mares de Djebala et Ras El Agba sont de bonne qualité ;
- ✓ Djebala présente une classe de qualité passable pour les nitrites alors qu'elle est de qualité excellente pour le reste des mares
- ✓ Toutes les mares sont de classe de qualité excellente par rapport aux nitrates puisque toutes les valeurs sont inférieures à 5mg/l (Tab.30)

➤ **Evaluation de la pollution de l'eau des mares d'étude d'après la Seq-eau**

Pour les mêmes paramètres, la comparaison par rapport aux normes de la Seq-eau indique:

- ✓ **El Madjen:** Pour tous les paramètres les eaux sont de très bonne qualité excepté pour le potentiel hydrogène
- ✓ **Ras El Agba:** Les eaux ont une turbidité de mauvaise qualité et une très mauvaise qualité du pH
- ✓ **Djebala:** Les eaux sont de mauvaise qualité par rapport aux nitrites est très mauvaise pour le pH , cependant la qualité est bonne à très bonne pour les autres paramètres
- ✓ **Héliopolis:** Excepté pour le pH où la qualité est très mauvaise les autres paramètres sont indiquent une classe de qualité des eaux bonne à très bonne
- ✓ **Mawna :** les eaux sont de classe de qualité très bonne excepté pour le potentiel Hydrogène .

4.2. Check-list des taxa faunistiques de la faune aquatique :

Tableau 31 : Check-list des taxa faunistiques de la faune aquatique

Embranchement	Classe	Ordre	Famille	Héliopolis	Djebala	Mawna	El Madjen	Ras Al Agba
		Trichoptères		+	-	-	-	-
Arthropodes	Insectes	Ephemeroptères		+	+	+	+	+
		Diptères	Chironomidae	+	+	+	+	+
			Simuliidae	-	-	-	-	-
			larve	-	-	-	-	-
			Nymphe	+	+	-	-	+
		Coléoptères		+	+	+	+	+
		Odonates		+	+	+	+	+
				-	-	-	-	-
		Hétéroptères	Notonectidae	+	+	+	+	+
			Corixidae	+	+	+	+	+
	Arachnides		Araignée	-	-	-	-	-
			Hydracariens	-	-	-	-	-
Mollusques	Gastéropode		Physidae	+	+	-	+	-
			Planorbidae	-	-	-	-	-
	Bivalves			-	-	-	-	-
Annélides	Oligochètes		Lumbricidae	-	-	-	-	-

(+) Présence (-) Absence

4.2. 1. Analyse globale des taxons faunistiques dans les stations :

La totalité des taxons faunistiques capturés, triés, identifiés et considérés dans nos analyses représentent 2601 individus. L'abondance des groupes des taxons fluctue suivant les mares variant de 510 individus à la mare d'El Madjen , 741 individus à la mare de Ras Al Agba ,582 à la mare Djebala, 423 individus à la mare de Mawna et 345 individus à la mare de Héliopolis ce qui équivaut respectivement à 20% , 29% , 22% et 16% et enfin 13% de la faune totale (Fig.49).). Les macro invertébrés sont représentés par 2569 individus (Trichoptères, Ephéméroptères, Diptères, Coléoptères, Odonates, Hétéroptères, Mollusques,) (Tab31). Ces derniers ont été retenus pour l'analyse des peuplements.

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

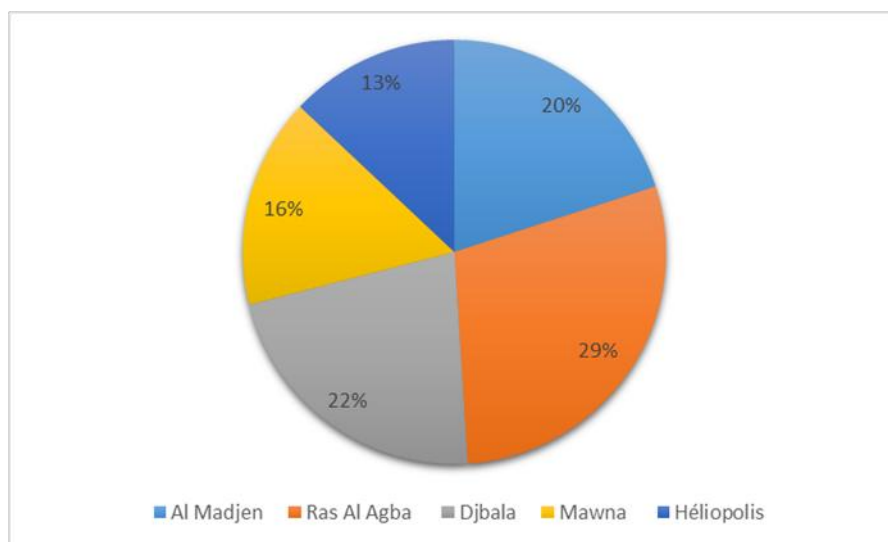


Figure49 : Abondance globale des taxa faunistiques dans les cinq mares

4.2. 2.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 2569 individus : Ephéméroptères 1505 individus 59% , les Diptères 131 individus 5% , les Hétéroptères 423 individus 17% , les Odonates 185 individus 7% , les Coléoptères 161 individus 6%, les crustacés 139 individus 5%. Les mollusques quant à eux représentent 18 individus ce qui équivaut à 0,7% et enfin les gastéropodes avec 7 individus (0,3%) (Fig.50).

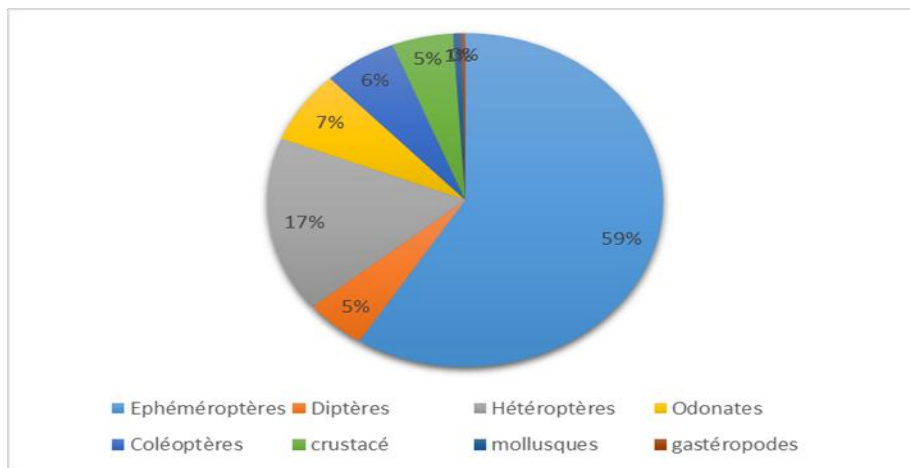


Figure 50 : Abondance globale des principaux taxons des macroinvertébrés

4.2. 3. 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 Ras Al Agba (39%) et Djebala (19%). On remarque que dans les mares de El Madjen ,Héliopolis et Mawna les Ephéméroptères représentent respectivement (15%), (13%) et (14%) seulement du total (Fig51/a)

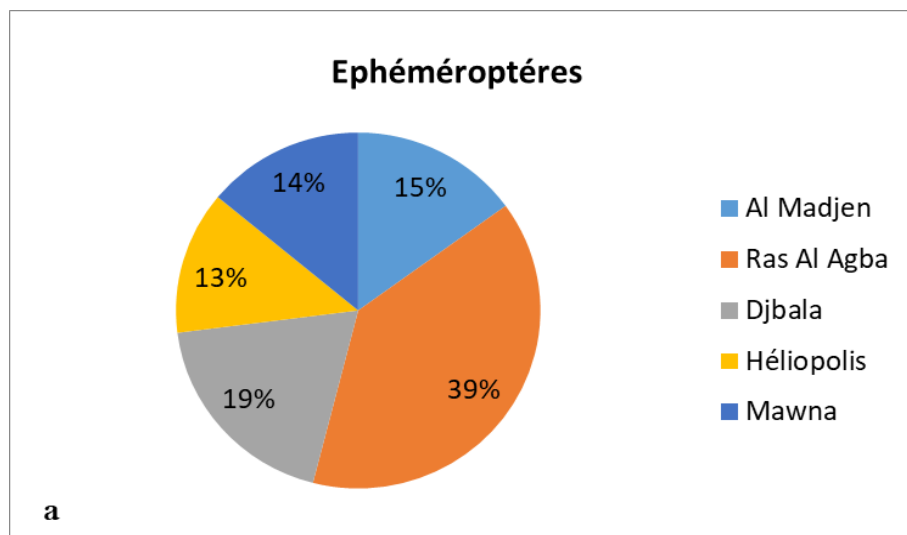


Figure 51: Abondance par station (Ephéméroptère)[a]

Les Hétéroptères sont le deuxième ordre le plus abondant et sont représentés avec un effectif total d'individus (17%) par rapport au total des insectes peuplant les 5 mares. Il est à noter que la majorité des Hétéroptères sont concentrés à Mawna et Djebala (30%) et (28%), par contre les mares de Héliopolis, Ras Al Agba et El Madjen présentent un pourcentage qui varie respectivement de (11%), (14%) et (17%) (Fig 52 b).

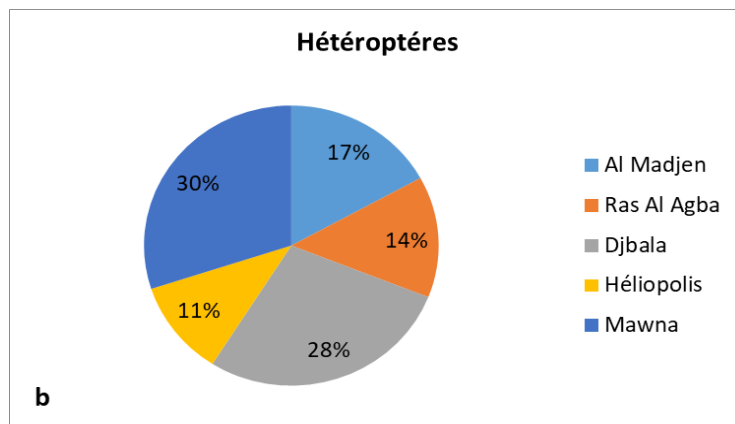


Figure 52: Abondance par station (Hétéroptères) [b]

La (Fig 53 c) montre que les Coléoptères sont plus fréquents au niveau de la mare de Ras Al Agba (52%) où ils sont régulièrement présents durant toute la période d'étude par rapport aux autres mares où ils ne représentent que 15% soit (23 individus) à Djebala, 14% soit (25 individus) à El Madjen, (12%) à Mawna et (7%) à Héliopolis.

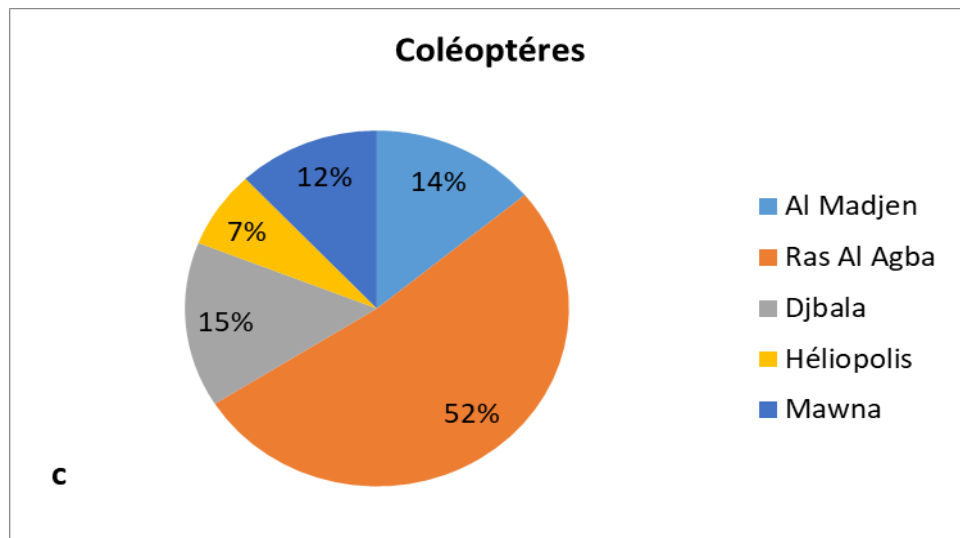


Figure 53: Abondance par station (Coléoptères)[c]

Les Odonates sont représentés avec une abondance totale de 185 individus, prédominant au niveau de la mare de Héliopolis avec 75 individus soit (41%) par contre les autres stations, ils atteignent 37 individus soit (37%) au niveau de la mare de Ras Al Agba, 15 individus soit (15%) à Djebala et 12 individus soit (6%) à El Majenet 2 individus soit (1%) à Mawna (Fig.54d)

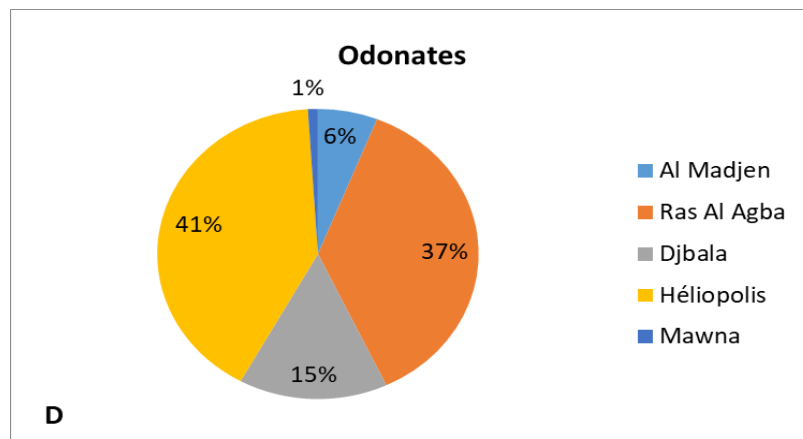


Figure54 : Abondance des Odonates [d] par station

On voit que les Diptères sont plus abondants au niveau de la mare d'El Madjen où ils présentent les effectifs les plus élevés 33 individus soit (25%). 30 individus soit (23%) Par rapport à la mare de Djebala, 25 autres soit (19%) à Héliopolis, 23 individus à Mawna soit (18%) et 20 individus soit (15%) à Ras Al Agba (Fig.55)

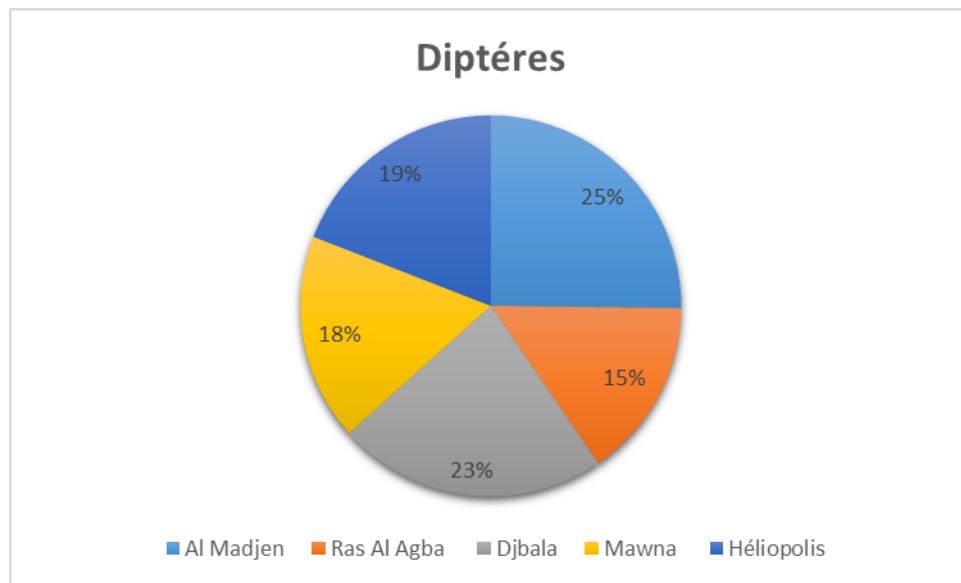


Figure 55 : l'abondance des Diptères par station

Les mollusques et les crustacés sont les plus faiblement représentés durant la période d'étude.

Les Mollusques et crustacés :

On voit que les Mollusques sont plus abondants au niveau de la mare de Djebala où ils présentent les effectifs les plus élevés 9 individus soit (50%) par rapport à la mare de Héliopolis et El Majden , rappelons que les mollusques sont absents au niveau des mares Ras Al Agba et Mawna durant toute la période d'étude (Fig 56a) . Contrairement aux Mollusques les crustacés sont les plus représentés au niveau de la mare de Djebala avec 73 individus soit (53%) par rapport à la mare de Héliopolis qui compte 53 individus soit (38%) . Les mares d'ElMadjen et de Ras El Agba comptent respectivement 7 et 6 individus soit (5%) et (4%) . Les Mollusques n'ont pas été échantillonnés dans la mare de Mawna. (Fig 56b)

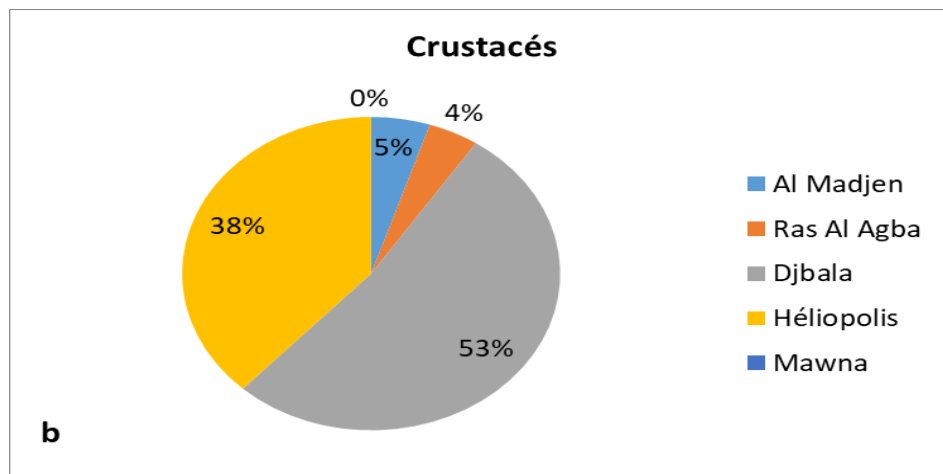
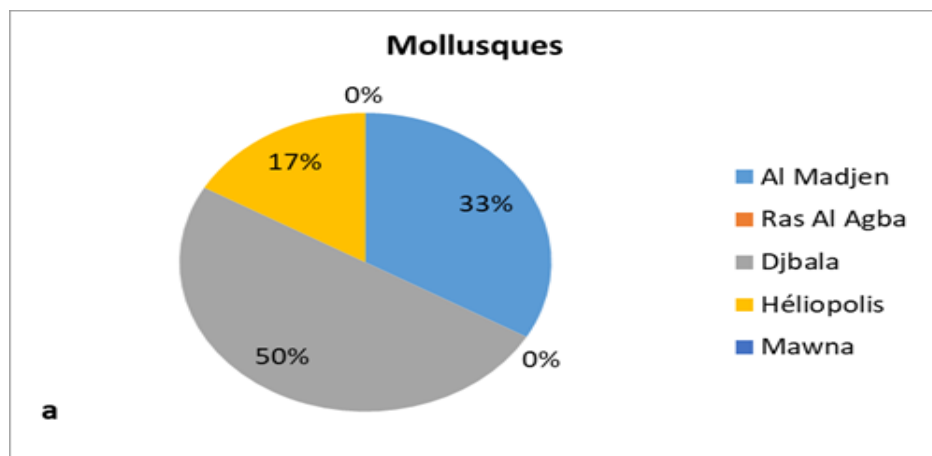


Figure56 : l'abondance par station des Mollusques[a] crustacés[b]

4.2.4. La Richesse des principaux taxa

La richesse spécifique est de 8 taxons à Héliopolis et El Madjen ,7 taxons à Djebala et Ras El Agba et 5 taxons au niveau de la mare de Mawna(Fig 57)

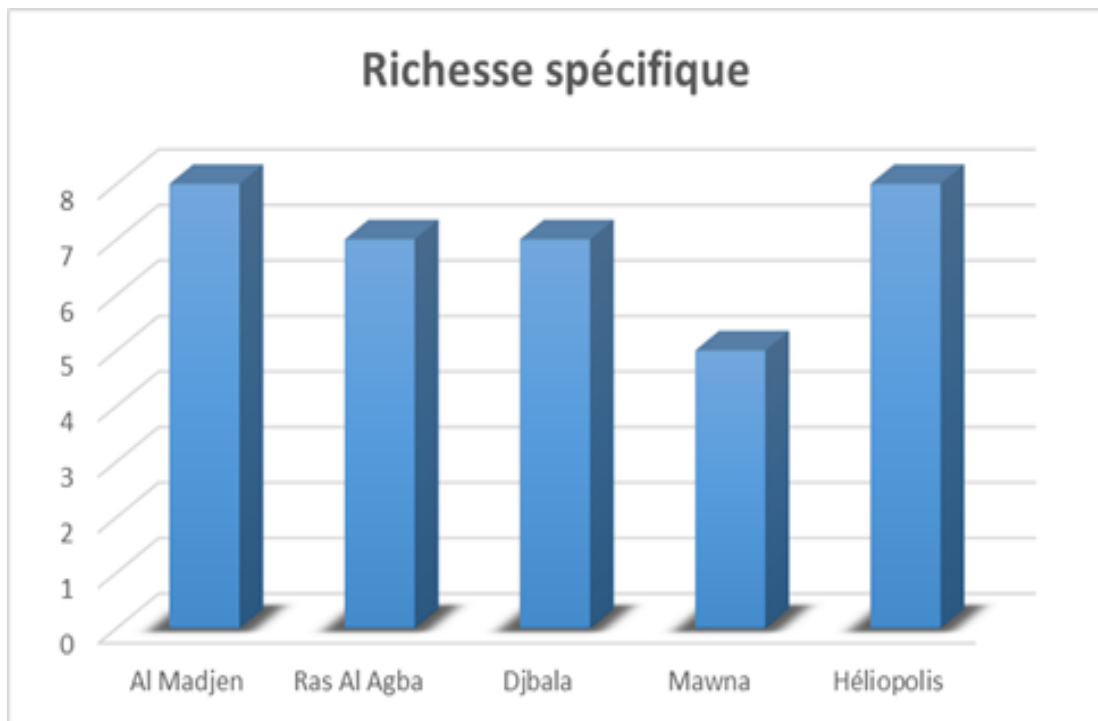


Figure 57: Richesse spécifique des stations

4.2.4.1. La Richesse mensuelle en taxa

- ✓ Dans la mare de Héliopolis la grande richesse spécifique est notée au mois de Février avec 8 taxa alors que les mois de Décembre et Janvier enregistrent seulement 5 taxons
- ✓ Au niveau de la mare de Djebala la grande richesse spécifique est enregistrée au mois de Février avec 7 taxons, et 4 taxons seulement en Décembre et Janvier
- ✓ Dans la mare d'El Madjen, la grande richesse est notée en Janvier avec 8 taxa alors qu'aux mois de Décembre et Février elle est de 4 taxa seulement.
- ✓ Dans la mare de Ras Al Agba la grande richesse spécifique est notée au mois de Janvier avec 7 taxa et 4 seulement en Décembre et Février
- ✓ Dans la mare de Mawna la grande richesse est notée en Février avec 5 taxa et 3 taxons seulement en Décembre et Janvier (Fig 58)

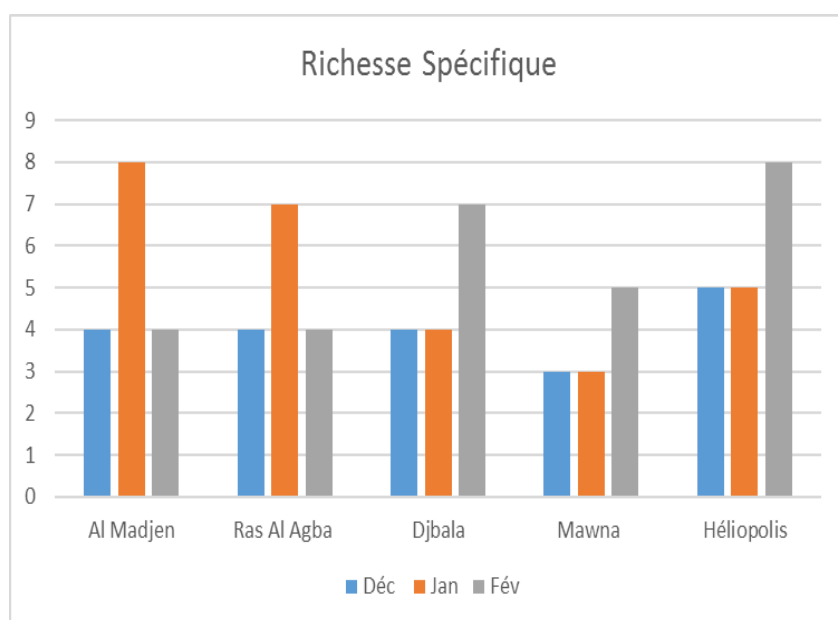


Figure 58 : La Richesse mensuelle des taxa dans les 5 mares.

4.2.5.L'indice de Shannon et 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 (Pearson & Rosenberg, 1978). D'après (Grall&Coïc, 2006) 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)

Ces deux indices restent dépendants de la taille des échantillons et dépendant du type des habitats. Même lorsqu'ils ne sont pas perturbés. Il reste ainsi difficile d'en faire un descripteur de l'état d'un milieu à moins de déterminer au préalable des valeurs seuil pour chaque type d'habitat et pour une surface échantillonnée donnée (Grall&Coïc, 2006).

Tableau 32: Résultats de l'Indice de Shannon sur une période de 3 mois

Stations	Déc	Jnv	Fév
Al Madjen	1,897	1,891	1,697
RasAlAgba	1,454	1,222	1,676
Djbala	1,836	2,132	2,102
Heliopolic	1,98	2,083	2,21

Mawna	1,269	1,439	1,671
-------	-------	-------	-------

Tableau 33: Résultats d'équitabilité sur une période de 3 mois

Stations	Déc	Jav	Fév
Al Madjen	0,92	0,84	0,9
Ras ElAgba	0,58	0,48	0,75
Dejbala	0,84	0,87	0,98
Heliopolis	0,93	0,89	1
Mawna	0,61	0,63	0,84

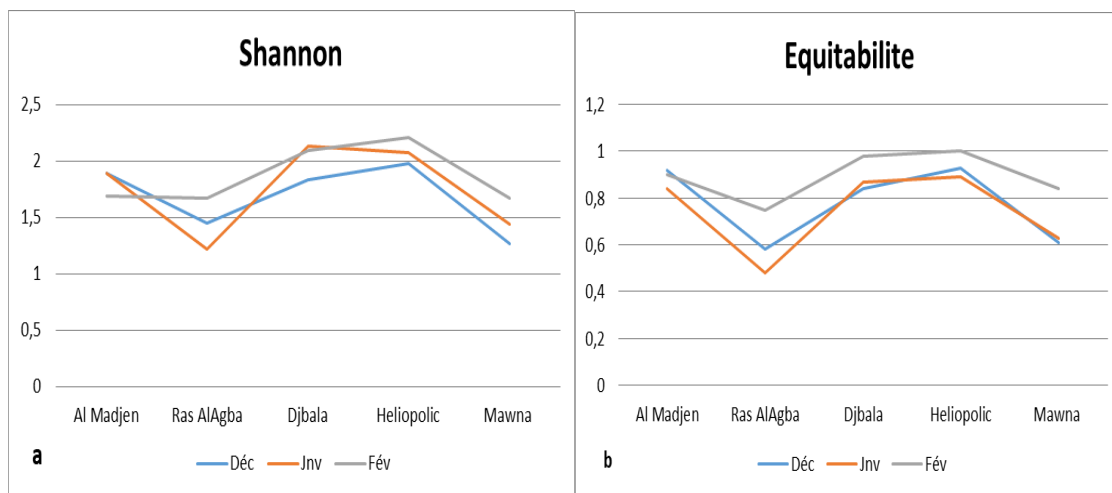


Figure 59: Indice de Shannon et d'équitabilité dans les stations d'étude

Les valeurs les plus élevées de l'indice de Shannon ont été enregistrées durant le mois de Février (2,21 bits) au niveau de la mare de Héliopolis, La diversité est maximale durant le mois Janvier (2,132 bits) au niveau de la mare de Djebala, et atteint (1,897 bits) durant le mois Décembre au niveau d'El Madjen. (1,676) durant le mois Février. au niveau de la mares de Ras Al Agba et (1,671) durant le mois

Février au niveau de la mares de Mawna ,La valeur la plus basse de l'indice a été enregistrée durant le mois de Janvier (1,222 bits) au niveau de Ras Al Agba .(Tab 32 ,Fig59a).

L'indice d'Equitabilité (E) calculé par le rapport de H/H_{max} , Il mesure l'équilibre du peuplement ou l'équirépartition. Cet indice varie de 0 à 1. Il est maximal quand les taxons du peuplement ont des abondances identiques (équirépartition des individus dans les peuplements). Il tend vers 0 quand la quasi-totalité des effectifs est concentrée sur un seul taxon (dominance d'une seule espèce).

l'équitabilité suit le même rythme que l'indice de Shannon avec respectivement un maximum de 1 et 0,98 durant le mois de Février pour les mares de Héliopolis et Djebala. En Décembre ce sont les mares de Héliopolis et El Madjen qui enregistrent les indices les plus élevés avec respectivement 0,93 et 0,92 .la valeur la plus basse a été enregistrée au niveau de la mare de Ras El Agba avec une valeur 0,48 durant le mois de Décembre (Tab33, Fig.59b).

4.2.6. Indice de Jaccard-Tanimoto

Globalement l'indice de similarité est assez élevé dans toutes les stations

- ✓ Les mares d'Héliopolis et Djebala présentent un fort indice de similarité . En effet les deux mares ont en commun 8 (huit)familles
- ✓ Les mares El Madjen- Djebala et Ras El Agba -Djebala présentent également un fort indice de similarité avec 7 familles pour les premières et 6 pour les dernières .

Tableau 34:Indice de Jaccard-Tanimoto dans les stations d'étude

Stations	Al Madjen	Ras Al Agba	Djebala	Heliopolis	Mawna
Al Madjen	1				
Ras Al Agba	0,75	1			
Djebala	0,87	0,87	1		
Heliopolis	0,77	0,77	0,88	1	
Mawna	0,85	0,85	0,75	0,66	1

Conclusion

Conclusion

Notre étude qui s'est étalée du mois de décembre à février a porté sur le suivi des macroinvertébrés de cinq mares situées dans la région de Guelma au niveau de deux sous bassins-versants : La mare El Madjenet Ras El Agba (Haute Seybouse) et les mares de Héliopolis ,Mawna et Djebala localisées dans la moyenne Seybouse.

L'échantillonnage mensuel des macroinvertébrés a révélé l'existence d'une faune aquatique constituée de 2569 individus où les insectes sont dominants et sont par ordre décroissant d'abondance: Ephéméroptères 1505 individus , les Diptères 131 individus , les Hétéroptères 423 individus, les Odonates 185 individus, les Coléoptères 161 individus , les crustacés 139 individus . Les Mollusques quant à eux représentent 18 individus et enfin les Gastéropodes avec 7 individus

Parmi les insectes,les Ephéméroptères sont nettement dominants dans toutes les mares . 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 mares.

La diversité et la faible similarité entre les cinq mares en particulier en Odonates est dû à la distance entre les mares, leur position géographique (Altitude): Haute Seybouse pour El Madjen et Ras Al agba ,Moyenne Seybouse (Héliopolis Mawna et Djebala), la densité de la végétation, la pollution, et les paramètres physicochimique (La turbidité, la salinité, la conductivité ainsi que la profondeur);

L'analyse physico-chimique des eaux a montré que les températures sont modérée par rapport à la saison, les valeurs du pH sont favorables à la vie. la conductivité moyenne s'étend de 2421.3 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à Djebala(la mare la plus minéralisée) à 453,3 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à Héliopolis (la mare la moins minéralisée) l'oxygénation des eaux est très faible .

les mares constituent une réserve de la biodiversité qui tend à disparaître peu à peu sous l'effet des activités humaine (Assèchement par prélèvement d'eau en particulier pour l'irrigation, pollution, urbanisation) une campagne de sensibilisation auprès du public doit être menée en collaboration avec les autorités locales afin de conserver ces écosystèmes dont l'importance est primordiale.

Références bibliographiques

A

* Afaifia, R. & khalfa, I. 2016. L'étude de l'Odonatofaune du bassin versant de la Seybouse, Mémoire de Master, Université 8 Mai 1945 Guelma, 93p

* Agence des Bassins hydrographiques –Constantinois- Seybouse – Mellegue .1999. Le bassin de la Seybouse Cahiers de l'agence (ministère de l'équipement et del'aménagement du territoire).

*Aroudj, N.& Touati, N.2018. Recensement des Odonates dans certaines zones humides dans la région de Bejaia, Mémoire Master II, Université de Bejaia, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, 36 p

B

*Belkharouché,H. &Larifi, Y. 2019 . Contribution à l'étude Odonatologique du sous bassin versant d'El Malleh .Mémoire de Master.Univ de Guelma. 121p

*Bouati, .B &Boualleg, S . 2019 Les macroinvertébrés benthiques bioindicateurs de la qualité écologique des milieux lotiques : cas de l'Oued Bouhamdane et affluents Nord- Est d'Algérie . Mémoire de Master. Univ de Guelma. 100p

*Boukhateb, Y. 2013. Etude des Diptères simuliidae de la haute Tafna (nord-ouest algérien). Mémoire de Master. Université de Tlemcen, 112p

* Bounouira, H. 2007. Etude des qualités chimiques et géochimiques du bassin versant du Bouregreg, Thèse doctorale, Université Ibn Tofail, Kenitra, 295p

* Boudour.A. & Habiles. R. (2017) « La qualité de l'eau en relation avec les macro-invertébrés (cas oued Seybouse) » Université 08 Mai 45 de Guelma.65p

C

*Chouinard, H.2010.L'intégrité écologique des cours d'eau, analyses des méthodes de suivi et proposition d'une méthode adaptée au parc national d'Ifrane. Essai présenté au Département de biologie et au CUFE en vue de l'obtention des grades de 106 maître en écologie internationale et maître en environnement. (en ligne). Univ. Sherbrooke, Québec, Canada. 111p. <http://www.Usherbrooke.ca>. Consulté le 15/10/2013.

*Coulibaly, M. & Mariko, M. 2019. Biodiversité des mares temporaires du Nord-est algérien. Mémoire de Master. Univ de Guelma. 81p

D

*Dajoz, R. 1975. Précis d'Ecologie Ed Bordas, Paris,

*Dajoz, R. 1985. Précis d'Ecologie. Dunod, Paris.

*Djebnoui, A. & Nouar, M. 2015. Contribution de l'étude des macroinvertébrés de la haute Seybouse, Mémoire de Master. Univ de Guelma. 83p

F

*Fodé, K. & VallZouboye, M. 2018. Contribution à la Recherche sur la Faunistique et l'Ecologie des Macroinvertébrés des cours d'eau du Mali. Mémoire de Master. Univ de Guelma. 115p

*Fouzari, L. 2009. Contribution à l'étude des macroinvertébrés de l'Oued Seybouse Diptera, Coleoptera et Gasteropoda. Mémoire de Magister. Univ. Guelma, 164 p

G

*Gharbi, M.&Seridi, N .2018 . Initiation à l'identification des macroinvertébrés de l'Oued Bouhamdane . Mémoire de Master. Univ de Guelma. 67 p

* Gattolliat, Jean-luc .2000 .Two New Genera of Baetidae (Ephemeroptera; Insecta) from Madagascar.47p

H

*Huguette T., 2006. Adoption du ruisseau plein champ par les étudiants de Sciences de la nature. Document du Département de Biologie et révisé par le Réseau des cégeps

K

*Khettar, S. 2009.Etude des peuplements de macroinvertébrés et des conditions milieu de de l'oued El Hammam (W. Mascara et Saida). Mémoire de Magister. Univ. Houari Boumediene, 89 p

L

* Louamri, A. 2013. Le bassin-versant de la Seybouse (Algérie orientale), hydrologie et Aménagement des eaux, Thèse de Doctorat, Université Constantine Algérie, 300p

M

*Mebarki, R. &Oumeddour, Z .2013. Contribution à l'étude des insectes aquatiques de l'Oued Seybouse (Nord-est Algérien). Mémoire de Master. Univ de Guelma .39p

v

*Meziane, N.2009. Contribution à l'étude des macroinvertébrés de Oued Seybouse Ephemeroptera, Trichoptera, Plecoptera et Bivalva. Mémoire de Magister. Univ.Guelma, 162 p

* Mehimdat – 2013. Contribution à l'écologie et l'inventaire des algues macrophytes bio-indicatrices d'eaux douces dans la région de Guelma. Mémoire de Master. Univ de Guelma .90p

* Mebarki A., 2005 : Hydrologie des bassins de l'Est algérien: ressources en eau, aménagement et environnement. Thèse d'Etat, Université Mentouri de Constantine, 360p.

*Moisan, J.2006. Guide d'identification des principales macros invertébrés benthiques d'eau douce du Québec, Surveillance volontaire des cours d'eau peu profonds, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, ISBN-13 : 978-2-550-48518-6 (PDF), ISBN-10 : 2-550-48518-1 (PDF).

*Moisan, J. 2017. Caractérisation des communautés de macro invertébrés benthiques du nord du Québec – Fosse du Labrador, Québec, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Direction générale du suivi de l'état de l'environnement

*Moisan, J.2010 .Guide d'identification des principaux macro invertébrés benthiques d'eau douce du Québec – Surveillance volontaire des cours d'eau peu profonds". Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs.

R

*Redaounia, A. 2009. Ecologie des mares Gauthier-Parc National d'El Kala- Mémoire de Magistère, Univ. Guelma,144p

* Ramade F., (2009). Eléments d'écologie : Ecologie fondamentale. Dunod, Paris.

* Reggam, A. Bouchelaghem H. & Houhamdi, M. 2015. Qualité Physico-Chimique des Eaux de l'Oued Seybouse (Nord-Est de l'Algérie), Caractérisation et Analyse en Composantes Principales, Journal of Materials and Environmental Science, 1417-1425 p

S

*Satha, A. 2008. Caractérisation du peuplement Odonatologique des bassins versants de Bouhamdane et Seybouse . Mémoire de Magistère, Univ. Guelma, 111p

*Satha, H.2014. Evaluation de l'intégrité écologique des eaux de l'oued Seybouse. Mémoire de Master. Univ de Guelma. 111p

*Soualmia,I. &Kebebsa, H.2013. L'étude des macro invertébrés d'oued Seybouse, Mémoire de Master Université 8 Mai 1945 Guelma 61p

*(Les substances polluantes des milieux aquatiques) 11 avril 2019 - Pollutions Pressions sur les milieux et risques (<https://www.eaufrance.fr/les-substances-polluantes-des-milieux-aquatiques>) consulté le 13 septembre 2020

T

*Tachet, H.; Bournaud, M.; Richoux, P.; Usseglio-Polatera, Ph.2000. Invertébrés des eaux douces : Systématique, Ecologie, Biologie. Ed CNRS-Paris

*Tachet, H.; Bournaud, M.; Richoux, P.; Usseglio-Polatera Ph.2010. Invertébrés des eaux douces : Systématique, Biologie, Ecologie.Ed CNRS-Paris

Z

*Zarouel, R.2014. Etude des macro invertébrés dans les hauts plateaux d'Oum El Bouaghi. Mémoire de Master. Univ de Guelma.56p

*Zougaghe, F.; Moali A.2009. Variabilité structurelle des peuplements de macroinvertébrés benthiques dans le bassin versant de la Soummam (Algérie, Afrique du Nord). Revue D'Ecologie-La Terre et La Vie. 87p

* Zebsa, R. 2016. Ecologie et statut des Gomphidae (Odonata) à Oued Seybouse, Thèse de Doctorat. Université 8 Mai 1945 Guelma.139 p

Web photos

1-<http://www.cosmovisions.com/crustacesClas>

2-<https://rose-s.fr/cartes/86-la-famille-de-5-crustaces.html>

3-<http://www.insecte.org/forum/viewtopic.php?t=20862>

4-<https://myloview.fr/image-larve-de-moustique-aedes-no-4297000>

6- http://ekldata.com/mizf4saUII6_UevsneXbSjQXdvY.jpg

6-https://www.snnpn.mares-idf.fr/presentation/presentation_role_des_mares.php

7-<https://www.pecheaveyron.com/index.php>

8-<http://www.poitou-charentes-nature.asso.fr/identifier-les-libellules-du/>

9-<https://doris.ffessm.fr/Especies/Trichoptera-ordre-larves-Larves-de-Trichopteres-2965>

10-<https://www.google.com/amp/s/slideplayer.fr/amp/1202318/>

11-<http://www.cosmovisions.com/crustacesClassification.htm>

ملخص:

ركزت دراستنا على تحديد اللاقاريات القاعية. وتحليل الجودة الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية لمياه برك ولاية قالمة.

لهذا الهدف ، قمنا بإجراء تحليل فيزيائي-كيميائي وحيواني ، خلال الفترة ما بين 27 ديسمبر 2019 إلى 25 فبراير 2020 ، على خمس محطات تم مسحها ، لتقييم الثراء النوعي للمنطقة المدروسة.

VIII

أظهرت المؤشرات المختلفة المستخدمة ، مثل الثراء النوعي ، مؤشر تنوع شانون وتشابه جاكارد ، أن الأحواض المدروسة لديها تنوع منخفض إلى متوسط.

حدد النهج البيولوجي التكميلي من خلال تحليل مجموعات اللافقاريات الكبيرة 2601 فردًا مقسمًا إلى ثماني فئات: الحشرات ذات الرتب ، القشريات (Ephemeroptera ،Diptera ،Trichoptera ،Heteroptera ،Hemiptera ،Coleoptera ،Odonata الرئيسية (والرخويات

أما بالنسبة لتقييم الجودة الفيزيائية والكيميائية للمساحات المائية فقد أظهر تباينًا طفيفًا في جودة المياه من معتدلة إلى جيدة ، والذي يرجع بشكل أساسي إلى العوامل البيئية والأنشطة البشرية

الكلمات المفتاحية: اللافقاريات القاعية ، البركة ، جودة المياه الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية ، ولاية قالمة

Résumé :

Notre étude a porté sur l'inventaire des macroinvertébrés benthiques et l'analyse de la qualité physico-chimique des eaux des mares de la wilaya de Guelma

Pour cela nous avons effectué un suivi de 5 mares situées durant une période de trois mois comprise entre 27 Décembre 2019 et le 25 février 2020

Les différents indicateurs utilisés comme, la richesse spécifique, l'indice de diversité de Shannon et la similarité de Jaccard ont montré que les mares étudiées possèdent une diversité faible à moyenne.

L'approche biologique complémentaire par l'analyse des peuplements de macroinvertébrés a permis de recenser 2601 individus répartis en huit classes : Les insectes avec les principaux ordres (Ephéméroptères, les Diptères, les Trichoptères, les Hétéroptères , les Hemiptères , les Coléoptères ,les Odonates, les Crustacés et les Mollusques)

Quant à l'évaluation de la qualité physico-chimique des plans d'eau a montré une légère variation de la qualité de l'eau de passable à bonne, principalement dû aux facteurs du milieu et aux activités humaines

Mots clés : macroinvertébrés benthiques. , mare , qualité physico-chimique et biologique des eaux , la wilaya de Guelma

Abstract:

Our study focused on the inventory of benthic macroinvertebrates. and the analysis of the physico-chemical and biological quality of the waters of the ponds of Guelma department. For this , we carried out 5 ponds during three months from December 2019 to February 2020, .

The different index used, such as species richness, Shannon's diversity index and Jaccard similarity showed that the studied ponds have low to medium diversity.

The complementary biological approach by the analysis of populations of macroinvertebrates identified 2601 individuals belonging to eight classes: Insects with the main orders (Ephemeroptera, Diptera, Trichoptera, Heteroptera, Hemiptera, Coleoptera, Odonata, Crustaceans and Molluscs)

for the assessment of the physico-chemical quality of the water bodies it showed a slight variation in the quality of the water from fair to good, which is due mainly to environmental factors and human activities

Keywords: benthic macroinvertebrates. , pond, physico-chemical and biological water quality, the wilaya of Guelma

Glossaire

- ✚ **Hémimétaboles:** sont un type d'insectes Ptérygotes hétérométaboles, c'est-à-dire sans stade immobile entre la larve et l'adulte

- ✚ **La sclérotinisation :** est le procédé par lequel un arthropode obtient une cuticule rigide. c'est l'imprégnation des arthropodiens par des sels

- ✚ **Apneustiques :** se dit des insectes dépourvus de trachée ou tout au moins de stigmates

- ✚ **Hémélytres :** Qualifie les insectes dont les élytres ne sont cornés ou coriaces qu'à la base

- ✚ **Les Nématocères :**forment un sous-ordre d'insectes diptères,Dont les antennes sont formées de plus de trois articles jusqu'à six

- ✚ **Ptychopteridae :** Forme une famille d'insectes diptères nématocères.

- ✚ **Orographiques :** relatif à l'orographie qui est le domaine de la géomorphologie et de la géographie physique concernant la description des montagnes et par extension, plus généralement du relief, y compris sous-marin avec l'orographie sous-marine. Pour le cartographe, et dans les systèmes d'information géographique (SIG), l'orographie décrit des ruptures de pentes artificielles, et les toponymes relatifs au relief (dits oronymes).

- ✚ **scutellum :**Le scutellum est la partie postérieure du mésonotum ou du métanotum d'un thorax d'insecte

- ✚ **coréthrines :**Un type d'insecte

Annexes

➤ **Annexe 1 : Calendrier des sorties :**

Station	Sorties	Date
Al Madjen	-Première	-17/12/2019
	-Deuxième	-18/01/2020
	-Troisième	-18/02/2020
Ras Al Agba	-Première	-17/12/2019
	-Deuxième	-18/01/2020
	-Troisième	-18/02/2020
Djbala	-Première	-27/12/2019
	-Deuxième	-21/01/2020
	-Troisième	-25/02/2020
Héliopolice	-Première	-27/12/2019
	-Deuxième	-21/01/2020
	-Troisième	-25/02/2020
Mawna	-Première	-27/12/2019
	-Deuxième	-21/01/2020
	-Troisième	-25/02/2020

XII

➤ **Annexe2 . Méthodes d'analyses des différents paramètres physico-chimiques :**

I) Méthodes d'analyses des différents paramètres physico-chimiques

I.1. Dosage de l'ammonium: Méthode spectrométrique manuelle ISO 7150/1-

1984 (F)

Principe : Mesurage spectrométrique du composé bleu formé par réaction de l'ammonium avec les ions salicylate et Hypochlorite en présence de nitrosopentacyanoferrate (III) desodium (nitroprussiate de sodium) .

Réactifs :

1-Eau exempte d'ammonium.

2-Réactif coloré (Réactif I) : Peser 13g + ou- 1g de salicylate de sodium, 13g +ou-1g de citrate trisadiquedihydraté et 0,097g de sodium nitropentacyanoferrate (III)dihydraté à dissoudre dans 100 ml d'eau distillée . Conserver dans un récipient en verre brun . Cette solution est stable pendant 2 semaines .

3-Dichloroisocyanurate de sodium (Réactif II) : prendre 3,2g d'hydroxyde desodium dans 50 ml d'eau distillée , + 0,2g +ou- 0,002g dedichloroisocyanuratedihydraté . Dissoudre dans 100 ml d'eau distillée . Conserverdans un récipient en verre brun .

4-Solutions étalons : chlorures d'ammonium (NH₄)₂SO₄ ou le sulfate d'ammonium

Etalonnage : Courbe d'etallonnage :

S fille 1 mg/l	0	1	2,5	5	25	40
E.D (ml)	50	49	47,5	45	25	10
Réactif I (ml)	4	4	4	4	4	4
Réactif II (Coloré) (ml)	4	4	4	4	4	4
Attendre 1h 30min						
NH ₄]enmg/l	0	0,02	0,05	0,1	0,5	0,8

Préparation de l'échantillon : prendre 40 ml d'échantillon dans une fiole de 50 ml, ajouter 4 ml (réactif I) ; puis ajouter 4 ml de la solution de réactif II, compléter la fiole jusqu'à la jauge, Attendre 1h30min, L'apparition de la couleur vert indique la présence de l'ammonium effectuer la lecture à 655 nm.

Expression des résultats : Le résultat est donné directement en mg/l.

I.2. Dosage des ions nitrites: Méthode spectrométrique ISO 5667

1-PRINCIPE

Les ions nitrites réagissent en milieu acide (PH=1,9) avec la sulfanilamide en formant sel de di-azonium (diazotation) qui forme avec le N-(1-naphtyl)-éthylènediamine-dichlorohydraté un colorant azoïque rouge.

3- REACTIFS :

-Solution du réactif :

20g de Sulfamide, ($C_6H_8N_2O_2S$) dissoudre dans un mélange de **50ml** d'acide phosphorique ($d=1,71\text{g/ml}=85\%$ de masse) et **250 ml** d'eau distillée.

Dans cette solution dissoudre **1g** de N-(1-naphtyl)-éthylènediamine-dichlorohydraté ($C_{12}H_{16}Cl_2N_2$)

Compléter avec de l'eau distillée dans une fiole jaugée à un volume de **500ml**, cette solution est stable pendant un mois si elle est gardée à l'obscurité (bouteille en verre marron bien fermée) et $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ au frigo.

-Solution d'acide phosphorique :

Dans une fiole jaugée de 250 ml, dissoudre 25 ml d'acide phosphorique ($d=1,71\text{g/ml}=85\%$ en masse) dans 150ml d'eau distillée. Après refroidissement à la température ambiante, on complète à l'eau distillée à 250ml.

-Solution standard de 100 mg/l

Dissoudre **0,4926g \pm 0,0002** de Nitrites de Sodium ($NaNO_2$), sécher pendant 2 heures à

$105\text{ }^{\circ}\text{C}$ dans 750 ml d'eau distillée compléter à 1L.

1ml=100gr= 0,1mg de NO_2-N . Cette solution est stable pendant 1 mois à l'obscurité et à $40\text{ }^{\circ}\text{C}$.

4- PRELEVEMENT ET PREPARATION DES ECHANTILLONS.

Conserver l'échantillon à $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ et effectuer le dosage dans les six heures qui suivent le prélèvement. En cas d'impossibilité, ajouter une goutte de chloroforme à l'échantillon.

Pour le prélèvement il faut utiliser des bouteilles en verre.

Courbe d'étalonnage :

filles 1 mg/l	0	1	2,5	5	7,5	10
Eau distillée (ml)	50	49	47,5	45	42,5	40
Réactif Mixte (ml)	1	1	1	1	1	1
Attendre 10 mn						
[NO ₂ -] mg/l	0	0,02	0,05	0,1	0,15	0,2

5- MODE OPERATOIRE :

Prendre 50 ml d'eau à analyser, - Ajouter 1 ml du réactif mixte. Attendre 10mn.

* L'apparition de la coloration rose indique la présence des NO₂

..

Effectuer la lecture à 543 nm.

Expression des résultats :

Le résultat est donné directement en mg/l.

I.3.Dosage des nitrates NO₃

- méthode au salicylate de sodium

1-Principe :

En présence de salicylate de sodium, les nitrates donnent du paranitrosnylate de sodium coloré en jaune et susceptible d'un dosage colorimétrique.

2-Réactifs :

* Solution de salicylate de sodium à 0.5 % (renouveler toutes les 24 h.).

0.5 gr de salicylate de sodium dans 100 ml d'eau distillée.

* Solution d'hydroxyde de sodium 30 %.

30 gr de NaOH dans 100 ml d'eau distillée.

* H₂SO₄ concentré.

* Tartrate double de sodium et de potassium.

Hydroxyde de sodium Na OH400 g.

Tartrate de sodium et de potassium 60 g.

Eau distillée qsp 1000 ml.

Laisser refroidir avant de compléter à 1000 cc.

Cette solution doit être conservée dans un flacon de polyéthylène.

Solution mère d'azote d'origine nitrique à 1000 mg/l.

* Nitrate de potassium anhydre 0.722 g.

Eau distillée 1000 ml.

Chloroforme 1 ml.

Solution fille d'azote d'origine nitrique à 5 mg/l..

4-Courbe d'étalonnage.

N° de capsule	B	I	II	III	IV
s étalon 5 mg/l.	0	1	2	5	10
Eau distillée	10	9	8	5	0
s de salicylate de Na	1	1	1	1	1
Correspondant en mg/l de N nitrique	0	0,5	1	2,5	5

-5-Mode opératoire

-Prendre 10 ml de l'échantillon à analyser.

-Ajouter 2 à 3 gouttes de NaOH à 30 %.

-Ajouter 1 ml de salicylate de sodium.

-Evaporer à sec au bain marie ou à l'étuve 75 - 88° C.

(ne pas surcharger ni surchauffer très longtemps) laisser refroidir.

-Reprendre le résidu avec 2 ml. H₂SO₄ laisser reposer 10 mn.

Annexe 4 Mode opératoire

-Ajouter 15 ml d'eau distillée.

-Ajouter 15 ml de tartrate double de sodium et de potassium

-6-Expression des résultats : Le résultat est donné directement en mg/l à une longueur d'onde de 415 nm.

I.4.Détermination des phosphates PO₃-

4 ISO : 6878

1.Principe : Formation en milieu acide d'un complexe avec le molybdate d'ammonium et le tartrate double d'antimoine et de potassium.

Réduction par l'acide ascorbique en un complexe coloré en bleu qui présente deux valeurs maximales d'absorption (l'une vers 700 nm, l'autre plus importante à 880 nm).

2.Réactifs :**2.1 Réactif- mélange :**

A- 13 g d'heptamolybdate d'ammonium qsp 100 ml H₂O distillée.

B- 0.35 g de tartrate d'antimoine qsp 100 ml H₂O distillée.

C- 150 ml d'acide sulfurique concentré qsp 300 ml H₂O distillée.

- Mélanger (A + C) + B = 500 ml (Stable pendant deux mois).

2.2 Acide ascorbique : - 10 g Acide ascorbique qsp 100 ml H₂O distillée. .

4. solution mère d'orthophosphate à 50mg/l PO₄³⁻:

A partir de K₂HPO₄ dipotassium hydrogène phosphate préalablement séché pendant 2 heures

A 105 °C

- K₂HPO₄.....0,281g

- Eau Distillée.....1000 ml

- H₂SO₄ 4,5 N10 ml

A partir de solution d'acide sulfurique 9mol/l (50% eau + 50% H₂SO₄)

Prélever un volume de cette solution et diluer à 50%

Solution fille à 2 mg/l PO₄³⁻

20 ml de la solution à 50mg/l dans une fiole de 500 ml et compléter au volume ,par l'eau distillée

5.Gamme d'étalonnage :

N° Fiole	0	1	2	3	4	5
S.fille à 2.0 mg/l P	0 ml	0,3	0,6	1,2	2,4	4,8
Qsp 40 ml eau distillée	40ml	40	40	40	40	40
Mg/l de P	0,0	0,0015	0,03	0,06	0,120	0,240

Mg/l de PO ₄ ³⁻	0,0	0,0459	0,0918	0,01836	0,3672	0,7340
Formule : $P * 3.06 = PO_4^{3-}$						
Acide ascorbique	1 ml	1 ml	1 ml	1 ml	1 ml	1 ml
Réactif – mélange	2 ml	2 ml	2 ml	2 ml	2 ml	2 ml

3.Mode opératoire :

- Prendre 40 ml d'eau à analyser
- 1 ml d'acide ascorbique
- Ajouter 2 ml du réactif-mélange
- attendre 10 mn.

L'apparition de la coloration bleue indique la présence des PO₃-

4.

Longueur d'onde λ à 700 ou 880 nm

6. Expression des résultats : Le résultat est donné directement en mg/l.

I.5.Matières en suspension (MES)

Principe: L'eau est filtrée et le poids de matières retenues par le filtre est déterminé par pesée différentielle.

Matériel utilisé:

- ✓ Dispositif de filtration
- ✓ Disque de filtration : Papier en fibre de verre /Papier Watman 47mm de diamètre

Mode opératoire:

- 1- Peser les disques après passage au dessiccateur
- 2- Le mettre en place sur le dispositif de filtration, mettre en service le dispositif et verser 200 ml de l'échantillon(V) sur le filtre
- 3- Sécher le disque de filtration à 105°C pendant 20mn
- 4- Laisser refroidir et peser

Expression des résultats: La teneur de l'eau en MES est exprimée en (mg/l) et est donnée par l'expression suivante

$$\text{MES (mg/l)} = (P2 - P1) \times 5 \times 1000$$

➤ Annexe 3 Paramètres physico-chimiques :

1-Température (°C) :

Stations	Déc	jan	Fév
El madjen	10,2	7,3	12,4
Ras El Agba	10,8	10,2	12,,5
Djbala	11,3	10,2	13,5
Héliopolis	13,1	11,4	14,4
Maouna	10,1	9,8	13,5

2- Oxygène (mg/l) :

Stations	Déc	Jan	Fév
El Madjen	0,5	0,1	0,12
Ras El Agba	0,54	0,2	0,06
Djebala	0,32	0,06	0,11
Héliopolis	0,31	0,11	0,15
Mawna	0,3	0,08	0,11

3- PH :

station	Déc	jan	fév
Al Madjen	10,17	10,01	10,31
Ras Al Agba	12,3	10,34	9,3
Djbala	9,52	10,2	9,5
Héliopolis	10,38	9,65	10,26
Mawna	10,51	11,4	9,95

4- Conductivité (µs/cm) :

station	Déc	jan	Fév
Al Madjen	641	604	590
Ras Al Agba	624	342	410
Djbala	1975	2787	2502
Héliopolis	426	445	489
Hawna	400	467	510

5- Turbidité (NTU) :

station	Déc	jan	fév
Al Madjen	9,94	16,9	17,6
Ras Al Agba	126	43,4	50,3
Djbala	44,3	18,5	20,9
Heliopolis	47	17,4	42,1
Mawna	6,9	32,4	12,5

6- Profondeur (cm) :

station	Déc	jan	fév
Al Madjen	64	61	71
Ras Al Agba	74	70	80
Djbala	60	58	73
Heliopolis	56	50	81
Mawna	40	33	62

7- Les nitrites :

station	Déc	jan	fév
Al Madjen	0,005	0,01	0,007
Ras Al Agba	0,015	0,02	0,26
Djbala	0,102	0,97	0,91
Heliopolis	0,011	0,008	0,005
Mawna	0,012	0,025	0,033

8- Les nitrates :

station	Déc	jan	fév
Al Madjen	0,15	0,11	0,12
Ras Al Agba	5,986	5,647	0,06
Djbala	4,827	4,892	0,11
Heliopolis	0,903	0,903	0,15
Mawna	2,142	1,435	0,11

9- L'ammonium :

station	Déc	jan	fév
Al Madjen	0,069	0,079	0,084
Ras Al Agba	0,04	0,048	0,057
Djbala	0,116	0,123	0,14
Heliopolis	0	0,01	0,013
Mawna	0,033	0,112	0,141

10- Les Ortho phosphates :

station	Déc	jan	fév
Al Madjen	0,005	0,002	0
Ras Al Agba	0,11	0,086	0,63
Djbala	0,525	0,346	0,133
Heliopolis	0,092	0,026	0
Mawna	0,271	0,097	0,014

➤ **Annexe 4 : Les valeurs de l'Indice Biologique Global Normalisé (IBGN) selon Afnor, 1992.**

IBGN	20 à 16	16 à 12	12 à 8	8 à 4	4 à 0
Couleur	Bleu	Vert	Jaune	Orange	Rouge
Qualité de l'eau	Très bonne	Bonne	Moyenne	Médiocre	Mauvaise

➤ **Annexe 5 : Les normes européennes d'évaluation de la qualité de l'eau des cours d'eau SEQ-Eau (Oudin et Maupas, 2003)**

Paramètres	Unité	Symb	Normes
Température	°C	T°	20 à 25
pH	pH	pH	6,5 à 9,5
Cond. électrique	µS/cm	EC	180 à 3500
Oxygène dissous	mg/l	OD	8 à 4
Turbidité	NTU	Turb	1 à 70
Nitrates	mg/l	NO ₃ -	2 à 25
Nitrites	mg/l	NO ₂	0,03 à 0,05
Ammonium	mg/l	NH ₄ +	0,1 à 2
Calcium	mg/l	Ca ²⁺	32 à 300
Ortho phosphates	mg/l	PO ₄ 3-	0,1 à 1