

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE 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 D'ECOLOGIE



Mémoire de master

Domaine: Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Ecologie

Spécialité : Biodiversité et Environnement

Contribution à l'étude des macroinvertébrés des milieux lentiques de la région de Skikda Nord-Est Algérien

Présenté par :

NOUAR Mounia

Devant le jury composé de :

Président:	Mme Samraoui. Farah	Professeur	Université 8 mai 1945
Examineur :	Mr Nedjah. Riad	Professeur	Université 8 mai 1945
Encadreur:	Mme Satha Yalles Amina	M.C.B	Université 8 mai 1945

Septembre 2020

Remerciements

Au terme de ce travail, il m'est agréable d'exprimer ma profonde gratitude et mes remerciements les plus sincères à tous ceux ou celles, qui par leur aide, leurs conseils et leurs encouragements ont contribué à la réalisation de ce mémoire.

Avant tout, je remercie ALLAH le tout puissant de m'avoir donné la force et le courage afin que je puisse accomplir ce modeste travail.

Ma gratitude et mes vifs remerciements vont directement à Madame **SATHA YALLES.AMINA** (encadreur de mémoire) pour assistance, sa patience, ses conseils, ses encouragements et son soutien constant.

Ma vive gratitude et mes sincères remerciements s'adressent également à Madame **SAMRAOUI FARAH** qui m'a fait l'honneur d'accepter de présider ce jury. Un grand merci chaleureux à Monsieur **NEDJAH RIAD**, pour avoir accepté d'examiner ce travail et pour sa disponibilité.

Je remercie vivement tous mes enseignants du département d'Ecologie et Environnement, Université de Guelma sans exception

Je remercie tous ceux qui ont participé de près de loin à l'élaboration de ce modeste travail.

Dédicaces

Merci à Allah de m'avoir guidé vers le droit chemin.

Tout d'abord je tiens à remercier mes très chers parents pour le courage et le sacrifice qui m'ont aidé durant toute la durée de mes études.

Je dédie aussi ce travail à ma sœur « SABAH », à mon frère « BILLEL ».

Toutes ma famille « NOUAR » et « MERZOUG », oncles tantes et cousins (es), pour leur constante sollicitude à mon égard. Profonde gratitude.

Et je ne saurai terminer sans citer mes amis : « MALIK », « SIF ELHAK », « HOUDA », « KHAWLA » et tous les étudiants de la promotion.

Table des matières

Remerciements.....	I
Dédicace.....	II
Liste des acronymes.	XII
Liste des cartes. Liste des figures.	VIII
Liste des tableaux.	XVI
Introduction.....	1p
Chapitre 1 : Description du site d'étude	
1.Cadre général.....	06p
1.1 Situation géographique.....	6p.
1.2 Cadre administratif.....	6p
1.3. Cadre physique	8p
1.3.1. Les reliefs.....	8p
1.3 .2. Les montagnes.....	8p
1.3.3.Les plaines :.....	8p
➤ Les plaines de la vallée de Saf Saf.....	8p

➤ Les plaines de la vallée de l'oued Guebli.....	8p
➤ Les plaines de la vallée de l'oued El-Kebir.....	8p
1.3.4. Les pentes.....	9p
➤ Les pentes faibles..... ;.....	9p
➤ Les pentes moyennes.....	9p
➤ Les pentes fortes.....	9p
1.35. Principaux types d'accidents tectoniques.....	9p
1.3.6. Hydrographie.....	14p
1.3.6.1. Le bassin versant de kebir oues.....	14p
1.3.6.2. Aperçu sur les systèmes aquifères.....	14p
1.3.6.3. Aperçu dur l'hydrologie de surface.....	15p
➤ Les oueds.....	15p
• L'oued kebir ouest.....	15p
• L'oued Safsaf.....	16p
• L'oued Guebli.....	16p
➤ Les barrages.....	17p
• Barrage de zerdazas.....	17p
• Barrage de Guenitra.....	17p
• Barrage de Beni zid.....	18p
• Barrage Zit Emba.....	18p
➤ Les mares.....	21p
• Gareat Hadj Tahar.....	21p
• Gareat Beni M'hamed.....	22p
• Gareat Messoussa.....	22p
• Gareat Sidi Makhlouf.....	22p
• Gareat Chichaya.....	22p
• Gareat Ain Magroun.....	22p

• Gareat Boumaiza.....	22P
• Gareat Sidi Lakhdar.....	23p
• Gareat Houas	23p
• Nechaa Demnat Ataoua.....	23p
• Nechaa Khellaba.....	23p
➤ Les potentialités en eau de la wilaya.....	29p
➤ Les retenus collinaires.....	29p
1.4. Climatologie.....	29p
1.4.1 . La température.....	32p
1.4.2. Les précipitations.....	33p
1.4.3. L'humidité.....	33p
1.4.4. L'évaporation.....	34p
1.4.5. Les vents.....	35p
1.4.6. Diagramme Ombro-Thermique de Bagnouls et Gaussen.....	36p
1.4.7. Climagramme d'emberger	37p
1.5. Le cadre biotique.....	38p
1.5.1. La flore.....	38p
1.5.2 La faune	39p
1.5.3 L'entomofaune.....	39p
1.5.4. Les mollusques aquatiques.....	39p
1.5.5. Les vertébrés.....	39p
1.5.6. Les mammifères.....	40p
1.5.7. Les oiseaux.....	40p
1.6. L'agriculture et la pêche.....	41p
1.7. Contexte industriel.....	41p
1.8.. La pollution à Skikda	42p

Chapitre2 : Biologie et écologie des macroinvertébrés benthiques

2.1. Morphologie général	46p
--------------------------------	-----



2.2. Rôle des macroinvertébrés.....	46p
2.3. Influence de facteurs environnementaux.....	46p
2.4. Présentation de quelques groupes sélectionnés.....	47p
2.4.1.Coléoptères	47p
2.4.1.1. Classification	47p
2.4.1.2.Morphologie.....	47p
2.4.1.3. Biologie et écologie.....	48p
2.4.2. Les Diptères.....	49p
2.4.2.1. Classification	49p
2.4.2.2.Morphologie.....	49p
2.4.2.3. Biologie et écologie.....	50p
2.4.3. Hémiptère.....	51p
2.4.3.1. Classification	51p
2.4.3.2.Morphologie.....	52p
2.4.3.3. Biologie et écologie.....	52p
2.4.3.Ephémères.....	53p
2.4.3.1. Classification	53p
2.4.3.2.Morphologie.....	54p
2.4.3.3. Biologie et écologie.....	54p
2.4.4. Odonates.....	55p
2.4.5.1. Classification	56p

2.4.5.2.Morphologie.....	56p
2.4.5.3. Biologie et écologie.....	57p
2.4.5.Crustacés.....	59p
2.4.5.1. Classification	59p
2.4.5.2.Morphologie.....	59p.
2.4.5.3. Biologie et écologie.....	59p
2.4.6.Crustacé.....	59p
2.4.6.1. Classification	61p
2.4.6.2.Morphologie.....	61p
2.4.6.3. Biologie et écologie.....	61p
2.4.7. Mollusques.....	61p
2.4.8.Les bivalves.....	62p
2.4.8.1. Classification	62p
2.4.2.Morphologie.....	62p
• Morphologie externe	62p
• Morphologie interne.....	63p
2.4.8.3. Biologie et écologie.....	63p
2.5. Echelle de tolérance des grans taxinimique.....	64p

Chapitre3 : Matériel et méthodes

3. Protocol de travail.....	66p
-----------------------------	-----

3.1. Matériel d'étude.....	66p
3.1.1. Sur terrain.....	66p
3.1.2. Au laboratoire.....	66p
3.2. Méthode de travail.....	67p
3.1.1. Au terrain	67p
3.1.1.1. But d'échantillonnage.....	67p
3.1.1.2. Méthode d'échantillonnage.....	67p
3.2.1.3. Le tri des macroinvertébrés.....	68p
3.2.3.1. Au laboratoire	68p
✓ Identification	68p
3.2. Les paramètres physico-chimiques	68p
✓ La température	68p
✓ Conductivité	69p
✓ Turbidité	69p
✓ Oxygène dissous :.....	69p
✓ Potentiel d'hydrogène (pH)	69p
✓ Les nitrates (NO ₃ ⁻)	69p
✓ Les nitrites (NO ₂ ⁻)	70p
✓ L'ion ammonium.....	70p
✓ Calcium	70p
✓ Ortho phosphates.....	70p

✓ La demande biologique en oxygène pendant cinq jours (DBO5).....71p

✓ Profondeur

3.3. Les données faunistiques

3.3.1. L'organisation d'un peuplement.....71p

• L'abondance.....72p

• Richesse spécifique « S »

3.3.2. La structure d'un peuplement

• Indice de Shannon72p

• Equitabilité.....73p

• Indice de Jaccard Tanimoto73p

Chapitre 4 : Résultats et discussion

4.1. Analyse physico-chimique de l'eau.....77p

4.1.1. Variations mensuelles de la température de l'eau77p.

4.1.2. Variations mensuelles du pH.....78p

4.1.3. Variation mensuelle de la teneur en oxygène dissous79p

4.1.4. Variations mensuelles de la conductivité électrique 80p

4.1.5. La turbidité82p

4.1.6. Variations mensuelles des nitrites.....83p

4.1.7. Variations mensuelles des nitrates.....	85p
4.1.8. Variations mensuelles de'ammonium.....	88p.
4.1.9 4Variations mensuelles d' Orthophosphates	88p
4.1.10 La demande biologique en oxygène	89p
4.1.11 Variation mensuelle du calcium	91p
4.1.12 Variation mensuelle du magnésium	92p
4.1.13. Variation mensuelle du Profondeur	94p
4.1.14. Vriation mensuelle du largeur	94p
✓ Evaluation de la pollution de l'eau des mares d'étude d'après l'ABH	98p
4.2 Analyse globale de la faune benthique	98p
4.2.1. Check-list des taxa faunistiques.....	98p
4.2.2. Analyse globale des taxons faunistiques dans les stations	99p
4.2.3. Analyse globale des macroinvertébrés benthiques.....	100p
4.2.4. Analyse qualitative et quantitative des macroinvertébrés benthiques.....	101p
4.4. La Richesse des principaux taxa	105p
4.4.1 La Richesse mensuelle en taxa	106p
5. La structure du peuplement	106p
5.1 L'indice de Shannon- Wiener et indice d'équitabilité.....	106p
5.2 L'indice de Jaccard/Tanimoto.....	110p
Conclusion.....	112p

Glossaire.....	XI
Références bibliographiques.....	XI
Résumés.....	viii
Annexes.....	XI

Liste des acronymes

- ✓ **ABH** : Agence des bassins hydrographiques.
- ✓ **ANRH** : Agence nationale des ressources hydrique.
- ✓ **C°** : Degrés Celsius.
- ✓ **Cm** : Centimètre.
- ✓ **DBO5** : Demande biologique en oxygène en 5 jours.
- ✓ **DGF** : Direction Général des Forêts Algérie.
- ✓ **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.
- ✓ **NQE** : Norme de qualité environnementale.
- ✓ **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.
- ✓ **Sp** : Espèce.
- ✓ **%** : Pourcentage.
- ✓ **∑** : Somme.
- ✓ **µs/cm** : Microsiemens par centimetre.

Liste des figures

Figure 01 : La situation géographique de la région de Skikda.....	10p
Figure 02 : Le découpage administratif de la wilaya de Skikda.....	11p
Figure 03 : Reliefs et répartition des classes de pentes.....	12p
Figure 04 : L'altitude de la wilaya de Skikda.....	13p
Figure 05 : Les valées d'oued el-Kebir.....	14p
Figure 06 : Le réseau hydrique de la wilaya de Skikda.....	19p
Figure 07 : Barrage de Zerdaza.....	20p
Figure 08 : Barrage de Guenitra.....	20p
Figure 09 : Barrage de Beni Zid.....	21p
Figure 10 : Barrage de Zit Emba.....	21p
Figure 11 : Garaat Hadj-Tahar.....	23p
Figure 12 : Garaat Bni M'hamed.....	24p
Figure 13 : Garaat Messoussa.....	24p
Figure 14 : Garaat Sidi Makhoulf.....	25p
Figure 15 : Garaat Chichaya.....	25p
Figure 16 : Garaat Ain Magroun.....	26p
Figure 17 : Marre d'étude 1.....	26p

Figure 18 : Mare d'étude 2	27p
Figure 19 : Mare d'étude 3.....	28p
Figure 20 : Mare d'étude 4.....	28p
Figure 21 : Les ressources superficielles de la région d'étude.....	30p
Figure 22 : Variation de la température mensuelle de la région de Skikda (1989-2017).....	32p
Figure 23 : Variation de la précipitation mensuelle de la région de Skikda (1989-2017)	33p
Figure 24 : Variation de l'humidité mensuelle de la région de Skikda (1989-2017).....	34p
Figure 25 : Evolution de l'évaporation à Skikda (1989-2017).....	35p
Figure 26 : Evolution des vents à Skikda (1989-2017).....	36p
Figure 27 : Diagramme Ombro-thermique de la wilaya de Skikda.....	37p
Figure 28 : Climagramme d'emberger de la wilaya de Skikda.....	38p
Figure 29 : Carte des unités industrielles dans la wilaya de Skikda.....	44p
Figure 30 : Larve de coléoptère.....	49p
Figure 31 : Larve de Diptère.....	51p
Figure 32 : Larve d'Hémiptère.....	53p
Figure 33 : Larve d'Ephémère.....	55p
Figure 34 : Larve d'Odonate.....	59p
Figure 35 : Larve de crustacée (Cladocère).....	61p
Figure 36 : Larve de mollusque (Physidae).....	61p
Figure 37 : Anatomie interne des Bivalves.....	64p

Figure 38 : Loupe binoculaire.....	74p
Figure 39 : Boites de pétri.....	74p
Figure 40 : Boite en plastique.....	74p
Figure 41 : Le tri des macroinvertébrés.....	75p
Figure 42 : L'identification des macroinvertébrés.....	75p
Figure 43 : Variation mensuelle de la température.....	78p
Figure 44 : Variation mensuelle du Ph.....	79p
Figure 45 : Variation mensuelle d'oxygène.....	80p
Figure 46 : Variation mensuelle de la conductivité électrique.....	81p
Figure 47 : Variation mensuelle de la turbidité.....	83p
Figure 48 : Variation mensuelle des nitrites.....	84p
Figure 49 : Variation mensuelle des nitrates.....	86p
Figure 50 : Variation mensuelle d'ammonium.....	87p
Figure 51 : Variation mensuelle d'orthophosphate.....	89p
Figure 52 : Variation mensuelle de la demande biologique en oxygène.....	90p
Figure 53 : Variation mensuelle du calcium.....	92p
Figure 54 : Variation mensuelle du magnésium.....	93p
Figure 55 : Variation mensuelle de la profondeur.....	94p
Figure 56 : Variation mensuelle de la largeur.....	95p
Figure 57 : L'abondance globale des macroinvertébrés dans les stations d'étude.....	100p
Figure 58 : L'abondance globale des principaux taxons des macroinvertébrés.....	100p

Figure 59 :L'abondance des éphémères par station.....	101p
Figure 60 : L'abondance des crustacés par station.....	102p
Figure 61 : L'abondance des hétéroptères par station.....	102p
Figure 62 : L'abondance des odonates par station.....	103p
Figure 63 : L'abondance des coléoptères par station.....	103p
Figure 64 : L'abondance des mollusques par station.....	104p
Figure 65 : L'abondance des diptères par station.....	104p
Figure 66 : L'abondance des hémiptères par station.....	105p
Figure 67 : La richesse spécifique dans les stations d'étude.....	105p
Figure 68 : La richesse mensuelle des stations d'étude.....	106p
Figure 69 : L'indice de Shannon et d'équitabilité dans la mare de « Bouchtata 1 »... ..	107p
Figure 70 : L'indice de Shannon et d'équitabilité dans la mare de « Bouchtata 2 »... ..	108p
Figure 71 : L'indice de Shannon et d'équitabilité dans la mare de « Ramdan Djamel »..	109p
Figure 72 : L'indice de Shannon et d'équitabilité dans la mare de « Beni bchir ».....	110p

Liste des tableaux

Tableau 1 : Découpage administratif de Skikda.....	07p
Tableau 2 : Les trois grands oueds de la région de Skikda.....	17p
Tableau 3 : Les différents barrages dans la wilaya de Skikda.....	18p
Tableau 4 : Capacités totales en mm ³ des différents retenus collinaires dans la wilaya de Skikda.....	29p
Tableau 5 : Température moyenne mensuelle de la station de Skikda (1989_2017).....	32p
Tableau 6 : Précipitation moyenne mensuelle de la station de Skikda (1989_2017).....	33p
Tableau 7 : L'humidité moyenne mensuelle de la station de Skikda (1989_2017).....	34p
Tableau 8 : L'évaporation moyenne mensuelle de la station de Skikda (1989_2017).....	35p
Tableau 9 : L'évolution des vents dans la station de Skikda (1989_2017).....	36p
Tableau 10 : Donnée météorologiques	37p
Tableau 11 : La tolérance de quelques groupes taxonomiques.....	64p.
Tableau 12 : La variation mensuelle de la température moyenne des stations d'étude	77p.
Tableau 13 : Le potentiel Hydrogène des stations d'étude.....	78p.
Tableau 14 : La variation mensuelle de la teneur oxygène dissous.....	80p
Tableau 15 : La variation mensuelle en conductivité électrique.....	81p
Tableau 16 : La variation mensuelle en turbidité.....	82p

Tableau 17 : La variation mensuelle des nitrites.....	84p
Tableau 18 : La variation mensuelle des nitrates.....	85p
Tableau 19 : La variation mensuelle d'ammonium.....	87p
Tableau 20 : La variation mensuelle d'ortho-phosphates.....	88p
Tableau 21 : La variation mensuelle du DBO5.....	90p
Tableau 22 : La variation mensuelle du calcium.....	91p
Tableau 23 : La variation mensuelle du magnésium.....	93p
Tableau 24 : La variation mensuelle de profondeur.....	94p
Tableau 25 : La variation mensuelle de largeur.....	95p
Tableau 26 : Evaluation de la qualité des l'eau de mares d'étude selon l'ABH.....	96p
Tableau 27 : Check-list de taxa faunistiques.....	98p
Tableau 28 : Evaluation de l'indice de Shannon-Wiener mensuel à la mare de « Bouchtata 1 »	107p
Tableau 29 : Evaluation de l'indice de Shannon-Wiener mensuel à la mare de « Bouchtata 2 ».....	107p
Tableau 30 : Evaluation de l'indice de Shannon-Wiener mensuel à la mare de « Ramdan Djamel ».....	108p
Tableau 31 : Evaluation de l'indice de Shannon-Wiener mensuel à la mare de « Beni bchir ».....	109p
Tableau 32 : Indice de de jaccard-Tanimoto dans les quatre mares d'étude.....	111p

Introduction

XIX

Les zones humides, bien que reconnues comme des écosystèmes majeurs en terme de diversité et de rôle fonctionnel (Acreman, 2000 ; Bonnet et al, 2005), font souvent l'objet de transformations et d'aménagements liés au développement des activités humaines.

L'Algérie, est par sa configuration physique et la diversité de son climat est riche en zones humides, ressources des plus précieuses sur les plans de la diversité biologique et de la productivité naturelle sur le territoire (DGF, 2004). Le maintien de la qualité des eaux continentales est une préoccupation majeure pour les sociétés qui doivent subvenir à des besoins en eau de plus en plus importants, et ce, tant du point de vue qualitatif que quantitatif. (Goaziou Y, 2009)

Le changement climatique exerce sur les écosystèmes une influence qui varie d'une région à une autre, et qui peut conduire à des modifications sensibles dans la composition des espèces, des écosystèmes et à la disparition d'un nombre notable d'espèces en cas de changement persistant du climat. Le changement climatique va induire une augmentation des périodes hydro-climatiques exceptionnelles : l'augmentation des périodes de sécheresse et le manque d'eau, des canicules plus marquées ainsi que la précocité et l'allongement des durées de ces périodes. Le changement climatique ne modifie pas seulement les systèmes physiques tels que les cours d'eau, mais influence également de nombreuses espèces qu'ils hébergent tels que les macroinvertébrés benthiques. À ce phénomène planétaire s'ajoutent et se combinent toutes les actions de l'homme, l'urbanisation, l'agriculture ou encore l'augmentation du nombre de barrages réservoirs dans certaines régions. Ce qui pourrait avoir des effets importants sur les processus d'eutrophisation des écosystèmes, tels que la productivité biologique et le métabolisme des cours d'eau, la toxicité des contaminants, et la perte de la biodiversité aquatique (Kaushal et al 2010).

Un type particulier des zones humides est constitué par mares qui sont des biotopes aquatiques peu étendus et de faible profondeur dont les eaux sont en général dans un état eutrophe voir dystrophe.

Elles ne sont pas de simples points d'eau, malgré leur petite taille, ce sont des écosystèmes très riches, lieux de rencontre des populations aquatiques qui doivent résister à la phase d'assèchement plus ou moins durable et des populations terrestres qui doivent résister à une phase de submersion. (Boucenna et al 2009). Elles non seulement couvrent des besoins en eau (usage agricole) mais assurent de nombreux services écologiques pour l'homme comme :

- 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. (11)

La qualité de l'eau est un paramètre important qui touche le bien être des écosystèmes et de l'homme tel que la biodiversité des macros invertébrés dans cet eau.

Parmi les bioindicateurs, les macroinvertébrés constituent les organismes les plus couramment utilisés pour la biosurveillance et l'évaluation de l'état de santé global des systèmes aquatiques (Diomande et al., 2009; Adandedjan, 2012; Ben et al., 2014; Camara et al., 2014 ; Sanogo et al., 2014). Plusieurs études portant sur les macroinvertébrés ont montré leur importance dans la chaîne alimentaire et dans les milieux aquatiques (Goaziou, 2004). Le principal avantage d'utiliser ces macroinvertébrés réside dans le fait qu'ils sont sensibles aux variables physico-chimiques et aux perturbations du milieu (Adandedjan, 2012).

L'existence des espèces indicatrice de biodiversité dans la mare est l'un des outils qui indiquent la qualité écologique de cette mare.

- Evaluer l'état de santé des écosystèmes aquatiques.
- Suivre l'évolution d'une source de pollution connue sur l'intégrité de l'écosystème.
- Documenter la biodiversité du benthos dans les cours d'eau. (12)

Dans ce travail nous allons tenter de mieux connaître le fonctionnement des écosystèmes aquatiques, évaluer la qualité des eaux de quelques mares dans la wilaya de Skikda, connaître la distribution spatio-temporelle des espèces et l'impact des pollutions et l'eutrophisation sur l'abondance des populations des macros invertébrés.

Pour atteindre ces objectifs, le mémoire sera scindé en quatre chapitres : Le premier chapitre portera à la description du site d'étude .Le second chapitre concernera des généralités sur la morphologie, la biologie et l'écologie des macroinvertébrés. Le troisième chapitre sera destiné à la méthodologie adoptée pour la réalisation de cette étude .Le quatrième chapitre sera consacré à l'interprétation des résultats des analyses physicochimiques effectuées sur les eaux

de surface de la région et l'abondance des macroinvertébrés dans les sites d'études .Ce travail sera abordé à l'aide d'une introduction générale et achevé à l'aide d'une conclusion générale.

*Premier
chapitre
Description
du site
d'étude*

1. Cadre général

1.1 Situation géographique :

Le Kebir Ouest fait partie du côtier Constantinois (Agence des bassins hydrographiques de Constantine, Annaba et Skikda, 2006.). C'est l'un des trois bassins versants de la wilaya de Skikda dont 80% de la superficie (découpage administratif) font partie de ladite wilaya et les 20% restants sont reliés à la wilaya d'Annaba à l'Ouest et celle de Guelma au Sud. Ce bassin versant est limité à l'Ouest par le bassin versant de l'oued Safsaf (wilaya de Skikda), à l'Est par celui de la Seybouse et au Nord par la méditerranée. Le bassin se situe dans la partie orientale de l'Atlas Tellien, entre les longitudes Est 6°15' et 7°15' et les latitudes Nord 37°00' et 36°30'. La partie supérieure est limitée au Sud par les monts de Constantine où les formations dominantes sont des calcaires et marno-calcaires jurassiques et crétacés, ainsi que des marnes et marno-calcaires éocènes (Marre., 1992).

Les mêmes formations dans la partie Nord-Ouest du bassin mêlées à des roches éruptives et métamorphiques. La zone côtière fait partie du massif métamorphique de l'Edough formée de schistes cristallins, de gneiss et des grés numidiens limitée au nord par la chaîne éruptive du Cap de Fer. La plaine du Kebir s'est formée par l'aluvionnement intense des dépressions côtières, caractérisée par une pente relativement faible vers la mer et par la présence de marais dans la partie aval (Khammar, 1980).

La Wilaya de Skikda est issue du découpage administratif de 1974. Elle comprend treize (13) daïras regroupant trente-huit (38) communes, et s'étend sur une superficie de 4137,68 kilomètres carrés avec 130 kilomètres de littoral. Elle est limitée au nord par la mer Méditerranée, au sud par les wilayas de Constantine et Mila, A l'est par les wilayas de Guelma et Annaba et à l'ouest par la wilaya de Jijel. Elle est située par rapport aux parallèles à 36°56' 34'' latitude nord et par rapport au méridien à 6°54'33'' longitude (Zeghba, 2016) (Figure 1).

1.2. Cadre administratif

Skikda comprend 13 Daïras regroupant 38 communes (Tableau 1). Outre le chef-lieu de la wilaya de Skikda, les principaux centres urbains sont : - Azzaba qui rayonne sur les communes de la zone et de la wilaya. - El Harrouch qui rayonne sur les

communes de la zone sud de la wilaya - Tamalous qui rayonne sur les communes de la zone Ouest du bas massif - Collo qui rayonne sur les communes de la zone Ouest du haut massif. (Tefiani ,2017). (Figure 2)

Tableau 1 : Découpage administratif de Skikda (Source : Monographie de la wilaya de Skikda, 1974)

N°	Daira	Commune	Superficie (Km ²)
01	Ain kechra	Ain Kechra ; Ould Jaboulbalout	214
02	Azzaba	Azzaba ; Djendel Saadi ; Ain Cherchar ; Es Sebt ; El Ghedir	792
03	Benazouz	Bekouche Lakhdar. Benazouz; El Marsa	429
04	El Hadaik	El Hadaik; Ain Zouit; Bouchtata	338
05	El Harrouch	El Harrouch; Zerdazas; Ouled Hebara; Emdjez Edchich; Salah Bouchaour	741
06	Ouled Attia	Ouled Attia;Oued Zouhour; Khneg Mayoum	240
07	Oum Toub	Oum Toub	182
08	Ramdan Djamel	Ramdan Djamel; Beni Bechir	160
09	Sidi Mezghiche	Sidi Mezghich; Beni Oulbane; Ain Bouziane	333
10	Skikda	Skika ; Fil Fila ; Hamadi Krouma	163
11	Tamalous	Tamalous ; Kerkera ; Beni El Ouiden	380
12	Zitouna	Zitouna ; Kanoua	110
13	Collo	Collo ; Beni Eid ; Cheraia	232

1.3 Le Cadre physique :

1.3.1. Les Reliefs :

L'étude des reliefs permet de déterminer l'accessibilité de la région et d'évaluer sa « disponibilité géographique » à accueillir des investissements. Le relief de la région de Skikda est assez, accidenté, particulièrement dans sa partie littorale et dans le massif de Collo. (Figure 3).

1.3.2 Les montagnes

Elles constituent 60% de la superficie globale de la wilaya. Le territoire skikdi se caractérise d'abord par un relief de montagne mais un relief relativement aéré par un dispositif de basses terres : Couloirs fluviaux, plaines côtières et bassin intérieurs. Les zones de montagne, qui se subdivisent en plusieurs parties sont constituées par des massifs ; les djebels les plus importants sont : Au sud : djebel Sidi-Driss, 1 364 mètres d'altitude ; djebel Hadjar- Chouat, 1 220 mètres ; A l'ouest : djebel Goufi, 1 183 mètres ; · A la limite des vallées des oueds Guebli et Saf-Saf : Djebel Staïha, 572 mètres; Djebel Abdelhadi, 564 mètres · A la limite des oueds Saf-Saf et Kébir est : djebel Fil-Fila, 586 mètres. · Au nord : cap Bougaroun et cap De Fer (Figure 4).

1.3.3 Les plaines

- **Les plaines de la vallée du Saf-Saf**

Alongée dans une direction sud-est / nord-ouest, la vallée du Saf-Saf débute à El-Harrouch et déborde sur la petite plaine de Skikda par un long couloir partageant la wilaya en son centre, épousant les contours de l'oued Saf-Saf.

- **Les plaines de la vallée de l'oued Guebli :**

La vallée débute à Oum-Toub, s'évase au niveau de Tamalous, s'effile jusqu'à Collo, où elle s'évase de nouveau.

- **Les plaines de la vallée de l'oued El-Kébir :**

Arrosées par l'oued El-Kébir, elles s'étendent d'Es-Sebt à Azzaba et jusqu'à Djendel, où elles présentent un étranglement débouchant à Aïn-Charchar et Bekkouche-Lakhdar. Une zone tampon sépare cette zone plane de la dépression qui débute au lac Tonga (Figure 5).

1.3.4. Les Pentes :

- **Les pentes faibles : (0 à 3%) :**

Elles occupent les plaines de l'ouest, notamment la plaine de Ben-Azouz et un petit bout de la ville de Skikda et sa plaine côtière ; elles occupent 9% du territoire de la wilaya.

- **Les pentes moyennes : (3 à 12%) :**

Elles représentent 23% du territoire de la wilaya.

- **Les pentes fortes : (12% et plus) :**

Elles occupent 69% de la superficie totale de la wilaya, c'est la zone de haut piémonts de montagnes (ABH, 2006).

1.3.5 Principaux types d'accidents tectoniques :

Structuralement la région Skikda est très tectonisée surtout dans les parties Est et Ouest. Les failles se concentrent surtout dans djebel Sidi Driss, Kef Hahouner, Col de Bissy, Djebel Tengout et suivant généralement une direction Sud Ouest- Nord Est. Les nappes de charriage se dispersent sur tout le terrain, la nappe numidienne est bien visible à l'Est et à l'Ouest elle charrie les flyschs qui affleurent sous forme de fenêtre à Djebel Safia.

Toutes ces déformations tectoniques (failles, contacts anormaux...) favorisent la naissance de sources d'eau (Mehtat Fernan, Sidi Driss, Oued Zhour...), ainsi que des sources hydrothermales comme celles de Azzaba. Dans son ensemble la géologie de la région de Skikda est très compliquée, ceci est le résultat de la tectonique cassante affectant la quasi totalité de la région.

Pour ce qui est de la géologie des différentes plaines, elle est relativement simple ; elles sont taillées dans des massifs de roches rigides (granites, gneiss...). Sur ces massifs se sont déposés des sédiments qui sont des limons, des marnes à lentilles gréseuses du Miocène, des

grés numidien et des marnes bleues du Pliocène qui forment en général le substratum imperméable du remplissage aluvial.



Figure 1: Carte représentant la Situation géographique de la région d'étude (Skikda).

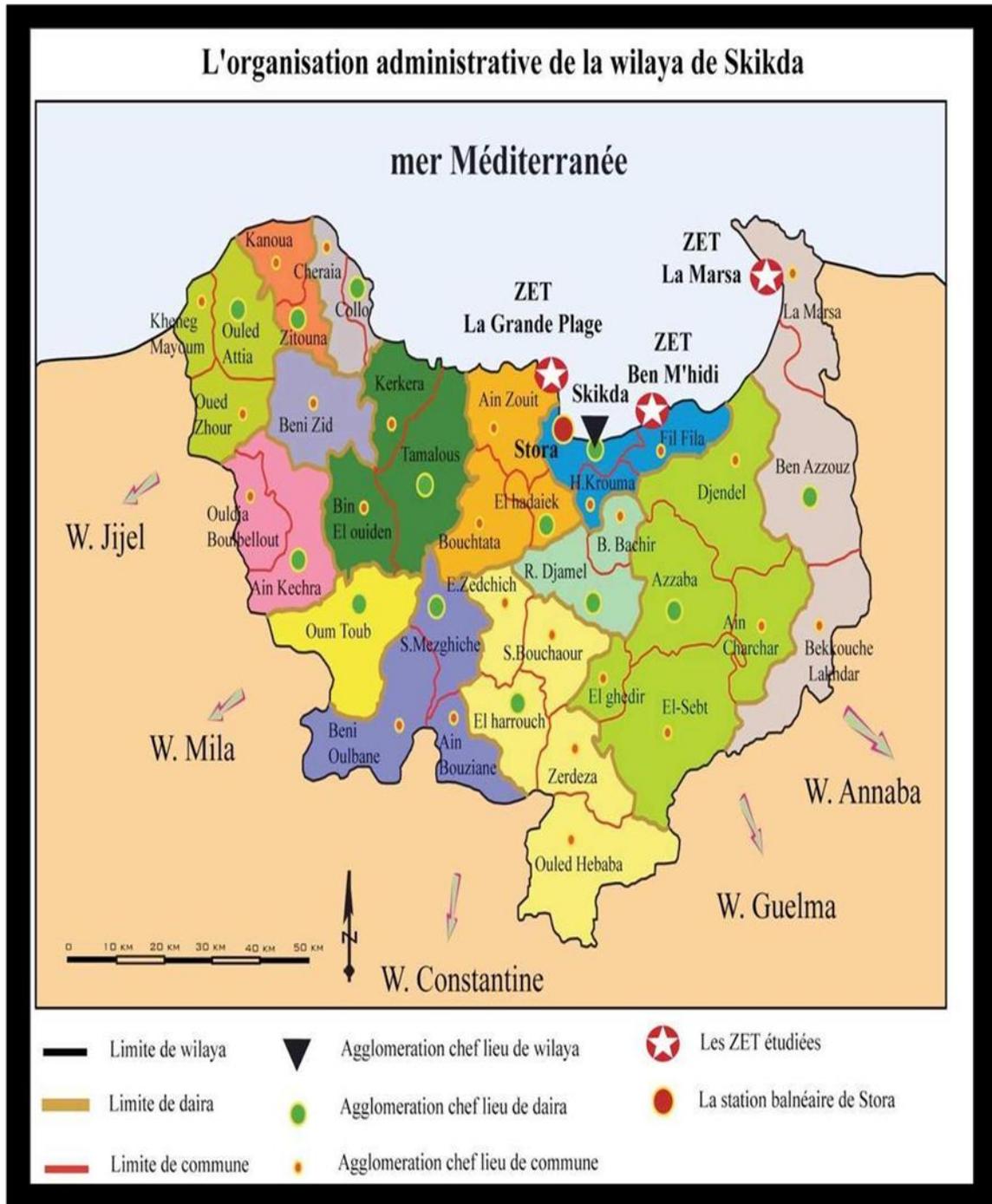


Figure 2: Carte représentant le découpage administratif de la wilaya de Skikda (Tefiani,2017)

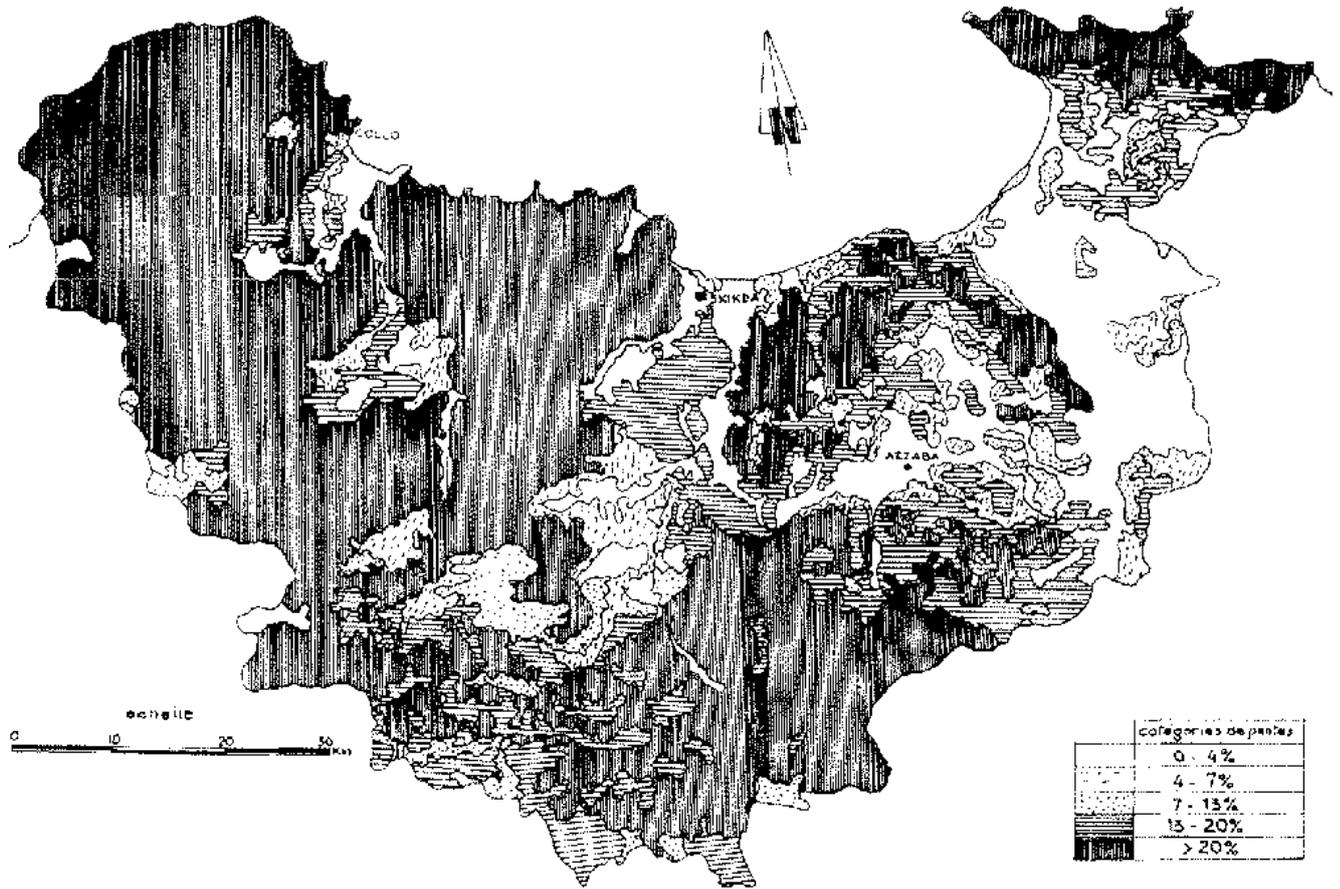


Figure 3 : Reliefs et répartition des classes de pentes (Belloum 1993)



Figure 4 : représentant l'altitude de la wilaya de Skikda (Ben Rabah, 2006)



Figure 5 : les valées d'Oued el-kebir (Abdellioui et all,2003)

1.3.6. Hydrographie:

1.3.6.1. Le bassin versant de Kebir Ouest

Le bassin versant est doté d'une zone climatique humide, de grandes plaines alluviales et d'importantes nappes d'eau souterraines. La longueur de son cours d'eau principal (Kebir Ouest) est estimée à 43 Km, son estuaire est situé dans la Méditerranée, à 20 km à l'Est de la wilaya de Skikda, et son débit annuel moyen est de 282 M m³/an (Benrabah et al 2012).

1.3.6.2 Aperçu sur les Systèmes Aquifères

Le but principal de l'établissement des coupes hydrogéologiques, est de mettre en évidence l'extension des formations hydrogéologiques sous-jacentes de la région d'étude, leurs lithologies ainsi que les relations hydrodynamiques entre les différentes nappes. En fonction de leurs caractéristiques propres, les nappes de la région de Skikda peuvent être regroupées en cinq formations aquifères essentiellement formées par des dépôts alluvionnaires du quaternaire:

- La plaine de Collo.

- La plaine d'oued Zhour.
- Vallée de Safsaf.
- La plaine de Zeramna.
- La plaine d'Oued Kebir Ouest.
- Massif dunaire de Guerbez.

Dans la région de Guerbez les nappes révélées sont celles des sables dunaires, s'étendant à plusieurs kilomètres du nord au Sud . Dans le bassin du Kebir Ouest la nappe la plus importante est celle des sables et graviers d'une puissance qui peut dépasser 20 m, son extension latérale se remarque de part et d'autre de l'oued Kebir Ouest dépassant 10 kilomètres de chaque coté.

Dans la vallée de l'oued Safsaf, existe plusieurs types de nappes à différentes importances hydrogéologiques. La plus intéressante est la nappe des aluvions qui longe l'oued principal et ces affluents, composée par un ensemble de formations perméables telles que graviers, sables et galets. Dans le bassin versant de l'oued Guebli, il existe deux importante nappes constituées par les mêmes formations géologique (graviers, sables et galets), qui pourra probablement expliquer la continuité de la même nappe celle de Collo et de Tamalous tout le long de l'oued Guebli. Mais par manque de forages implantés plus loin des deux rives, l'extension latérale des nappes ne dépasse pas 10 kilomètres.

Reste les nappes aluvionnaires qui sont les plus importantes dans la zone d'étude telles que celles révélées par les coupes hydrogéologique suivantes : (Ben Rbhah.2006)

1.3 .6.3. Aperçu sur l'hydrologie de surface

✓ Les oueds :

La région d'étude (Skikda) possède trois grands oueds repartis sur toute sa surface d'Est en Ouest (Kebir Ouest, Safsaf, Guebli) alimentés essentiellement par les eaux de pluies ainsi que de petits oueds tels que l'oued Zhour à Cap Bougaroun, Oued Rhira aux côtiers de Flifla et l'oued Bibi. D'Ouest en Est on trouve :

• L'oued Kebir Ouest

Sa longueur approximative est de 48 Kilomètres avec principaux affluents l'oued Aneb et oued Fendek, le tracé des profils en long des principaux affluents de cet oued, montre qu'à l'amont les pentes sont très fortes, généralement supérieures à 50 m/Km, qui sont dues à la résistance des

formations consolidées au creusement. A l'aval, les pentes sont moins faibles à cause des formations meubles, les pentes très faibles s'étendent dans la zone entre Souk Essebt et Mechtet Mra Sfala (l'oued Mchekel où la pente diminue jusqu'à 3.5 m/Km) Il traverse les bassins de Azzaba et d'Essebt pour se déverser dans la mer tout en passant par le massif dunaire de Guerbez, il draine une superficie de 1135 Km², son apport hydraulique est estimé à 282 Mm³ en 2000 à la station de Ain Charchar.

• L'oued Safsaf

Se trouvant au centre du terrain d'étude, c'est le principal oued dans le bassin versant de Safsaf, il débute au Sud dans les monts de Constantine, de direction Nord-Sud sa longueur est de 53.19 Km (ABH , 2006), ses principaux affluents sont l'oued Zeramna, oued Haddaratz. Le profil en long du cours d'eau principal montre qu'en amont, les pentes sont beaucoup plus élevées qu'à l'aval, elles sont de 11.3 m/Km au niveau de l'oued Brahim et Bouadjeb, et de 2.3 m/Km au environ d'El Harrouch. Il traverse le bassin versant dans une direction SE-NW jusqu'au village de Ramdane Djamel, ensuite suivant une orientation NW-NE vers la plaine de Zeramna pour se jeter finalement dans la mer méditerranée, il a un débit moyen de 150 hm³ /an, il draine une superficie de 1154 Km² (ABH Constantine, 2006).

• L'oued Guebli :

Il prend naissance au Sud de la région d'Oum Toub de direction Sud-Nord, il passe par la plaine de Tamalous puis celle de Collo pour enfin rejoindre la mer. Sa longueur approximative est de 38 Km avec les principaux affluents l'oued Guergoura et l'oued Fessa, il draine une superficie de 944.6 Km². Il apporte un volume annuel de 49 Mm³ mesuré à la station de Guenitra (ABH, 2006) (Figure 6)

Le tableau ci-dessous récapitule les caractéristiques des trois oueds de la zone d'étude :

Tableau 2: Les trois grands oueds de la région et leurs principaux affluents**(ABH et DHW, 2006)**

Nom de l'oued	Longueurs en Km	Principaux affluents	Amont de l'oued	Exutoire	Superficie drainée Km ²	Volume Mm ³ /an
Kebir Ouest	43	Fendek Aneb	Dj Boutellis	Mer	1154	282
Safsaf	53.19	Khemakhem Haddaratz	Monts de Constantine	Mer	1154	150
Guebli	38	Fessa Guergoura	Oum Toub	Mer	944.6	49
						Tot : 481

✓ Les barrages :

La wilaya de Skikda compte quatre (4) grands barrages en exploitation d'une capacité totale initiale de 317 Mm³, actuellement avec les problèmes d'envasement et autres, ils ne retiennent qu'un volume total de 292 Mm³ par an, destiné à l'alimentation en eau potable des différentes communes de la wilaya, l'irrigation et l'industrie.

• Barrage de Zerdazas :

Situé dans la commune de Zerdazas cet ouvrage alimente en eau potable les régions d'El Harrouch, Sidi Mezghich, Salah Bouchaour, Zerdazas, Ain Bouziane et Medjez Edchich ainsi que la zone industrielle de la ville de Skikda, il permet aussi l'irrigation de la plaine de Safsaf (1800 Ha) tout en protégeant la vallée du Safsaf contre les inondations. Sa capacité initiale est estimée à 32 Mm³, actuellement, il ne peut contenir que 18 Mm³, son volume régularisable est de 18 Mm³ par année. (Figure 7)

• Barrage de Guenitra

Localisé dans la commune d'Oum Toub il satisfait les besoins en eau potable de la Daïra de Skikda et sa zone industrielle, avec le barrage de Zerdazas il assure l'irrigation de la plaine de Safsaf. Sa capacité initiale est estimée à 120 Mm³, actuellement, il ne peut contenir que 117 Mm³ d'eau, son volume régularisable est estimé à près de 30 Mm³ par an. (Figure 8)

• **Barrage de Beni Zid :**

Réalisé dans la commune de Beni Zid d'une capacité initiale est de 40 Mm³, actuellement, il ne peut contenir qu'un volume de 39 Mm³, il est destiné pour assurer les besoins en eau potable de la ville de Collo et l'irrigation de 1500 Ha de terres agricoles, son volume regulisable est estimé à 20 Mm³ par an. (Figure 9)

• **Barrage de Zit Emba :**

Il s'étend sur un bassin versant évalué à 485 km². L'altitude maximale est 1200 m, et minimale 50 m et moyenne 376 m. Il reçoit une pluviométrie annuelle moyenne de 700 mm, un apport moyen annuel de 500.10⁶ m³ d'eau. (Service agricole de Skikda ,2006) (Figure 10)

Tableau 3 : les différents barrages dans la wilaya de Skikda et leurs apports annuels.
(ANRH de Constantine)

Barrage	Commune	Capacité Mm ³ initiale	capacité actuelle Mm ³ /an	Volume regulisable
Zerdazas	Zerdazas	32	18.112	18
Guenitra	OumToub	125	117.82	48
BeniZid	BeniZid	40	39.39	20
Zit Emba	BeniZid	120	116.59	43.4

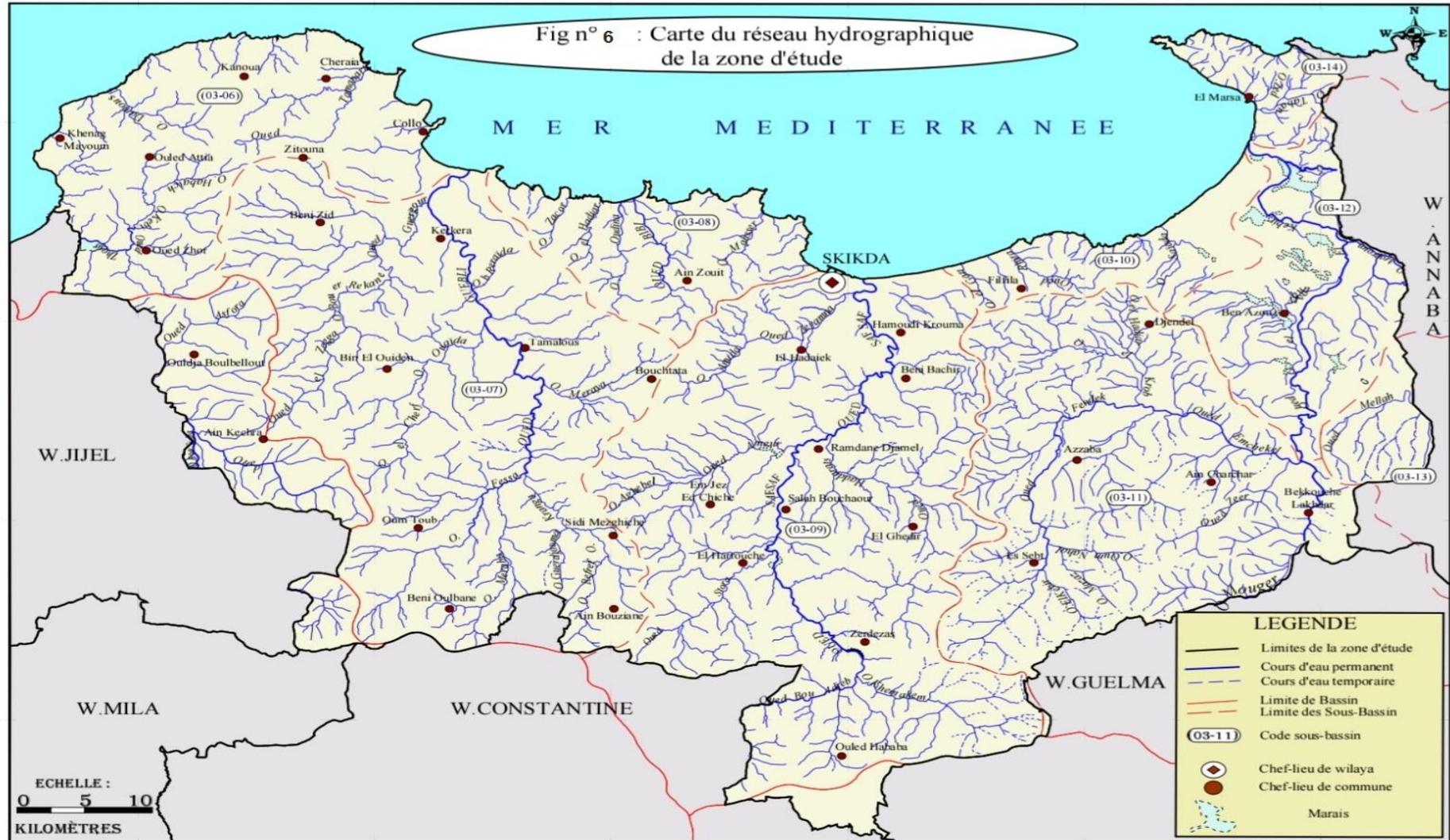


Figure 6 : Carte représentant le réseau hydrophique de la wila de Skikda(Ben Rabah ,2006).



Figure 7: Barrage de Zerdazas (Tanjir, L)



Figure 8 : Barrage de Guenitra (Tanjir, L)



Figure 9 : Barrage de Beni Zid (Tanjir, L)



Figure 10 : Barrage de Zit Emba (Tanjir, L)

✓ **Les mares :**

Parmi les grandes mares de la wilaya de Skikda :

- **Garaet Hadj-Tahar** ($36^{\circ}51'50''$ N, $07^{\circ}15'57'$ E) :

Il s'agit d'un marais d'eau douce permanent qui couvre 112ha Conservation des forêts de la wilaya de Skikda, 2004). Elle est située à une vingtaine de kilomètres de la Méditerranée et présente une forme ovale très allongée, entourée au Nord-Ouest par une colline d'argile et de grès, qui se lève graduellement à 200 m. A l'Est, on trouve les dunes et au Sud-est la plaine aluviale de l'Oued El Kebir. (Figure 11)

- **Garaet Beni M'Hamed** (36°57' N, 7°16' E):

Ce marais salé occupe une surface d'environ 380 ha près de l'estuaire de l'Oued El-Kebir. Il est alimenté par l'inondation de cet Oued. Son sol est formé d'argile Numidienne.(Figure 12)

- **Garaet Messaoussa** (36°52'N ; 07°15'E) :

Ce lac d'eau douce occupe une surface d'environ 300 ha et est entièrement boisé en aulnes glutineux bien portants, avec un sable mouvant et une présence d'eau en permanence. Le site est à quelques mètres de l'Oued El-Kebir et il est alimenté par ce dernier. Cette aulnaie est menacée par l'avancement des dunes de sable, dû au défrichement intense.(Figure 13)

- **Garaet Sidi Makhoulf** (36°53'094 N, 7°18'248 E) :

Elle occupe une superficie d'environ 50 ha. Le substratum et la situation géomorphologique de la Garaet sont identiques à ceux de Garaet Chichaya. Toutes les deux constituent une unité simple, orientée du Nord-Ouest au Sud-est vers la plaine aluviale. 102 espèces végétales sont dispersées entre les prairies humides, les prairies sèches, les marais et les sites à eau ouverte.(Figure 14)

- **Garaet Chichaya** (36°53'791 N, 7°18'230 E) :

Ce marais occupe une surface d'environ 50 ha, orienté Nord-Ouest-Sud-est. Au Nord-Ouest, il est alimenté par les eaux dunaires souterraines et les dépressions ouvertes vers le Sud-est, près de la plaine aluviale d'Oued El-Kebir. Il y a une continuité avec Garaet Sidi Makhoulf. Le substratum est constitué, en Nord-Ouest par le sable dunaire mélangé avec la tourbe. Ce sol est remplacé en Sud-est par une boue argileuse de la plaine.(Figure 15)

- **Garaet Aïn Magroun** (36°50'225 N, 7°16'943 E) :

Ce site s'étend sur une surface d'environ 9 ha. Il appartient à une série de dépressions marécageuses qui disparaissent couramment, à l'exception de celle de Garaet Hadj Tahar. La Garaet est orientée Sud-est Nord-ouest. Originellement, ces dépressions ont l'habitude de former une seule unité. Ce marais occupe une dépression au Sud d'un petit mont de 21 m d'altitude couvert de plantations d'oliviers. (Figure 16)

- **Garaet Boumaïza** (36°49'155 N, 7°18'975 E) :

C'est un marais temporaire, qui s'étend sur une surface d'environ 70 ha, maintenu par la pluviosité, les cours d'eau et les infiltrations des montagnes de Boumaïza, situées à la partie Nord-est. La plaine occupée par ce marais est franchie par une dépression Sud-est– Nord-est vers Oued El-Kebir. Cette dépression était probablement tributaire d'un lit d'Oued.

- **Garaet Sidi Lakhdar** (36°54'780 N, 7°12'055 E) :

Ce site occupe une superficie d'environ 25 ha et est situé dans la prolongation des marais mentionnés plus haut (incluant Garaet Nouar Ezzouaoua) au Nord-Ouest, dans une dépression avec le même substrat. Bien que les eaux de Garaet Hadj Tahar coulent vers Oued El-Kebir, les eaux de ce site coulent vers la mer. Il est dominé au Sud-ouest par Djebel El Foul, et à l'Ouest par Djebel Filfila, et au Nord-Ouest par des dunes dont l'altitude moyenne est de 50 m.

- **Garaet Haouas** (36°58' N, 7°18' E) :

Ce site occupe une surface d'environ 260 ha. Il est situé sur la rive gauche de l'Oued ElKebir. Il s'étend entre les dunes de Guerbes du côté Ouest et les rives de Oued El-Kebir du côté Est. Le substratum est formé par le sédiment et le sable dunaire.

- **Nechaa Demnat Ataoua** (36°56' N, 7°14'780 E) :

Ce site est remarquable pour ses aulnes et ses marais. Il occupe une surface d'environ 280 ha et est localisé à l'Ouest du mont de l'Edough du côté gauche d'Oued El-Kebir.

- **Nechaa Khellaba** (36°5'516 N, 7°17'576 E) :

Ce site s'étend sur une surface d'environ 75 ha. Il est presque constitué d'aulnes. Il est ouvert vers la plaine aluviale d'Oued El-Kebir. La Nechaa présente une largeur de 200 à 300 mètres et une longueur de 3 à 4 km. Ces aulnes sont alimentés par les petits courants d'eau d'Oued El-Kebir. (Abri, S, 2017)



Figure 11: Garaet Hadj- Tahar (Merzoug 2015)



Figure 12: Garaet Beni M'hamed (Merzoug 2015)

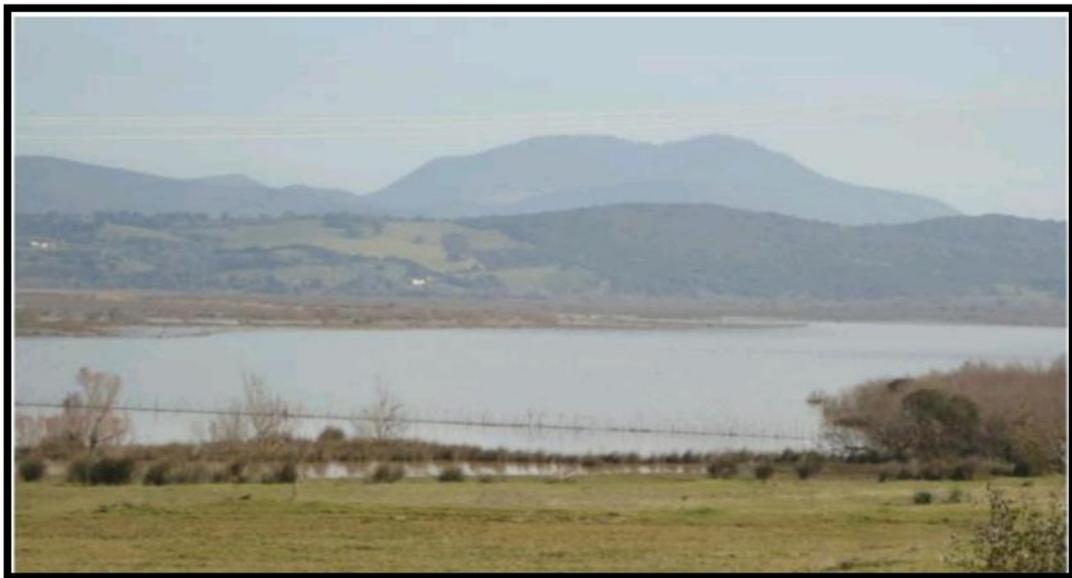


Figure 13: Gareat Messaoussa (Merzoug, 2015)



Figure 14: Gareat Sidi Makhlouf (Merzoug 2015)



Figure 15: Garaet Chichaya (Merzoug, 2015)



Figure 16: Garaet Ain Magroun (Merzoug, 2015)

Les mares faisant l'objet de notre étude sont :

Mare 1 :

Daira de Ramdan Djamel

Latitude : 36°46'35 N

Longitude : 6°78'698 E

Surface : 3375 m²



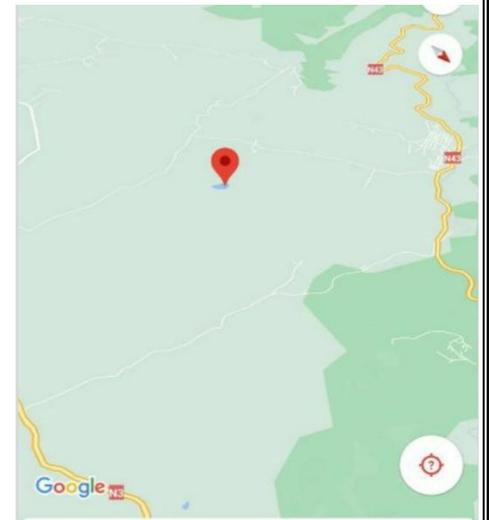
Figure 17 : Mare d'étude 1

Profondeur :

-Maximale : 53 cm

-Minimale : 50 cm

Type de végétation : Racine commun (*Racinus communis*), Quai a corne (*Rumex bucephaphorus*), Oxalis pied de chèvre (*Oxalis pes-caprae*) et la présence d'une ferme permet d'avoir des oliviers, pommiers, des orangers et arbres à tomates, des épinards et des salades (Figure 17).



Mare 2:

Daira de El hadeiek

Latitude : 36°46'48 N

Longitude : 6°56'5 E

Surface : 11400 m²

Profondeur

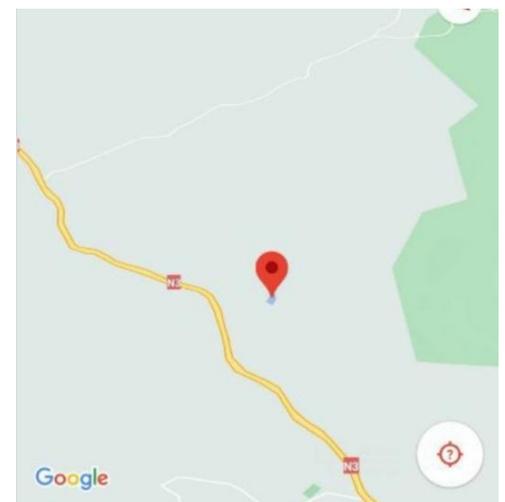
- **Maximale :** 60 Cm



Figure 18 : Mare d'étude 2

-Minimale : 57 Cm

Type de végétation : Le myrte commun (*Myrtus communis*), Pistachier lentique (*Pistacia lentiscus*), le chêne liège (*Quercus suber*), cite de Montpellier (*Cistus monspeliensis*), Inule (*Inula viscosa*), saule (*Salix sp*), Rue officinale (*Ruta graveolens*), trèfles (*Trifolium*), Aulne glutinosa (*Alnus glutinosa*). (Figure 18)



Mare 3 :

Daira de El hadaiek

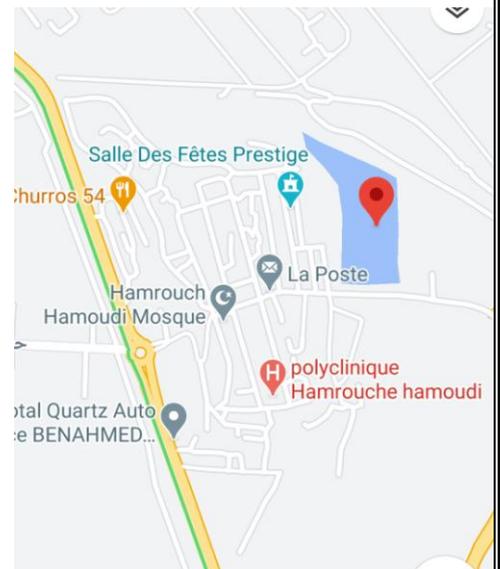
Latitude : 36°47'27**Longitude :** 6°47'21**Surface :** 2237 m²**Profondeur :****-Maximale :** 59 Cm**-Minimale :** 50 Cm

Type de végétation : Racine commun (*Racinus communis*), Oxalis pied de chèvre (*Oxalis pes-caprae*), cite de montpellier (*Cistus monspeliensis*), Bruyère (*Erica arborea*), Genet (*Genista uliciana*), Laurier (*Laurus nobilis*), Filaire (*Phillyrea angustifolia*), *Eucalyptus globulus*.

(Figure 19)

Mare 4 :

Daira de Ramdan Djamel

Latitude : 36°47'02 N**Longitude :** 6°56'07**Surface :** 43200 m²**Figure 19 : Mare d'étude 3****Figure 20 : Mare d'étude 4**

Profondeur :

-Maximale : 53Cm

- Minimale : 50 Cm



Type de végétation : Saule (*Salix* sp), Rince commune (*Rubus fruticosus*), Frêne élevé (*Fraxinus excesior*), Orme champêtre (*Ulmus minor*) Menthe odorante (*Mentha suaveolens*), vergette annuel (*Bellis Annua*), Joncs (*Juncus* sp), Menthe odorante (*Mentha Suaveolens*), et l'existence des aunions, pommes de terre, épinards, orangers, citronniers, prunes. (Figure 20)

Les potentialités en eau de la wilaya :

Elles sont de 1 674 Millions de m³ et les ressources mobilisées sont de 187 millions.
(Amiour ,2005)

Les retenus collinaires :

Les retenues collinaires de la wilaya de Skikda son essentiellement destinées à l'irrigation, elles sont au nombre de 32 retenues mobilisant un volume d'eau approximative de 4 Mm³ par an d'eau de surface, un grand nombre est en bon état avec des capacités qui peuvent atteindre 400000 m³ tandis que d'autres sont en moyen ou mauvais état, actuellement il ne reste qu'une douzaine en service avec une capacité qui ne dépasse pas 2 Mm³ /an. (Figure 21)

Tableau 4 : Capacités totales en Mm³ des différentes retenues collinaires dans la wilaya de Skikda (ABH de Constantine 2006)

Bassins versant	Nombre de retenues collinaires	Capacité totale Mm ³
Oued Safsaf	19	2
Oued Kebir Ouest	13	2.4
Total	32	4.4
Retenues collinaires en service	12	1.47

1.4 . Climatologie

Pour l'étude climatique de la zone d'étude, nous nous sommes basés sur les données climatiques de la station météorologique de Skikda. Les variations journalières de la température, de la pluviosité et de la force du vent sont aléatoire ; non périodique et non prévisibles. Cette variation aléatoire interdit toute adaptation rigoureuse des organismes et intervient dans la modification des cycles de développement, l'estivation ou l'hibernation, la migration et les modifications morphologiques, provisoires et non héréditaires traduisant la plasticité phénotypique des espèces apparaissant lorsque les facteurs climatiques changent (Dajoz, 2006)

Fig n° 21. Carte de la ressource superficielle (barrages et retenues collinaires 2005)



.Figure 21: Carte représentant les ressources superficielles de la région d'étude (Ben Rabah, 2006)

1.4.1. La température :

La température est une grandeur physique mesurée à l'air, elle est prise sous abri, elle a une influence sur la croissance et la survie des êtres vivants.

Tableau 5 : Températures moyennes mensuelles de la station de Skikda (1989- 2017)

Mois	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août
T (C°)	24,07	21,31	16,71	13,79	12,5	12,78	14,33	16,42	19,21	22,28	25,35	26,42

On remarque que les moyennes les plus élevées s'étendent du mois d'avril à septembre et varient entre 16,42°C et 26,57°C. L'histogramme numéro 1 montre l'évolution des températures avec un maximum (26,57°C) durant le mois d'aout un minimum durant le mois de janvier (12,41°C).

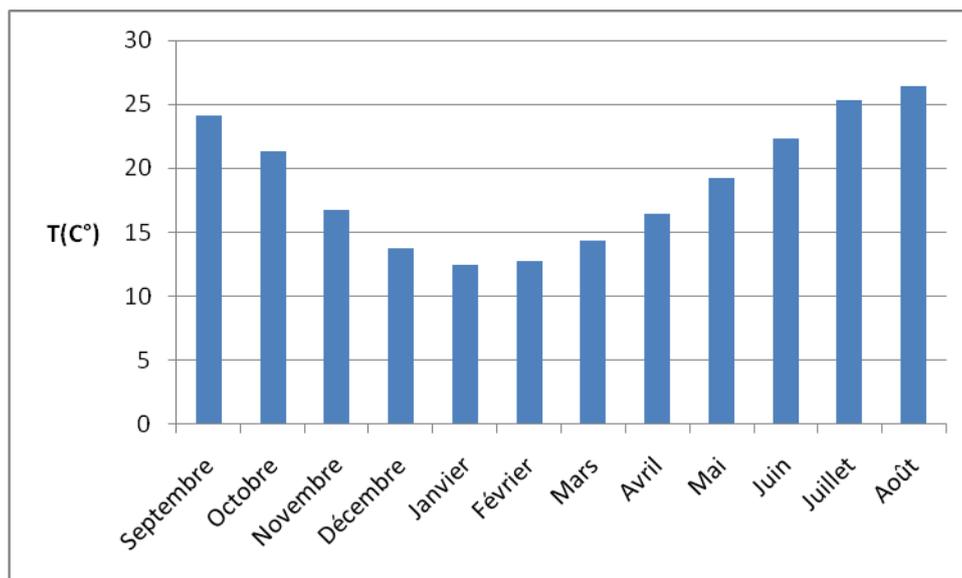


Figure 22 : Les variations de la température moyenne mensuelle de la région de Skikda (1989-2017)

1.4.2. Les précipitations

La pluie est un facteur climatique très important qui signifie toutes les eaux qui tombent sur la surface de la terre, tant sous forme liquide, que sous forme solide.

Tableau 6 : Précipitations moyennes mensuelles de la région de Skikda (1989-2017)

Mois	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août
P(mm)	53,4 4	69,66	100,53	137,58	115,17	93,14	67,3	57,74	40,6	11,8	2,1	11,93

Le suivi de l'évolution des précipitations durant la période (1989-2017) nous expose un histogramme dont les précipitations maximales sont observées au mois de décembre avec (137,58 mm) et le minimum au mois de juillet avec seulement (2,1 mm)

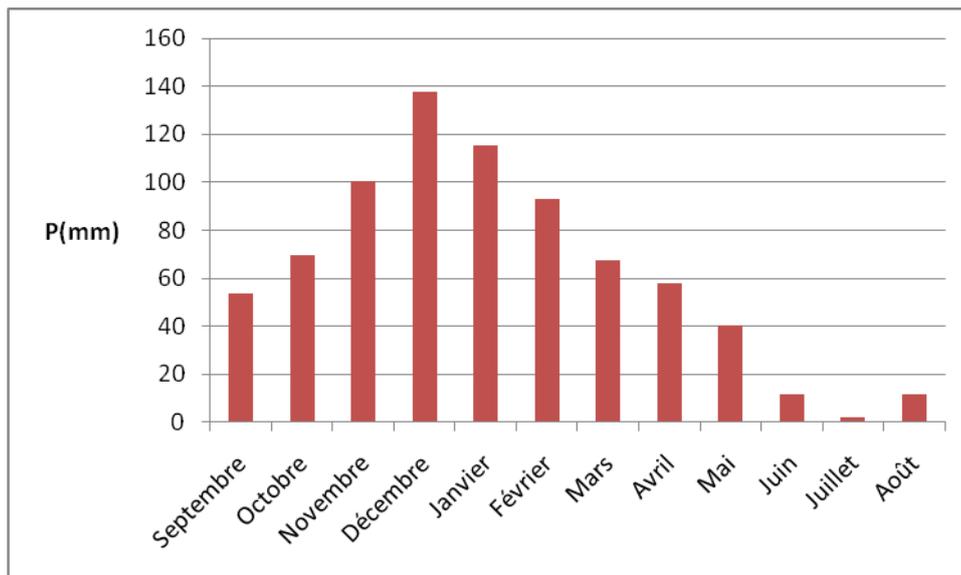


Figure 23 : Evolution des précipitations moyennes à Skikda (1989-2017)

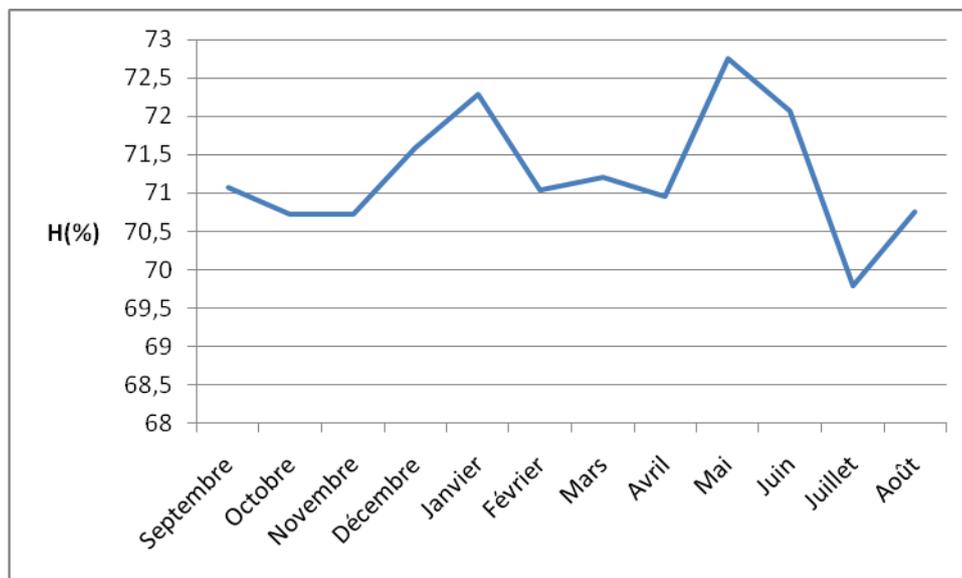
1.4.3. L'humidité : L'humidité est la présence d'eau ou de vapeur d'eau dans l'air, elle est responsable à la modification des caractéristiques des milieux de vie et ainsi la répartition des êtres vivants dans l'environnement. Elle est exprimée en pourcentage ou en milligramme par mètre cube.

Tableau 7 : L'humidité moyenne mensuelle de la station de Skikda (1989-2017)

Mois	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août
H(%)	71,07	70,72	70,72	71,59	72,29	71,04	71,21	70,96	72,75	72,07	69,79	70,76

L'humidité de l'air est peu variable au cours de l'année, le taux maximal de l'humidité est observé pendant le mois de mai (72,75%), alors que le taux minimal est observé pendant le mois de juillet (69,79%).

Le suivi de l'évolution de l'humidité de l'air au cours de l'année nous expose une courbe où on observe une légère variation au cours de l'année

**Figure 24: Evolution de l'humidité moyenne à Skikda (1989-2017)**

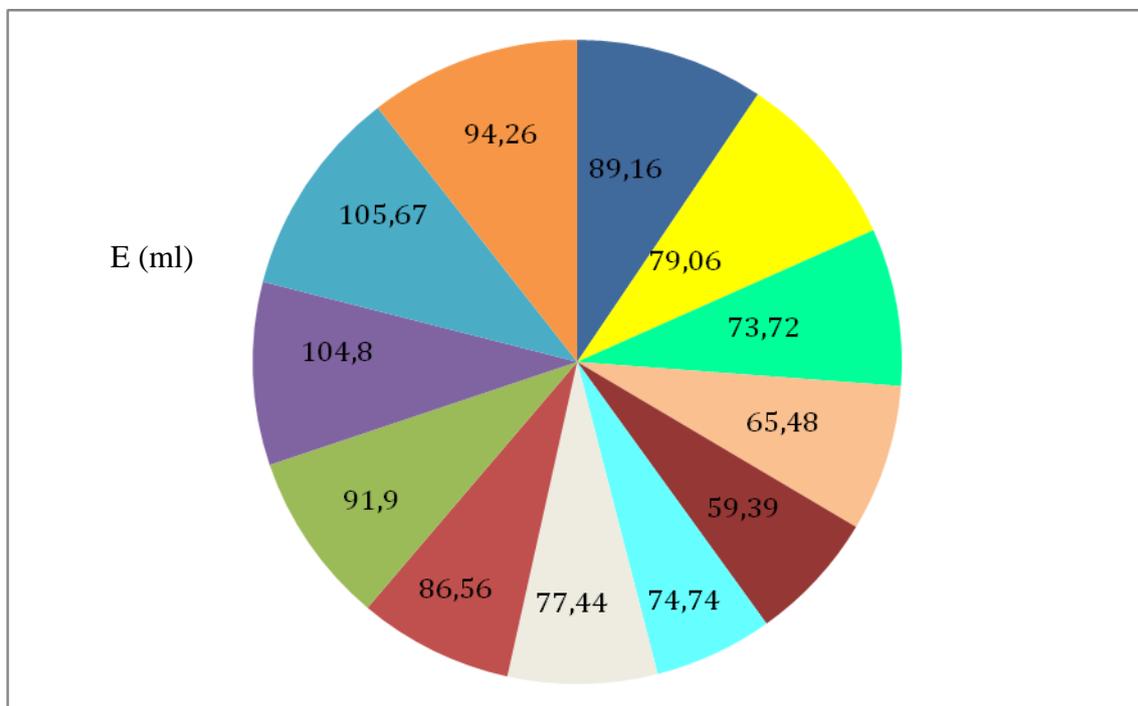
1.4.4. Evaporation :

Caractérisé par le mouvement et la vibration des molécules d'eau de manière désordonnée et ce mouvement est lié à la température

Tableau 8 : L'évaporation de la wilaya de Skikda (1989-2017)

Mois	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août
E (ml)	94,26	89,16	79,06	73,72	65,48	59,39	74,74	77,44	86,65	91,7	104,8	105,67

L'évaporation est peu variable au cours de l'année, le taux maximal de l'évaporation est observé pendant le mois d'août (105,6 ml), alors que le taux minimal est observé pendant le mois de février (59,39 ml). Le suivi de l'évolution de l'évaporation au cours de l'année nous expose un secteur où on observe une légère variation au cours de l'année.

**Figure 25 : Représentant l'évolution de l'évaporation au cours de l'année**

1.4.5. Les vents :

La région de Skikda est exposée aux vents, la vitesse maximale des vents qui soufflent sur cette région est représentée dans ce tableau :

Tableau 9 : Evolution des vents dans la station de la wilaya de Skikda (1989-2017)

Mois	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août
V (m/s)	2,95	3,04	3,39	3,77	3,55	3,55	3,29	3,17	2,81	2,84	2,82	2,86

Le souffle des vents est peu variable au cours de l'année, le taux maximal des vents est observé pendant le mois de décembre (3,77 m/s), alors que le taux minimal est observé pendant le mois de mai (2,81m/s). Le suivi de l'évolution des vents au cours de l'année nous expose un secteur où on observe une légère variation au cours de l'année

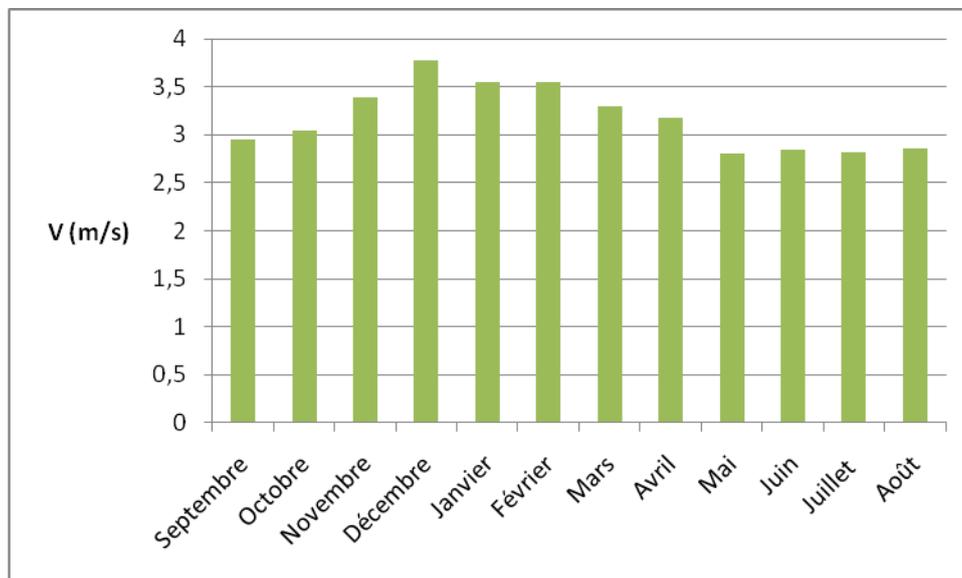
**Figure 26: Évolution des vents à Skikda (1989- 2017)**

Diagramme Ombro-thermique de Bagnouls et Gausсен:

Pour l'élaboration du diagramme Ombro-thermique de Bagnouls et Gausсен (1957), nous avons tenu compte des données climatiques bien précises qui sont les précipitations moyennes annuelles et les températures moyennes annuelles étalées sur plusieurs années (1989 -2017). Le but est de déterminer la période sèche et la période humide. Selon Bagnouls et Gausсен, une période sèche est due aux croisements des courbes de température et de précipitation. Cette relation permet d'établir

un graphe pluviométrique sur lequel les températures sont portées à une échelle double des précipitations (In Fouzari, 2009).

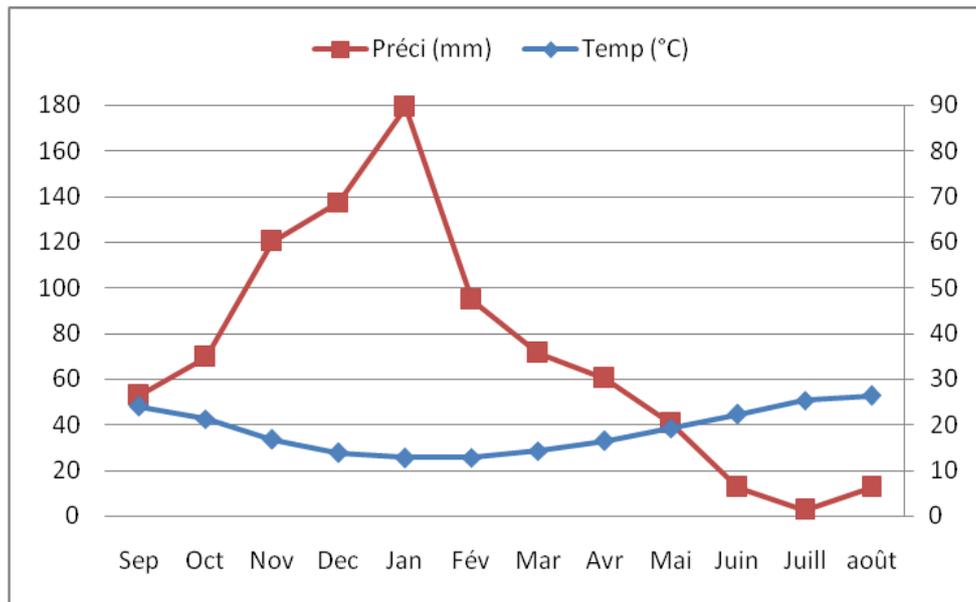


Figure 27: Diagramme Ombro-thermique de la wilaya de Skikda (Années)

Climagramme d’Emberger :

Emberger (1930, 1945, 1955, 1971) a défini six étages bioclimatiques dans le bioclimat Méditerranéen sur la base de l’humidité globale du climat et sa rigueur hivernale. Cela est caractérisé par le quotient pluviothermique Q2 donné par la formule suivante

STEWART (1975) a montré que le quotient pluviothermique d’EMBERGER (1955) pouvait être simplifié pour s’écrire : $Q2 = 3,43 * p / (M - m)$

P : pluviométrie annuelle (mm)

M : température maximale moyenne annuelle en degrés

m : température minimale moyenne annuelle en degrés

Les données météorologiques (résumée dans le tableau 9) de la station de Skikda, récoltées sur la période allant de (1989 – 2017), nous permettant de calculer ce quotient.

Tableau 10 : Données météorologiques (station de Skikda 1989 – 2017).

Paramètres	Valeurs
M	37,90 (C°)
m	4,84 (C°)

P	854,28 (mm)
---	-------------

Ainsi, notre région (Skikda) présente un $Q_3 = 88,63$ ce qui la classe la région d'étude dans un climat Méditerranéen Sub-humide.

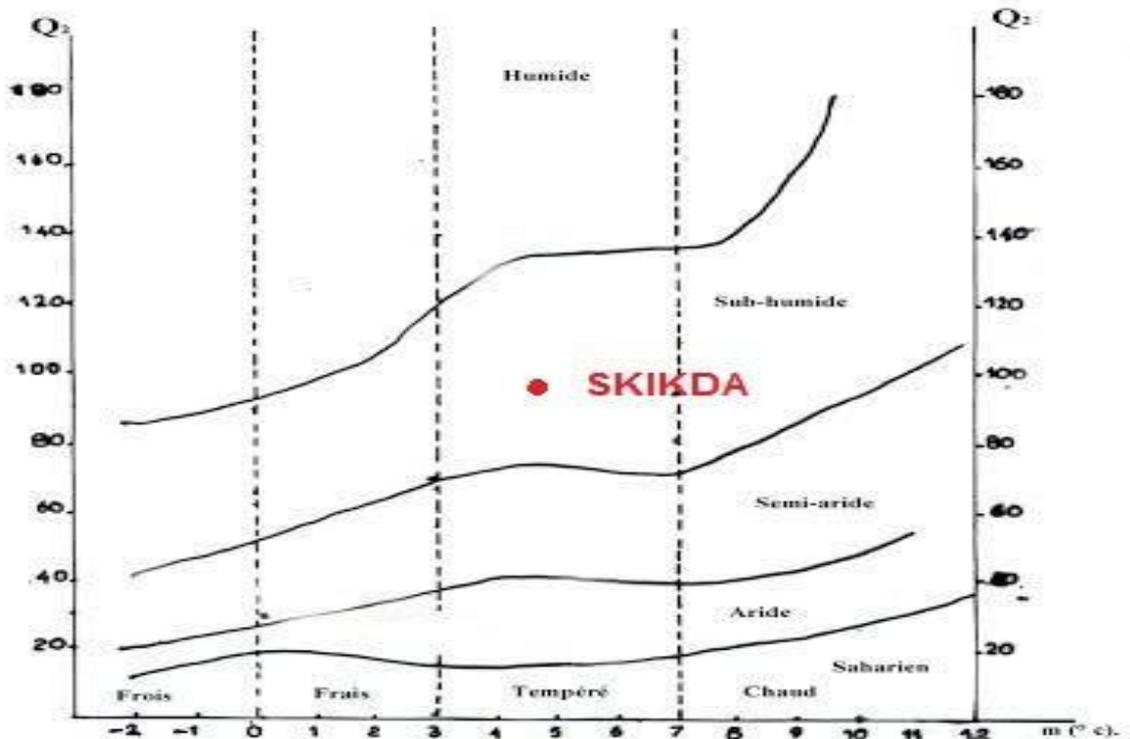


Figure 28 : Climagramme d'emberger de la wilaya de Skikda

1.5. Le cadre biotique

La région d'étude contient une diversité floristique et faunistique exceptionnelle en particulier au niveau du complexe guérbaz sanhadja.

1.5.1. La flore :

La flore appartient au domaine mauritanien méditerranéen, secteur numidien, selon la nomenclature de P.QUEZEL et S.SANTA (1962-1963) elle regroupe des espèces d'origines biogéographiques divers : tropicales (*Scirpus inclinatus*. Asch et Schweinf.), méditerranéennes (*Isoetes velata* .L.), européennes (*veronica scutellata* .L ;), endémiques nord africaines (*Linum numidicum*. L), eurasiennes (*Elatine alsinastrum*. L), paléo-tempérées (*Alnus glutinosa* L), subtropicales (*Polygonum senegalense* Meisn) à partir des relevés par B.SAMRAOUI et G. de

BELAIR (1997) ; et aussi la présence des espèces rares (*Odontites lutea*. L), (*Clair Veronicascutellata*. L) ; et espèces très rares (*Najagraminea*.L), (*Elatine hydrpiper* .L). (P.Quezel .et S.Santa, 1962-1963).

La présence des groupements pré-forestiers et forestiers :

Le chêne liège (*Quercus suber* .L), (*Quercus coccifera* .L), (*Halimium halimifolium* .L) (*Erica arborea*. L), (*Pistacia lentiscus*. L), (*Chamaerops humilis* .M), (*Olea oleaster* .L) et (*Cytisus triflorus* .L) ...

1.5.2 La faune

La richesse spécifique a atteint 52 espèces appartenant à 15 familles inféodées directement à l'eau (Metalaoui et Houhamdi, 2008) avec des observations de nouvelles espèces pour le site comme le Fuligule milouinan, *Aythya marila* (Metalaoui et Houhamdi, 2008), la Nette rousse *Netta rufina* (Metalaoui et Merzoug, 2009), le Tadorne de Belon *Tadorna tadorna*, l'Oie cendrée *Anser anser*, la Guifette noire *Chlidonias niger* et la Sterne Hansel *Sterna nilotica*. Il est aussi, un lieu de reproduction d'espèces rares comme le Fuligule Nyroca *Aythya nyroca*, l'Erismature à tête blanche *Oxyura leucocephala* (Metalaoui et al., 2009) et la Poule sultane *Porphyrio porphyrio* (Bara, 2014)

1.5.3. L'entomofaune

Aucune étude n'a été faite sur l'entomofaune du complexe de Guerbes Sanhadja et par conséquent de Garaet Hadj-Tahar mis à part les inventaires effectués en 1997 par Samraoui et De Bélaïr et en 2008 par Baaloudj qui ont montré que le site abrite 19 espèces d'Odonates dont 5 espèces de Zygoptères appartenant à 2 familles et 11 espèces d'Anisoptères appartenant à 2 familles qui se reproduisent dans la Garaet (Abdellioui, 2017).

1.5.4. Les mollusques aquatiques

La faune d'eau douce et plus particulièrement les mollusques (Gastéropodes) dans Garaet Hadj-Tahar, est caractérisé par l'existence de trois espèces de mollusques. Il s'agit de : *Bithynia numidica*, *Planorbis planorbis*, *Musculium lacustris* (Gloer et Bouzid, 2013)

1.5.5 Les vertébrés

Garaet Hadj-Tahar est bordée d'une végétation très diversifiée et très luxuriante. Par conséquent, largement fréquentée par un nombre considérable d'animaux. Les riverains confirment la présence du sanglier (*Sus scrofa*), dont nous avons trouvé ces traces à plusieurs reprises. D'autres

espèces sont également observées : la Genette (*Genetta genetta*), des grenouilles (*Rana ridibunda*), des tortues terrestres (*Emys orbicularis*). En outre, le plan d'eau abrite des poissons comme (*Gambusia affinis*), l'anguille (*Anguilla anguilla*) des tortues d'eau douce (*Mauremys leprosa*) caractérisées par une carapace bombée, queue courte, palmure très réduite (Metalaoui, 2010)

1.5.6. Les mammifères

Le peuplement mammalien du complexe de zones humides Guerbes-Sanhadja compte 13 espèces de mammifères dont 4 Chiroptères dont une endémique au Maghreb *Myotis punicus* et la Loutre (*Lutra lutra*) qui est un carnivore très rare en Algérie. La présence des mammifères suivants est à signaler :

- Le Sanglier *Sus scrofa* ; c'est de loin l'animal le plus abondant dans la région, ses traces sont très remarquables quand il laboure des parcelles de terrain à la recherche de bulbes ou de fruits
- Le Chacal *Canis aureus algeriensis* : c'est la deuxième espèce la plus répandue, ses traces sont retrouvées sur presque toute la surface de la zone d'étude.
- La Mangouste *Herpestes Ichneumon* : c'est une espèce difficile à observer, on la voit surtout tôt le matin.

La Genette *Genetta genetta* : très discrète, cette espèce dépose ses crottes sur le bord élevé des rochers ; Le rat noir *Rattus rattus* : très fréquent dans les zones urbaines et habitées ;

- Le Surmulot *Rattus norvegicus* : espèce cosmopolite près des zones habitées
- Le grand Rhinolophe *Rhinolophus ferrumequinum*, quelques individus en vol ont été observés en train de chasser ; Le Petit Rhinolophe *Rhinolophus hipposideros*. Ce dernier a été observé en vol un peu partout aux environs des lacs ; Le Murin du Maghreb *Myotis punicus* : un couple a été observé dans la grotte dite Ghar Lehman du côté de Guerbes plage ; Le Minioptère *Miniopterus schreibersi*, cohabite avec le Murin du maghreb
- Le Lièvre *Lepus capensis* : d'après les riverains, il était très abondant dans la région, mais la chasse et le braconnage ont fait baisser son effectif ;
- Le Rat rayé *Lemniscomys barbarus* : c'est un petit rongeur qui vit dans les plaines
- les parcelles cultivées, il est aperçu furtivement aux abords de Gaaraet Hadj-Tahar (DGF, 2013)

1.5.7. Les oiseaux

L'avifaune de Guerbès est composée de 186 espèces réparties dans 40 familles : 27 familles de non Passériformes et 13 familles de Passériformes. Ce nombre représente presque la moitié de la richesse totale de l'Algérie (408 espèces) en oiseaux. Parmi les 186 espèces, 58 sont sédentaires et

peuvent donc se rencontrer au cours des différentes saisons dans les habitats auxquels elles sont habituellement attachées (DGF, 2013).

1.6. L'agriculture et la pêche

Avec une superficie agricole totale de 193.179 hectares et une superficie agricole utile de 131.879 hectares dont 15.300 hectares en irrigué, qui rend l'agriculture et l'industrie les principaux vecteurs de richesses de la wilaya. Les principales productions sont : des cultures maraîchères, fruitières, industrielles et fourragères. Les actions à engager visent principalement à augmenter le potentiel foncier agricole par des travaux de mise en valeur des terres de parcours et improductives évaluées à 61.300 hectares.

Le développement de l'apiculture, de la cuniculture, de l'aviculture, de l'élevage caprin, ovin et bovin en zones de montagne, pour venir en aide aux familles rurales, la création d'emplois additionnels et l'amélioration des revenus des exploitations.

En matière de pêche, la wilaya de Skikda qui dispose d'une façade maritime de 130 km, se prévaut d'un important stock de pêche de la frange côtière, associé aux potentialités de pêche en sites aquacoles continentaux. Autant d'atouts susceptibles de donner à la wilaya une vocation tout aussi importante que celle ayant trait à l'agriculture. En moyenne, L'activité de pêche est essentiellement pratiquée dans les ports de Skikda (Stora), de Collo et d'El Marsa avec une façade maritime de 140 km, des prises annuelles de 5.000 à 5.400 tonnes (dont 90% de poisson bleu) sont enregistrées, soit 14,21 % seulement du potentiel halieutique de la région Est, estimé à 38.000 tonnes, toutes espèces confondues (Tefiani, 2017).

1.7. Contexte industriel:

Les industries sont fortement concentrées autour des grandes agglomérations telles que Skikda, Azzaba, El Harrouch, Ben Azzouz et Collo. A Skikda se trouvent : le complexe de liquéfaction du gaz naturel, le complexe de raffinage, complexe des matières plastiques, transport des hydrocarbures pétrole brut et gaz naturel, enamarbre (blocs et dales de marbre), la centrale thermique, oxygène, azote et Argon liquide.

A Azzaba se trouvent : l'usine de production de mercure, emballage métallique. A Collo se trouve la menuiserie bois et aluminium, le conditionnement du poisson, transformation du liège.

Ajoutant à cela, la minoterie et production de pâtes à H Krouma, minoterie et semoulerie à El Harrouch, la conserverie de Ben Azzouz et celle de Dj. Ramdane et la production du ciment à L. Bekhouche (Figure29) (Ben Rabah ,2006) .

1.8. Pollution:

1.8.1 Skikda, ville polluée :

Les statistiques fournies par la direction de l'environnement et disponible à ce jour, montre que le volume de rejet des différents déchets sans traitement dépasse celles de toutes les wilayas réunies de Annaba, Tlemcen, Ghardaïa, quant au volume rejeté par l'ensemble des quatorze communes littorales de Skikda, il dépasse les 250,000 m³ /j ; un fait qui placerait la wilaya de Skikda en troisième position au niveau national après Alger et Ouargla.

1.8.2. La pollution à Skikda :

Bien que plusieurs actions concrètes se sont succédées ces deux dernières années pour arrêter, enfin, le processus destructeur qui ruinait depuis des décennies déjà l'air et la mer à Skikda, l'effort reste en deçà des dommages causés à la nature. En effet 25, 000,000 tonnes d'hydrocarbures transitent annuellement par les quais des ports de Skikda, ceci sans parler de la mise en service de deux bouées de chargement en off shore conçues pour les tankers (navire-citerne utilisé pour le transport de liquides comme le pétrole, les produits chimiques ou bien le gaz) de 300,000 tonnes, qui en se débarrassant des rejets mercuriels cette pollution peut être la plus préoccupante : les composés mercuriels minéraux peuvent subir en milieu anaérobie une transformation microbienne aboutissant à la formation de composés organiques méthyle mercures, assimilés par le poissons, ils sont susceptibles de s'accumuler dans la chaîne alimentaire et de produire des infections neurologiques.

L'autre grande source de pollution du littoral de Skikda est le rejet des eaux usées, on y recense par moins de 29 points de rejets en mer A ce sujet, les chiffres sont aussi dramatiques que ceux du mercures, on recense dans le littoral objet de notre étude un volume de 194,000 m³ d'eaux usés qu'on déverse quotidiennement en milieu marin soit 80% de l'ensemble des eaux de la wilaya. Une situation qui prive Skikda de 22 plages (interdites à la baignade). Cette pollution devrait normalement cesser dans les années à venir avec la mise en fonction de la STEP.

Il existe bien sûr d'autres sources de pollution mais dont les conséquences sont de moindres importances comme, les déchets ménagers, les déchets des hôpitaux, les rejets de gaz des véhicules, pollution portuaire etc (Hadeif, 2008).



Figure 29 : Carte représentant les unités industrielles dans la wilaya de Skikda (Ben Rabah, 2006)

Deuxième chapitre
Généralités sur les
macroinvertébrés
benthiques

2. Généralités sur la morphologie, la biologie et l'écologie des macroinvertébrés benthiques

Les macros invertébrées benthiques représentent l'un des groupes faunistiques ayant une grande diversité et une répartition géographique assez diversifiée (Neveu, 2001), Plusieurs études ont montré leur importance dans la chaîne alimentaire et dans les milieux aquatiques (Goaziou, 2004). Les invertébrés regroupent tous les animaux qui n'ont pas de squelette, d'os ou de cartilage (Aissata et al. 2018) ; Ce sont des animaux visibles à l'œil nu : c'est-à-dire de taille supérieure à 0,5 mm (1) Mais, près de 95% d'entre eux sont des insectes aquatiques (Zarouel, 2014)

2.1 Morphologie :

Les insectes sont des invertébrés à squelette externe articulés, autrement dit des Arthropodes, dont l'organisation de base comporte une division du corps en 3 parties nettement distinctes : la tête, le thorax et l'abdomen.- La locomotion des insectes, au moins à l'état adulte, est assurée par 6 pattes, les insectes sont pourvus d'ailes. Cette adaptation au vol constitue l'un des traits les plus remarquables du groupe, unique chez les Invertébrés (Saidi et Bouchmel.2016).

2.2. Rôle des macros invertébrées :

- Ils reflètent les altérations de la qualité de l'eau et du substrat et possèdent également des niveaux de tolérance à la pollution (Bensaidi et Kirane, 2014).
- Ils constituent d'excellents indicateurs de la qualité de leur milieu.
- Ces organismes sont des acteurs clés des processus éco systémiques. Ils sont connus comme étant capables de modifier la structure de leurs habitats par leur mouvement. (Nathali, 2017)
- Ces insectes sont cruciaux pour le fonctionnement des écosystèmes aquatiques du fait de leur rôle dans le recyclage des nutriments et dans la production primaire.

2.3 Influence de facteurs environnementaux :

Les macros invertébrées benthiques sont des organismes très dépendants de la température de leur milieu de vie car elle conditionne leur cycle biologique (développement des œufs, croissance des larves). L'anoxie des eaux, la nature des plantes aquatiques et la granulométrie des substrats sont aussi des facteurs importants. Par exemple on note que les abondances les plus fortes en organismes sont retrouvées sur des sédiments fins et riches en détritit (2).

2.4. Présentation de quelques groupes sélectionnés :

2.4.1. Les Coléoptères :

(Du grec « koleos » étui et « pteron » ailes : en effet, chez ces insectes, les ailes sont protégées par un étui formé par les élytres). Les Coléoptères sont les seuls insectes holométaboles (, c'est -à-dire qu'ils ont des métamorphoses complètes et passent au moins par 4 états : œuf, larve, nymphe et imago) à se présenter à la fois sous forme imaginale et sous forme larvaire dans les milieux aquatiques. Il colonisent divers habitats : sources, ruisseaux , rivières a eau quasi-stagnante et riche en végétation (Haouchine, S, 2011). Ils sont très polymorphes, également de tailles variées (Tachet, et al. 2010)

1.4.1.1. Classification :

Règne ; Animalia

Embranchement : Arthropoda

Sous-embranchement : Hexapoda

Classe : Insecta

Sous-cladde : pterigota

Ordre : Coleoptera (Tachet, 2010)

1.4.1.2. Morphologie :

Tête : toujours bien différenciée et constitue une capsule céphalique entièrement clarifiée. Les yeux sont constitués de stemmates. Les antennes sont de taille variable mais comprennent

normalement quatre articles, les mandibules sont généralement de type broyeur (Aissata et al. 2018).

Thorax : Le prothorax est plus développé que les deux autres segments. Les tergites peuvent être sclérifiés ou membraneux dans certains groupes. Les branchies sont dorsales ou ventrales, les pattes thoraciques sont toujours présentes, elles sont parfois très courtes. La morphologie des trois paires de patte est souvent similaire. Le nombre d'articles constituant les pattes permet de différencier les Adephtaga des deux sous-ordres de Coléoptères (Aissata et al. 2018).

Abdomen : On distingue de 8 à 10 segments visibles et munis de branchies latérales ou dorsales ainsi que de pseudopode. L'extrémité de l'abdomen peut présenter des variations importantes : porter des appendices articulés pairs tels que les urogomphes (Dytiscidae), quatre crochets (Gyrinidae), une paire de styles stigmatiques (Donaciinae) ...; les derniers segments peuvent aussi former un atrium respiratoire (Hydrophilidae) (Aissata et al. 2018).

Le système respiratoire des larves récupèrent l'air au travers de leur tégument ou par l'intermédiaire de stigmates qui communiquent avec le réseau interne trachéen. Plus rarement, l'échange se fait dans des membranes externes (les trachéobronchites) et quelques familles percent les tiges ou racines de plantes aquatiques. (3)(Figure30)

1 .4.1. 3 Biologie et écologie :

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 possibles. Ils se rencontrent en milieu superficiel et phréatique en zone eutrophe comme en zone oligotrophe, en eau douce comme en milieu saumâtre (Tachet et al. 2000).

La variété des modes de vie des Coléoptères aquatiques en matière d'habitat, d'alimentation, d'aptitude au vol, de cycle vital ou de résistance aux pollutions, leur assure une présence dans toutes nos régions, avec des tendances, selon les familles, cosmopolites ou endémiques) (3)

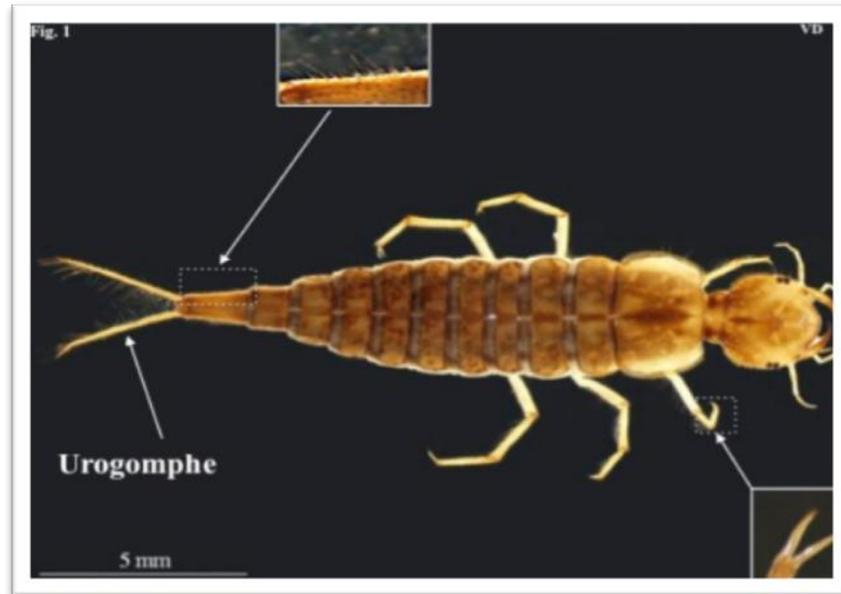


Figure 30 : Larve de Coléoptère (Maxence et al, 2015)

2.5.2. Les Diptères :

(Du grec « di » deux et « pteron » ailes : deux ailes, c'est bien ce qui caractérise ces insectes). (Zarouel, 2014). Ils constituent avec les Coléoptères les ordres d'insectes les plus variés en espèces et abondances dans le monde. Les formes aquatiques sont par contre moins nombreuses que les formes terrestres. (Hamouda, et Mehamadia, 2017)

2.5.2.1 Classification :

Règne ; Animalia

Embranchement : Arthropoda

Sous-embranchement : Hexapoda

Classe : Insecta

Sous-classe : pterigota

Ordre : Diptèptèra (Tachet, 2012)

2.5.2.2 Morphologie :

Certains caractères sont communs à toutes les larves de diptères :

- Larves apodes c'est-à-dire absence de pattes thoraciques.
- Le corps est généralement mince avec une grande diversité de forme , et séparé en 3 parties visibles
- **La tête** : est une capsule céphalique, elle peut être :
 - Soit complète, entièrement visible et fortement sclérifiée, cas des larves eucéphales Diptère Nematocera (sauf Cecidomyiidae).
 - Soit réduite avec une partie enchâssée dans le thorax, cas des larves hémicéphales Diptera Brachycera Orthorrhapha +Nematocera Cecidomyiidae.
 - Soit extrêmement réduite ou remplacée par un squelette interne cas des larves « acéphales » Diptera Brachycera Cyclorrhapha + Cecidomyiidae.
- **L'abdomen** : le plus souvent possède 8 segments chez les brachycères et 9 segments chez les nématocères (11) (Figure 31).

2.5.2.3. Biologie et écologie :

La reproduction est de type sexué. il ya des cas de parthénogenèse chez les chironomides. Les adultes ont une capacité de vol importante ce qui permet la dispersion. 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).

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 larves de Diptères sont une source de nourriture pour de nombreux invertébrés et poissons. Vis à vis des hommes , les Diptères sont une source de nuisance à cause des femelles qui présentent un régime hématophage (Culicidae, Simuliidae, Tabanidae).(Tachet et al. 2012)

La respiration peut se faire à travers le tégument (type apneustique : chironomidae), par des branchies trachéennes (Tipulidae) ou encore branchies sanguines chez les chironomus. D'autres larves ont des stigmates postérieurs (metapneustiques : Tipulidae) qui peuvent s'ouvrir à l'extrémité d'un siphon qui s'affleure à la surface et peuvent être pourvus d'une rosette de soies hydrofuges (cas des ptychopteridae et les tabanidae) ou des stigmates

antérieurs (amphipneustiques) (Fouzari, 2009). Ce groupe, à métamorphose complète, est le plus important des insectes aquatiques aussi bien en milieu lentique que lotique. En fonction des espèces, les stades larvaires (3 à 4 mues) aquatiques durent plusieurs semaines à près de 2 ans. En milieu aquatique, la famille la plus importante est celle des Chironomidae, qui est considérée tolérante à la pollution. Les autres Diptères ont une tolérance moyenne (Moisan, 2010)

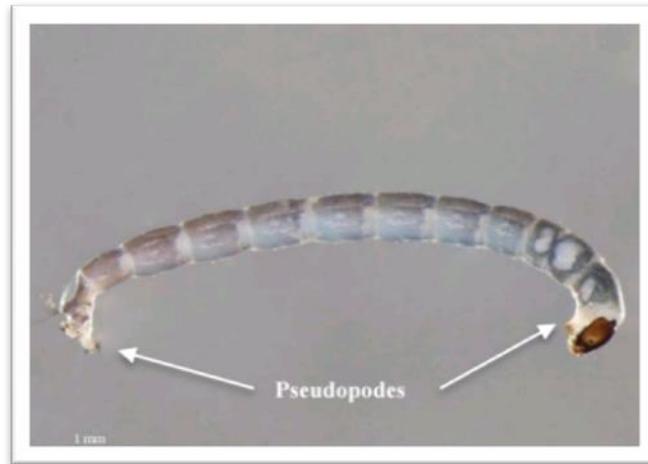


Figure 31 : Larve de Diptère (Chironomidae) (Maxence et *al.* 2015)

.2.5.3. Les Hémiptère :

Ce groupe essentiellement terrestre présente quelques espèces semi-aquatiques et quelques rares espèces totalement aquatiques.

2.5.3.1 Classification :

Règne ; Animalia

Embranchement : Arthropoda

Sous-embranchement : Hexapoda

Classe : Insecta

Sous-classe : pterygota

Ordre : Hemiptera (Tachet 2010)

2.5.3.2 Morphologie :

La tête : la larve et l'adulte ont des yeux composés, les antennes sont longues (Gerromorpha) ou courtes (Cryptocérates). Le rostre est situé au niveau antérieur de la tête, et le labium est muni de un à quatre articles, alors que l'ensemble des Labres, mandibules et maxilles sont transformés en stylets qui délimitant trois canaux en position médiane : salivaires ; d'aspiration ; ou encore un canal unique chez les Corixidae (Djebnoui et Nouar, 2015).

Thorax : Au niveau du mésothorax, il existe une pièce triangulaire: Le scutellum (écusson) , les pattes sont de formes variées, le tarse a 1 à 3 articles chez l'adulte et 1 seul chez la larve . Il y a 1 ou 2 griffes. Les ailes antérieures sont rabattues à plat sur l'abdomen et présentent une partie proximale sclérifiée et une partie membraneuse, les ailes postérieures sont membraneuses (Tachet et al.2012)

Abdomen : il n'y a pas de cerque, les derniers segments sont transformés en long tube respiratoire non rétractile et constituent l'armure génito-anale. (Djebnoui et Nouar, 2015).(Figure 32)

2.5.3.3 Biologie et écologie :

Les œufs fécondés sont déposés sur des substrats semi-aquatiques ou dans les macrophytes aquatiques. Il existe cinq stades larvaires chez les Nepomorpha. La respiration se fait directement à travers le tégument chez les deux premiers stades de développement. Le cycle vital est monovoltine rarement bivoltine ou polyvoltine. Les familles des Nepomorpha qui sont des Héteroptères aquatique 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).



Figure 32 : Larve d'Hémiptère (Corixidae) (Maxence et *al.* 2015)

2.5.4. Les Ephéméroptères :

Les Ephéméroptères sont considérés comme l'ordre d'insectes hémimétaboles (métamorphose incomplète qui passe par les stades de l'œuf et de la larve avant de subir la transformation en insecte ailé). (Houmeur et Bendada, 2016)

2.5.4.1 Classification :

Règne ; Animalia

Embranchement : Arthropoda

Sous-embranchement : Hexapoda

Classe : Insecta

Sous-classe : pterigota

Ordre : Ephemeroptera

2.5.4.2 Morphologie :

Tête: porte une paire d'antennes, trois ocelles et des yeux composés, les pièces buccales sont de type broyeur mais les mandibules et les maxilles présentent des variations en liaison avec les adaptations à la vie fouisseuse ou un régime alimentaire particulier : carnivore (*Beatopus*) ou racleur de substrat (*Heptageniidae*).

Thorax : les trois segments sont visibles : Le prothorax est réduit, le mésothorax est développé, le métathorax est réduit, ces deux derniers portent dorsalement les fourreaux alaires.

Abdomen : comprend dix articles, il se termine par deux cerques multiarticulé, il existe un paracérque médian également multiarticulé. L'abdomen porte toujours sept paires de branchies de forme très diverse. (Tachet et al. 2012) (Figure 33)

2.5. 4.3. Biologie et écologie :

. L'éclosion des œufs donne naissance à des larves ne dépassant pas un millimètre de long et dépourvue de branchies. Les œufs de certaines espèces de Cléon éclosent dès qu'ils rentrent en contact avec l'eau. La taille des larves augmente lors de chaque mue, et leur croissance n'est donc pas continue. Les éphémères sont les insectes qui possèdent le plus grand nombre de stades larvaires (10-50 mues), cependant, ce nombre n'est pas constant au sein d'une même espèce, même lorsque les conditions environnementales sont identiques (Houmeur et Bendada, 2016). Dans les eaux calmes, les larves fouisseuses de sédiments ont des pattes antérieures aplaties en forme de pelle et leurs branchies plumeuses sont reportées dorsalement sur l'abdomen.

Quelques espèces seulement vivent en eau stagnante, la grande majorité préférant les eaux courantes. Les œufs sont déposés dans l'eau ou sur des objets submergés et l'éclosion a lieu quelques semaines plus tard. Le nombre de mues est toutefois considérable (20 à 40).

Le type du régime alimentaire est diversifié la larve peut être détritivores (qui se nourrissent de débris animaux, végétaux ou fongiques qui sont des excréta, excréments), phytophages (se nourrissent exclusivement ou presque de plantes vivantes), carnivores selon l'espèce.

Le nombre de mue est variable, généralement une vingtaine, la durée de vie larvaire varie de quelques semaines à plus de deux ans en règle générale de trois à six mois (dans ce dernier cas il ya plusieurs générations par an). Il y a des espèces monovoltines et des espèces polyvoltines.

La larve de dernier stade donne naissance à un subimago (subadulte) aux ailes opaques et dont les appendices génitaux ne sont pas encore développés.

L'émergence se fait soit sous ou à la surface de l'eau, ou bien la larve s'agrippe à un support et sort de l'eau et subit sa mue imaginale. (Tachet et al. 2012)

La respiration trachéenne aquatique rend les larves d'éphémères fragiles face à la pollution de type organique, ou à l'élévation de la température, qui diminuent la teneur en dioxygène dissous. Les éphémères sont généralement parmi les premiers êtres vivants à disparaître lorsque les conditions du milieu sont modifiées par la pollution. Ils sont donc utilisés comme indicateurs de la qualité des milieux aquatiques. (3)

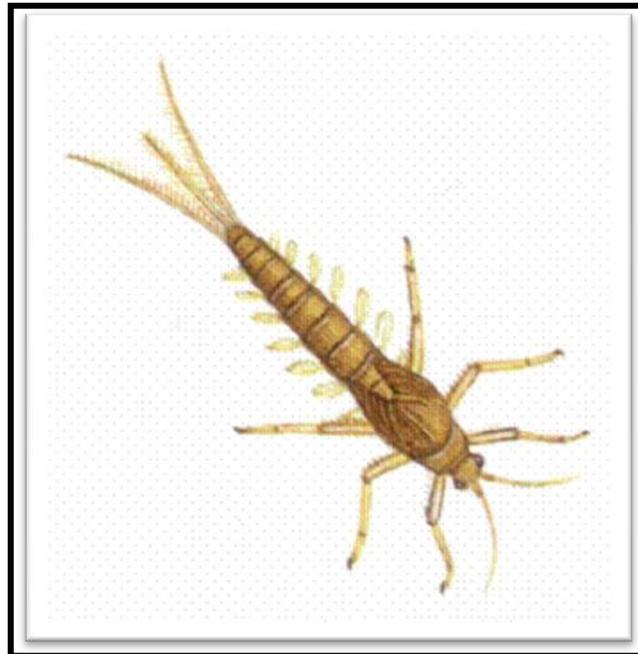


Figure 33: Larve d'Ephémère (9)

2.5.5. Les Odonates :

Ce nom est la contraction des mots Grecs « Odonto » (dent) et gnathos (mâchoire) et signifie « mâchoire dentée » qui est une particularité anatomique induite par la forme des mandibules des adultes (in Satha, 2008). Le nom libellule dérive des mots latins libellula et libellus, signifiant « petit livre », rappelle la position des ailes tenues fermées comme les pages d'un livre (in Aroudj & Touati, 2018).

2.5.5.1. Classification :

Règne : Animalia

Embranchement : Arthropoda

Sous-embranchement : Hexapoda

Classe : Insecta

Sous-classe: Pterygota

Ordre : Odonata

2.5.5.1.2. Morphologie:

L'ordre des Odonates est subdivisé en deux sous-ordres les Zygoptères et les Anisoptères. Les demoiselles sont des espèces fines et grêles avec des ailes postérieures et antérieures de forme identiques, les yeux sont largement séparés, vol peu soutenu, les ailes sont généralement jointes au dessus de l'abdomen, exception faite pour les Lestidae qui tiennent leurs ailes légèrement ouvertes quand elles sont au repos. Les Anisoptères sont des espèces fortes et trapues, les ailes antérieures et postérieures sont toujours dissemblables (les ailes antérieures sont plus étroites que les postérieures), ailes toujours écartées du corps, vol puissant (in Zebsa, 2016)

- **Description des larves :** Les Zygoptères, sont facilement reconnaissable à leur forme fine et grêle terminée par trois lamelles caudales. Les Anisoptères, sont trapus, courts ou allongés, parfois aplatis et pourvus d'appendices anaux non foliacés (5).

La tête : La tête des larves est peu mobile comparée à celle des adultes , elle porte des antennes multiarticulées, mais le nombre d'articles ne dépasse pas sept (Tachet *et al* , 2010). les yeux sont assez réduits et ne se rejoignent jamais dégageant une partie occipitale importante sous forme de 2 grands lobes post oculaires ; les ocelles sont généralement peu

distincts. Le labium est un organe de capture des proies, il est formé d'un submentum, un mentum, deux palpes labiaux mobiles munis de soies dont l'extrémité se termine par un crochet. Ces pièces sont des caractères de distinction des espèces (D'Aguilar & Dommanget, 1985).

Le thorax: Se divise en 2 parties : le prothorax et le méso-métathorax sur lequel apparaissent les 4 fourreaux alaires; les pattes sont plus longues que celles de l'adulte et adaptées à la marche (D'aguilar & Dommanget, 1985).

Les pattes : toutes dirigées vers l'avant, chaque patte est constituée d'une hanche ou coxa, d'un trochanter, d'un fémur et d'un tibia allongé enfin d'un tarse composé de 3 articles dont le dernier porte les griffes. La longueur relative et la forme des pattes varient selon l'éthologie (mœurs) des larves. Les pattes des fouisseurs (Gomphidae) sont plus courtes et massives. Les marcheurs portent des pattes plus longues, c'est le cas des Corduliidae ; leur taille et leur finesse confèrent aux larves de cette famille une allure araignée (forme d'araignée) (Baïlo Ndiaye 2010).

L'abdomen : Formé de 10 segments visibles et un 11ème vestigial. Chez les Zygoptères, il est fin, cylindrique et allongé. Chez les Anisoptères, aplati et élargi et sur chaque segment on peut noter la présence ou l'absence d'épines ou tubercules médiodorsaux ou d'épines latérales. L'appareil de ponte est réduit à de simples ébauches à la face ventrale des segments 8 et 9, chez le mâle, le dessous du segment 2 présente des traces d'organes copulateur (In Satha, 2017).

Les appendices anaux : L'extrémité de l'abdomen permet de différencier Zygoptères et Anisoptères. Chez les Anisoptères les appendices anaux forment une pyramide anale qui se compose de 2 appendices supérieurs et inférieurs, chez les Zygoptères ils sont constitués par 3 lamelles caudales. (Figure 34)

2.5.5.4. Biologie et écologie :

Les libellules vivent à peu près partout sur notre terre à l'exception des zones polaires et jusqu'à une certaine altitude selon les régions (6). Elles sont très liées aux milieux aquatiques dans lesquels les larves vivent. Les larves, à respiration branchiale; à l'extrémité de l'abdomen (Zygoptères) ou dans une chambre respiratoire rectale (Anisoptères).

Les partenaires accouplés forment le cœur copulatoire. L'accouplement peut être très bref (quelques secondes), quand il n'y a que transfert du sperme. Il peut être long et prendre plusieurs heures quand le mâle nettoie la cavité spermatique de la femelle avant d'y introduire sa semence. Juste après l'accouplement survient la ponte des œufs. Selon les espèces, les œufs peuvent être déposés dans les tissus végétaux, la ponte est dite endophytique chez tous les Zygoptères et les Aschnidaes, ou en dehors des végétaux, elle est alors exophytique ou avoir lieu dans l'eau. Chez les Anisoptères, elle peut être aussi épiphytique sur la surface d'une plante sans se poser pratiquent le vol stationnaire à quelques centimètres de l'eau et déposent leurs œufs sur la végétation en donnant des à-coups de leur abdomen comme pour les *Orthetrum*, les *Libellula*, les *Sympetrum* (in Bouchlaghem, 2008)

Chez la plupart des espèces, les œufs éclosent plusieurs semaines après la ponte ou au printemps suivant, libérant une pro larve qui se transforme immédiatement en larve. Toutes les libellules, de la larve à l'adulte sont des prédateurs actifs qui se nourrissent de proies vivantes, mais elles deviennent, à leur tour, les proies d'un grand nombre d'animaux qui les consomment comme partie de leur régime (Robert, 1963).

Les stades larvaires des Odonates, très sensibles aux conditions de leur milieu de vie, subissent directement les modifications des paramètres biotiques et abiotiques des habitats humides. Ce qui fait des Odonates de robuste bio indicateur de l'évolution des zones humides. La diversité des espèces de libellules sur un même lieu révèle la qualité du milieu dans lequel elles vivent. (Samraoui et *al*, 2010).



Figure 34 : Larves d'odonate (Zygoptère et Anisoptère) (Maxence et al. 2015)

2.5. 6. Les Crustacés :

La classe des Crustacés comprend un très grand nombre d'espèces en milieu marin. En eau douce, trois sous-classes correspondent à des macro-invertébrés : Brachyours, Branchiopodes et les Malacostracés.

2.5. 6.1 Classification :

Règne : Animalia

Super-embranchement : Ecdysozoa

Embranchement : Arthropoda

Sous-embranchement : Crustacea

Classe : Branchiopoda

Cephalocarida

Malacostraca

Ostracoda

Remipedia

2.5. 6.2. Morphologie :

Le corps est divisé en trois parties : le céphalon, le thorax et l'abdomen. Le dernier segment est le telson qui porte l'anus, mais jamais d'appendices ; le telson peut se prolonger par une furca. Le céphalon porte dorsalement les yeux montés sur des pédoncules et peuvent être bougés de façon indépendante car ils sont mobiles, deux paires d'antennes, leur servent au toucher et sont sensibles, autour de la bouche, trois paires d'appendices : les mandibules, les maxilles 1 et 2. Dans ces trois sous-classes de Crustacés, les sexes sont séparés. Le développement est de type direct chez les Malacostracés et les brachyours, et de type indirect chez les Branchiopodes chez lesquels, de l'œuf sort une larve nauplius (Bedoud, 2018) (Figure 35).

2.5. 6. 3. Biologie et écologie :

Les crustacés s'alimentent en filtrant l'eau, c'est le cas des crevettes, ou détritus et autre nourriture qu'ils trouvent dans le fond de l'eau pour les écrevisses. C'est un ordre principalement nocturne qui pourrait aussi être affectée par le phénomène de pollution lumineuse. (Chafai et Selamia, 2018)



Figure 35 : Crustacé (Cladocère) (Maxence et al. 2015)

2.5.7. Les mollusques :

Les Mollusques sont des animaux invertébrés dont le corps, inarticulé, présente à l'origine une symétrie bilatérale et se compose de quatre parties : la tête, le pied, le sac viscéral et le manteau (Linder, 2015), dont la plupart possède une enveloppe externe dure (une coquille de calcaire) (Moisan, 2006). Par contre certains mollusques ont perdu une partie (calmars) ou la totalité (pieuvres) de leur coquille au cours de l'évolution. Ce groupe compte d'ailleurs plus de 80 000 espèces connues (Maissait et al. 2005). Il sont, en général, des animaux aquatiques. La plupart vivent dans la mer, d'autres habitent les eaux douces, et d'autres encore vivent sur la terre, principalement aux lieux humides ou ombragés (Lamarck, 2003).



Figure 36 : Mollusque (Physidae) (Maxence et al, 2015)

2.5.8.1. Les Bivalves :

Ce sont des mollusques caractérisés par la présence de deux valves, les bivalves d'eau douce sont soit de grande taille, de taille moyenne ou de très petite taille.

2.5.8.2 .Taxinomie :

Règne : Animalia

Super-embranchement : Lophozoa

Embranchement : Mollusca

Classe : Bivalvia

2.5.8.3. Morphologie :

Elles sont articulées dorsalement, dans le plan sagittal par une charnière où les dents d'une valve pénètrent dans les fossettes de l'autre valve (Beaumont et Truchot, 2004).

➤ **Morphologie externe :**

La coquille peut être constituée par deux valves de forme identique (coquille équivalve) ou différente (coquille inéquivalve). Chaque valve peut être symétrique par rapport à un axe passant par le sommet de la valve. Les deux valves constituent la caractéristique la plus importante de la classe des Bivalves (Kaddour, 2016).

Les valves sont constituées essentiellement de carbonate de calcium et contiennent 3 couches : une couche interne appelé nacrée, une couche intermédiaire ou prismatique et elle est la grande partie de la coquille et la couche externe appelé périostracum. La coquille est formé des valves articulées grâce à des dents qui constituent la charnière Elle se caractérise par un crochet plus au moins bien développé (Grasse p.p, 1963).

➤ **Morphologie interne :**

Le corps des Bivalves est couvert par une coquille qui est due au jeu de muscles adducteurs puissants. Le corps très mou et enfermé complètement par le manteau : c'est un repli des téguments ; qui forme deux lobes, droit et gauche. Ces deux lobes attachés à la masse viscérale et représentée par une cavité entourée par une couche de tissu.

Le manteau délimite une cavité paléale limitant la boutonnière (servant d'orifice de sortie et entrée d'eau dans la cavité paléale). Dans cette région, sortent les filaments des byssus et le pied peut faire saillie à l'extérieur.

- Un système nerveux élémentaire il comprend trois paires de ganglions :

- Une paire de ganglions cérébroïdes
- Un connectif cérébro-pédieux
- Un connectif cérébro-viscéral.

- Un système circulatoire constitué à partir des lacunes blastocoeliennes tapissées par un endothélium très mince et cœur dorsal et postérieur - Des organes reproducteurs et excréteurs (Boue et Chanton, 1978) (Figure 36)

2.5.8.3. Biologie et écologie :

Les Bivalves ou Lamellibranches sont des Mollusques marins ou dulcicoles. Ils sont capables de coloniser tous les substrats. Sur les fonds durs, ils se fixent en cimentant une valve (huitres) ou en s'attachant à l'aide de leur byssus (moules). Ils peuvent s'enfouir dans les substrats meubles (palourdes) ou perforer le bois (tarets).

Quelques Bivalves rampant sous le film de la surface de l'eau, ou sur le substrat solide, glisse sur le support et certains nagent par brusque fermeture des valves écartées et la fixation s'opère par le byssus ou par une valve qui épouse exactement la forme du support.

Ils sont des microphages, se nourrissant des microorganismes (phytoplancton) et des particules organiques tenue en suspension dans l'eau ambiante, ils pompent l'eau en déterminant un courant inhalant par le battement des cils branchiaux (Douzi, 2017)



Figure 37 : Anatomie interne des bivalves (12)

2.6. Echelle de tolérance des grands groupes taxonomiques :

Tableau 11 : La tolérance de quelques groupes taxonomiques (Bouhala, 2012)

Groupe taxonomique	Echelle de tolérance
Plécoptères.	Sensible
Ephémères	Sensible
Trichoptères.	Sensible
Crustacés (isopodes, amphipodes).	Moyen
Odonate (anisoptères, zygoptères).	Moyen
Coléoptères.	Moyen
Hémiptères	Moyen
Diptères (sauf chironomides).	Moyen
Diptères (chironomides).	Tolérant

Troisième
chapitre
Matériel et
méthodes

3. Protocole 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 quatre mares de la wilaya de Skikda.

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. Matériel d'étude :

3.1.1. Sur le terrain :

- ✓ Une paire de botte.
- ✓ Une épuisette.
- ✓ Un décamètre.
- ✓ Un multi paramètre.
- ✓ Un tamis.
- ✓ Un chronomètre.
- ✓ Un manche gradué.
- ✓ Des bouteilles en plastique.
- ✓ Des étiquettes.
- ✓ Un carnet de terrain.
- ✓ Un appareil numérique.
- ✓ Un GPS.
- ✓ Formol. (5%)
- ✓ Cuvette.
- ✓ Eau distillé.
- ✓ Thermomètre.

3.1.2. Au laboratoire :

- ✓ Un pH-mètre.
- ✓ Un turbidimètre.

- ✓ Une loupe binoculaire. (Figure 38)
- ✓ Des pinces.
- ✓ Des pinceaux.
- ✓ Des boîtes de pétri. (Figure 39)
- ✓ Formol 5%.
- ✓ Boîtes en plastiques (Figure 40)
- ✓ Des étiquettes.
- ✓ Guides d'identification des macro-invertébrés.

3.2. Méthode de travail :

3.2.1. Au terrain :

Une fois arrivée sur le site, nous avons enregistré sur la fiche technique préparée au préalable, l'heure, la date, et les paramètres physico-chimiques (profondeur et largeur de lit, température, pH, oxygène, conductivité, turbidité). La mesure de ces paramètres chimiques a été effectuée *in situ* à l'aide d'un multi paramètre. Nous avons noté les différents types de végétations qui existent près de chaque site visité. Pour la mesure de la turbidité et le pH, des échantillons d'eau ont été transportés dans une glacière et l'évaluation s'est faite au laboratoire de biochimie au département de Biologie.

3.2.1.1. But d'échantillonnage :

L'objectif de l'échantillonnage consiste en la collecte d'une diversité la plus représentative des macro invertébrés au niveau de chaque station visitée pour obtenir un inventaire le plus précis possible des espèces présentes, et de diversifier les habitats, les odonates sont des espèces bio-indicateur qui subissent directement les modifications des paramètres biotiques et abiotiques, leur sensibilité aux modifications de l'environnement, font un bon outil de suivi les écosystèmes aquatiques et permettent de dresser un premier aperçu de la qualité et de la structure des milieux lentiques.

3.2.1.2. Méthode d'échantillonnage

- **Les macroinvertébrés:** La méthode utilisée se base sur le remuement du fond avec les pieds en trainant derrière un filet pour récolter tous ce qui monte, les pierres sont également retournées et débarrassées, à la main de toutes les espèces qui y adhèrent. La récolte est mise dans un seau d'eau puis passée dans un tamis.

3.2.1.3. Le tri des macro-invertébrés

Le contenu du filet est versé dans un récipient blanc qui a son tour est tamisé afin d'en faciliter le tri. Les débris de la flore ainsi que d'autres déchets sont bien lavés afin de récupérer la faune la plus représentative qui est mise dans des flacons en plastique sur lesquels sont inscrits les noms, la date et l'heure du prélèvement. La fixation de la macrofaune est effectuée sur place par l'ajout du formol (5 %). Les échantillons des différents milieux, ont été transportés au laboratoire où les organismes sont triés sous binoculaire afin d'être identifiés.

3.2.3.1. Au laboratoire :

Les organismes récoltés ont été triés, identifiés, comptés et rangés par groupes fonctionnels. On sépare les individus appartenant aux différents ordres faunistiques d'une même station. Ce tri et la détermination sont faits à l'aide d'une loupe binoculaire. Les taxons faunistiques sont conservés dans des petits flacons en vers, contenant de l'éthanol à 70% (Figure 41)

✓ Identification :

A l'aide d'ouvrages de détermination (Guide d'identification des principaux macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec 2010), nous essayons de reconnaître les différentes familles. L'identification des taxons faunistiques est toujours confirmée par madame Yalles Satha Amina. (Figure 42)

3.2. Les paramètres physico-chimiques

✓ La température

La température de l'eau joue un rôle important dans le développement, la croissance et le cycle biologique de la majorité des insectes aquatiques (état larvaire notamment), elle peut également agir sur la localisation des espèces et la densité des populations (Dajoz, 1985 in Metalaoui, 1999). En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des gaz et des sels (Rodier, 1978). Des températures élevées de l'eau peuvent détruire la faune et la flore et favoriser le développement d'espèces peu utiles (in Fouzari 2009).

✓ Conductivité

La conductivité de l'eau est un paramètre important influençant la dynamique des peuplements, elle est proportionnelle à la quantité des sels ionisables dissous et constitue une indication du degré de minéralisation des eaux. Elle peut déterminer la pression osmotique de l'eau, plus la conductivité est élevée plus la pression osmotique est forte (in Fouzari, 2009).

✓ **Turbidité**

La turbidité traduit la présence de particules en suspension dans l'eau (débris organiques, argiles, organismes microscopiques, etc.). Il est important de connaître la teneur de la turbidité lorsqu'on envisage de traiter l'eau car elle facilite le développement des germes indicateurs de contamination, réduit l'efficacité des désinfectants et accroît la consommation de chlore tout en diminuant son efficacité (Miquel, 2003). Ce paramètre a été mesuré par le turbidimètre (HACH 2100N Turbidimeter).

✓ **Oxygène dissous :**

La concentration en oxygène dissous est l'un des paramètres les plus importants de la qualité des eaux pour la vie aquatique. L'oxygène, dans l'eau, provient essentiellement de l'atmosphère et de la photosynthèse des végétaux aquatiques. La quantité d'oxygène dissous varie dans le temps et dans l'espace car elle est fonction de nombreux facteurs tels la pression partielle en oxygène de l'atmosphère, la température, la salinité, la pénétration de la lumière et l'agitation de l'eau. L'oxygène dissous peut jouer un rôle de facteur limitant dans le milieu aquatique (Dajoz, 2006).

✓ **Potentiel d'hydrogène (pH)**

Le pH est l'un des facteurs écologiques jouant un rôle important dans la répartition des organismes aquatiques (Indge, 2004 in Fouzari, 2009). Il traduit la balance entre acide et base sur une échelle de 0 à 14. Les valeurs les plus favorables à la vie sont comprises entre 7 et 9). L'évaluation du pH est faite par un pH mètre de laboratoire.

✓ **Les nitrates (NO₃⁻) :**

Les nitrates, NO_3^- , sont des ions minéraux nutritifs solubles dans l'eau, qui sont directement assimilables par les plantes. Ils sont ajoutés au sol soit directement par les agriculteurs soit indirectement par le fumier ou le purin. A cause de leur bonne solubilité dans l'eau, les nitrates sont facilement éliminés du sol en direction de la nappe phréatique, en particulier

quand le sol est en jachère, par exemple en hiver. Ils sont généralement l'indice d'une pollution. Le nitrate constitue le stade final de l'oxydation de l'azote. En présence de salicylate de sodium, les nitrate donnent du paranitrosionate de sodium coloré en jaune et susceptible d'un dosage colorimétrique. Le résultat est donné directement en mg/l à une longueur d'onde égale à 420 Nanomètres.

✓ **Les nitrites (NO₂⁻) :**

Les nitrites constituent une étape importante dans la métabolisation des composés azotés. Ils s'insèrent dans le cycle de l'azote entre l'ammoniaque et les nitrates. Leur présence est due, soit à l'oxydation bactérienne de l'ammoniaque, soit à la réduction des nitrates. Ils ne représentent qu'un stade intermédiaire et sont facilement oxydés en nitrates, leur présence dans les eaux naturelles est faible. Une eau contenant des nitrites est à considérer comme suspecte car cette présence est souvent liée à une détérioration de qualité microbiologique (Rejesk, 2002).

✓ **L'ion ammonium (NH₄⁺) :**

L'ion ammonium représente la forme ionisée de l'azote ammoniacal, sa présence dans les eaux profondes résulte le plus souvent de la décomposition anaérobie de matières organiques azotées. On les trouve souvent à des teneurs variant entre 0,1 à 0,2 mg/l (Detay, 1993).

✓ **Calcium (Ca⁺⁺) :**

Le calcium est le cinquième élément le plus abondant dans la nature. C'est un élément alcalinoterreux, il se trouve dans les eaux thermo-minérales circulant en milieu calcaire et aussi en particulier dans les roches calcaires sous forme de carbonate (CaCO₃). Le calcium peut provenir également des formations gypsifères (CaSO₄, 2H₂O), qui sont facilement solubles (George et Harrap, 1963). Il est le composant majeur de la dureté de l'eau et l'élément dominant des eaux naturelles. La concentration du calcium dans l'eau dépend du temps de séjour de l'eau dans des formations géologiques riches en calcium (Beaudry et Henry, 1984).

✓ **Ortho phosphates (PO₄³⁻) :**

Les phosphates font partie des anions facilement fixés par le sol, leur présence dans les eaux naturelles est liée à la nature des terrains traversés et à la décomposition de la matière organique (Beaudry et Henry, 1984). Le phosphate c'est un élément essentiel à la vie aquatique. Les fortes concentrations en phosphates rencontrées dans l'estuaire indiquent un enrichissement d'origine domestique et agricole, ainsi que des apports directs des activités industrielles. Les phosphates sont considérés comme principal responsable du phénomène d'eutrophisation des eaux de surface. Avec l'azote, les phosphates forment les nutriments qui contribuent au développement du plancton végétal printanier (Hakmi, 2006).

✓ **La demande biologique en oxygène pendant cinq jours (DBO5):**

C'est la concentration, en masse d'oxygène dissous, consommée pour l'oxydation par voie biochimique des matières organiques contenues dans l'échantillon, dans les conditions de l'essai.

La DBO5 exprimée en kg/j. permet dans les textes administratifs de désigner des quantités de pollution organique rejetées que l'on peut aussi estimer en EH (équivalents habitants) :

Un habitant produit en moyenne une charge de pollution équivalente à 60 grammes de DBO5 pour une journée.

La DBO5 d'une eau de surface non polluée, varie normalement de 2 à 20 mg/l.

✓ **Profondeur :**

La profondeur 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 thermophiles. La profondeur de l'eau agit sur la teneur en oxygène. La surface peu profonde permet à l'air de se diffuser largement et de bien se mélanger (Engelhardt et al. 1998 in Fouzari, 2009). Les mesures de la profondeur sont effectuées à chaque prélèvement à l'aide d'un manche en bois graduée.

3.3. Les données faunistiques :

3.3.1. L'organisation d'un peuplement :

Une fois que la liste des espèces animales d'un peuplement est établie, il est possible de déterminer un certain nombre de caractéristiques de ces espèces.

- **L'abondance:**

C'est le nombre total d'individus échantillonnés (Sebti, 2001 in Fouzari, 2009).

- **La richesse spécifique :**
- **Richesse spécifique :**

Ce paramètre renseigne sur la qualité du milieu, plus le peuplement est riche plus le milieu est complexe et donc stable. Il n'est statiquement pas interprétable dans le cas d'une comparaison entre plusieurs peuplements. Ce paramètre donne une place très importante aux espèces rares (Faurie et al, 2003 in Zeghoum Benslimane, 2012)

Est le nombre d'espèces que compte le peuplement considéré effectivement présentes sur un site d'étude et à un moment donné (Boulinier & al. 1998)

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

3.3.2. La structure d'un peuplement :

L'étude quantitative de la diversité peut être réalisée selon diverses approches qui sont fondées 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 (in Fouzari, 2009).

❖ Indice de Shannon :

Cet indice à l'avantage de faire intervenir l'abondance des espèces, il se calcule à l'aide de la formule suivante :

$$H = -\sum p_i \text{Log}_2 (p_i)$$

p_i : n_i/N (Abondance relative de chaque espèce)

ni : l'abondance de l'espèce

N : Nombre total des relevés

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 (Sebti, 2001 in Fouzari, 2009).

❖ **Equitabilité :**

Cet indice sert à comparer les diversités de deux peuplements ayant des richesses spécifiques différentes. On définit l'Equitabilité ou "Régularité" comme étant le rapport :

$$E = H / H \text{ max}$$

H max : la diversité maximale ($H \text{ max} = \log S$)

S : richesse spécifique

Une valeur de "E" proche de 1 traduit un peuplement plus équilibré (Sebti, 2001 in Fouzari, 2009).

❖ **Indice de Jaccard Tanimoto :**

Permet de quantifier la similarité entre habitats. il se calcule ainsi à partir de mesures effectuées sur des stations à partir d'un tableau (espèces- relevés). Si l'indice C_j augmente, un nombre important d'espèces se rencontre dans les deux habitats (conditions environnementales similaires entre les habitats). Dans le cas contraire, si l'indice diminue, on ne rencontrera qu'un faible nombre d'espèces présentes sur les deux habitats. Ainsi, les espèces pour les deux habitats comparés sont totalement différentes indiquant que les différentes conditions de l'habitat.

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

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 38 : Loupe binoculaire

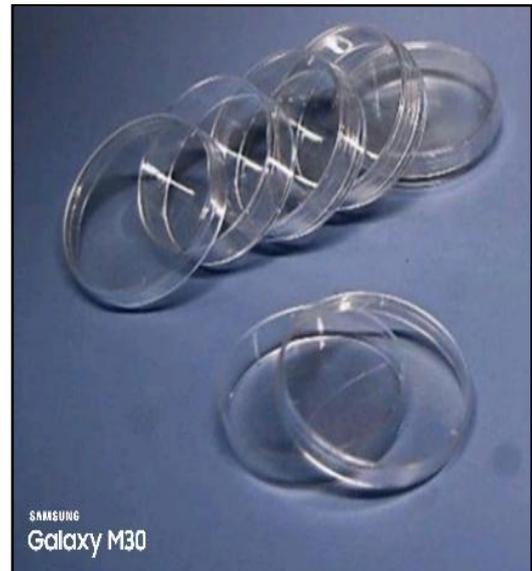


Figure 39 : Boites de pétri



Figure 40 : Boites en plastique



Figure 41 : Le tri de macroinvertébrées



Figure 42 : l'identification des macroinvertébrées

Quatrième
chapitre
Résultats et
discussion

L'étude physico-chimique de l'eau joue un rôle important dans la détermination de sa qualité, Pour atteindre cet objectif, nous avons déterminé dans cette partie l'évolution des paramètres physico-chimiques des mares au niveau de la région de Skikda durant trois mois

Au cours de ce chapitre, nous présenterons et discuterons les principaux résultats obtenus afin de comparer les quatre mares par rapport à la qualité de l'eau et les peuplements qu'elles abritent.

4. Résultats :

4.1 Paramètres physique de l'eau :

Il s'agit de paramètres mesurables afin de voir l'évolution des éléments chimiques les plus dominants dans les eaux des mares de la région d'étude. Les paramètres physico-chimiques étudiés sont les suivants :

4.1.1. La température :

La température moyenne la plus élevée a été mesurée à la station de « Ramdan Djamel » (S3) avec 18,83°C et la plus basse avec 13,5 °C à Bouchtata 1 (S1), les stations « Bouchtata 2 » (S2) et « Beni bchir » (S4) montrent des températures moyennes voisines atteignant respectivement 16,33 °C et 17,77 °C. Les températures maximales sont enregistrées au mois de février avec une température maximale de 23,4°C à « Ramdan Djamel »; quant à la température minimale qui est de 12,8°C elle est enregistrée à « Bouchtata 1 » durant le mois de janvier (Tableau 11, Figure 43 a & b & c).

Tableau 12 : Variations mensuelles de la température dans les stations d'étude

Station	décembre	janvier	février	Moyenne	Ecartype
Bouchtata 1	13,2	12,8	14,5	13,5	0,89
Bouchtata 2	13,6	13,9	21,5	16,33	4,48
Ramdan Djamel	18,9	14,2	23,4	18,83	3,76
Beni bchir	17	13,5	22,8	17,77	4,70

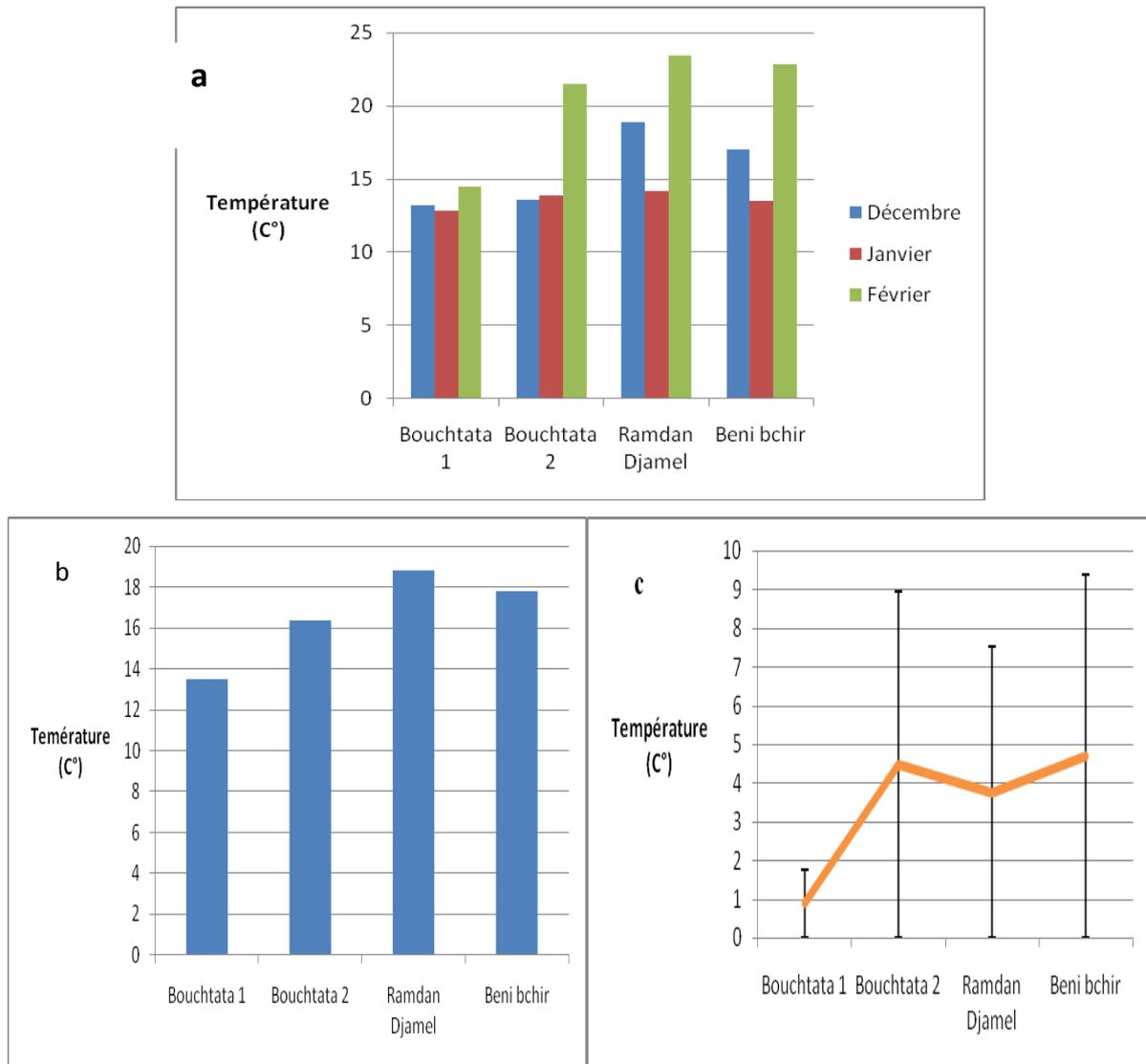


Figure 43 a) b) c) : Variations mensuelles de la température.

4.1.2. Potentiel hydrogène :

Dans l'ensemble des stations échantillonnées le pH est légèrement neutre. Il varie de 7,55 à « Bouchtata 2 » (S2) et une valeur maximale de 7,81 à « Ramdan Djamel » (S3) (Tableau.12, Figure 44 a, b & c).

Tableau 13 : Variations mensuelles du potentiel hydrogène

Station	décembre	janvier	février	Moyenne	Ecartype
Bouchtata 1	7,5	7,82	7,94	7,75	0,23
Bouchtata2	7,3	7,89	7,47	7,55	0,30
Ramdan Djamel	7,78	7,83	7,81	7,81	0,03

B.Be chir	7,33	7,79	7,56	7,56	0,23
-----------	------	------	------	------	------

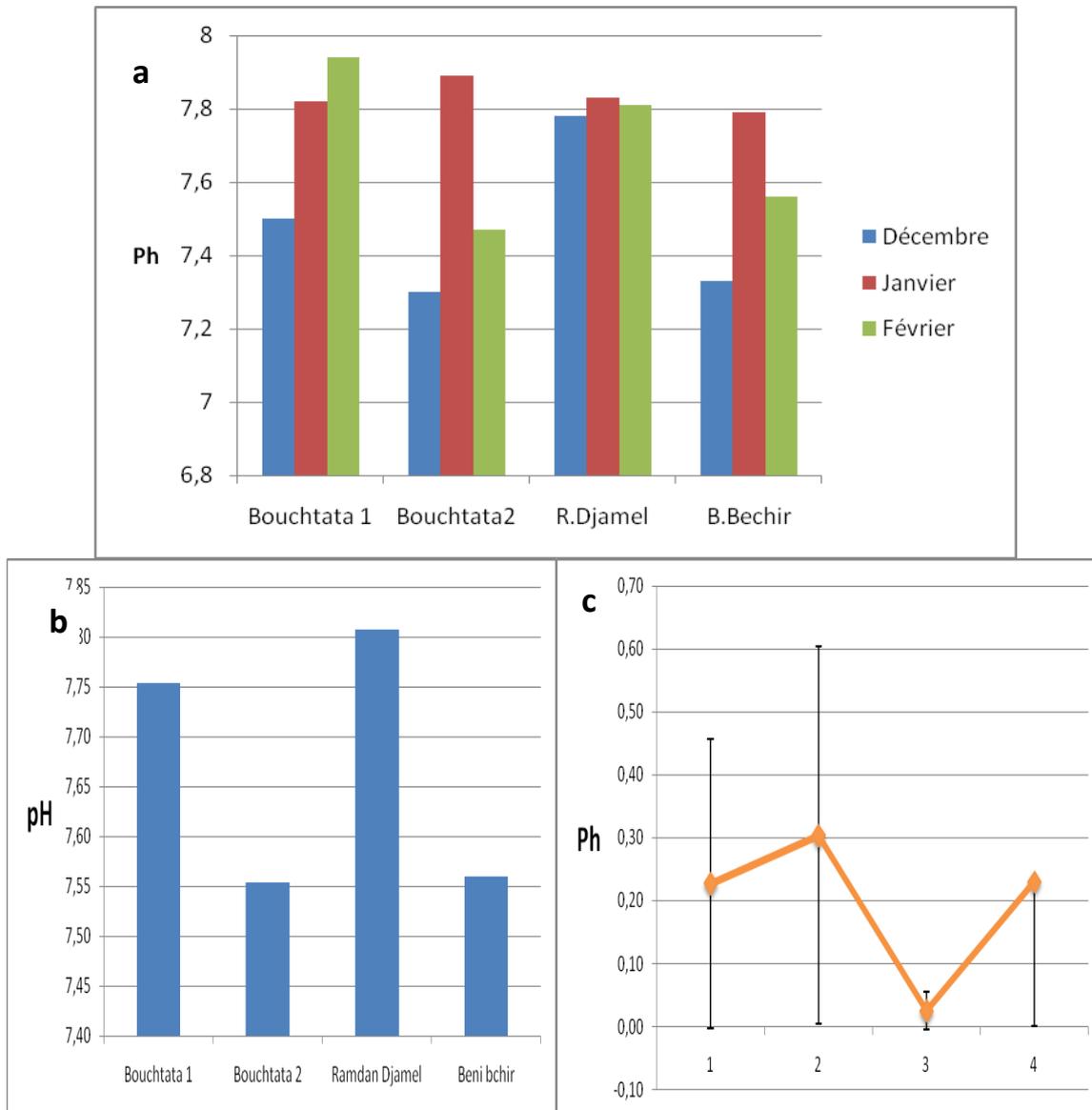


Figure 44 a) b) c).Variations mensuelles du potentiel hydrogène

4.1.3 Variation mensuelle de la teneur en oxygène dissous :

Pour l'ensemble des stations de prélèvements, les teneurs moyennes en oxygène dissous sont relativement faibles, elles varient entre une valeur minimale de 0,08 mg/l et une valeur maximale allant jusqu'à 0,27 mg/L. Les teneurs mensuelles en oxygène dissous présentent des variations importantes d'un habitat à un autre. La valeur la plus faible a été enregistrée au niveau de la station « Ramdan Djamel » avec 0,02 (mg/L) au mois de Janvier et la valeur la

plus élevée estimée à 0,23 (mg/L) mesurée au mois de décembre au niveau de la station « Bouchtata 2 » (Tableau 13, Figure 45 a, b & c)

Tableau 14 : Variations mensuelles en oxygène dissous :

Station	décembre	janvier	février	Moyenne	Ecartype
Bouchtata 1	0,17	0,03	0,05	0,08	0,08
Bouchtata 2	0,23	0,14	0,09	0,15	0,07
RamdanDjamel	0,14	0,02	0,13	0,10	0,07
Beni bchir	0,12	0,10	0,12	0,27	0,01

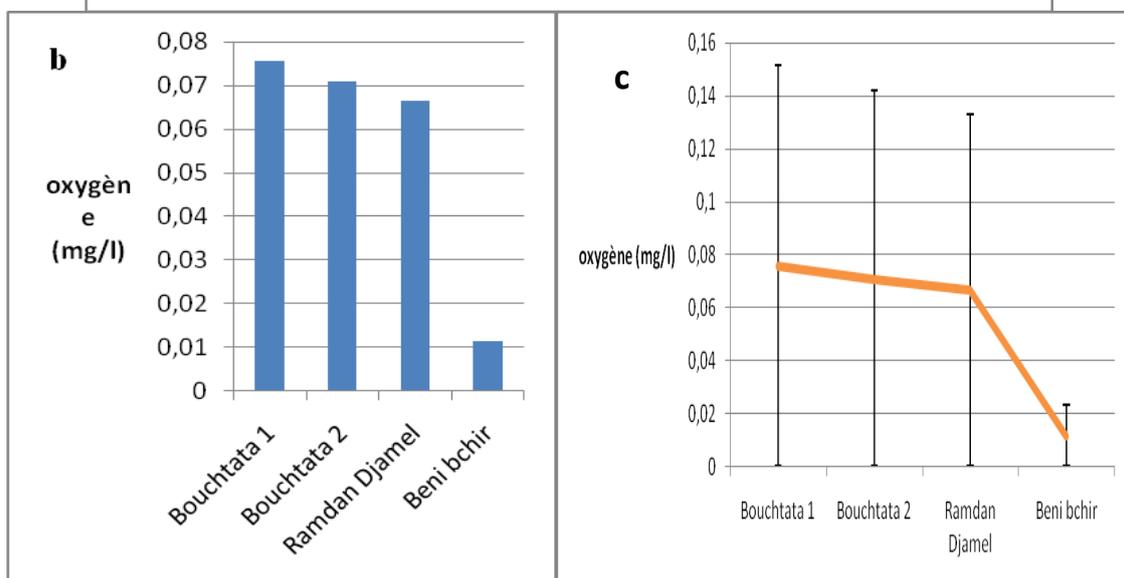
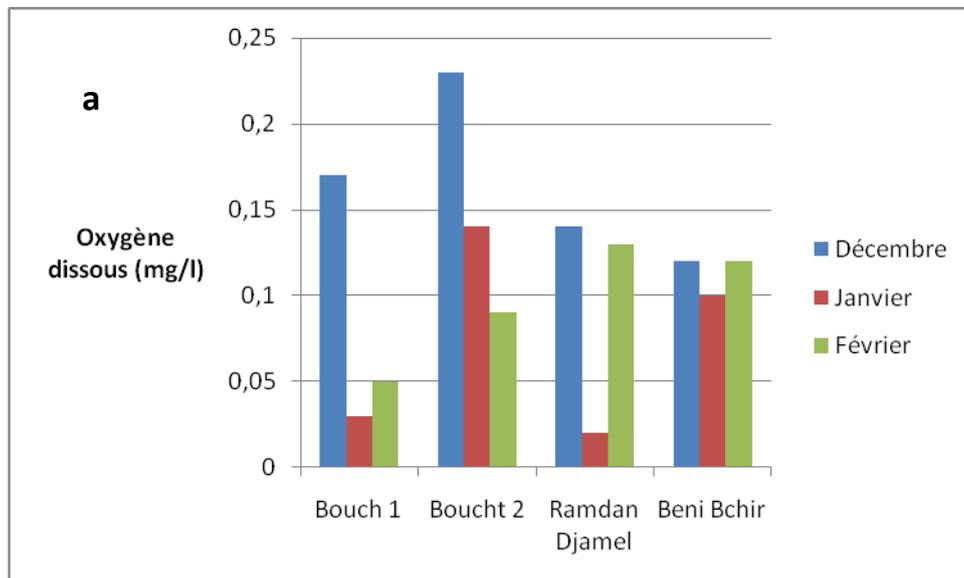


Figure 45a) b) c) : Variations mensuelles en oxygène dissous.

4.1.4 Conductivité électrique :

La conductivité des eaux naturelles fournit une information globale sur la quantité des sels dissous qu'elles renferment (Frank et Kemmer, 1992). Elle dépend également de la nature des ions présents dans l'eau (calcium, magnésium, chlorures, sodium, sulfates...) et de leurs concentration. On remarque que les eaux de la mare de « Ramdan Djamel » sont les plus minéralisées avec une conductivité moyenne de 756,67 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Au contraire, la mare de « Bouchtata 2 » est la moins minéralisée avec seulement 521,33 $\mu\text{S}/\text{cm}$. C'est à la mare de Ramdan Djamel que la conductivité est élevée au cours des mois de Février atteignant 1024 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Tableau 14, Figure 46 a & b & c).

Tableau 15 : Variations mensuelles de la conductivité électrique :

Station	décembre	janvier	février	Moyenne	Ecartype
Bouchtata 1	684	509	753	648,67	125,78
Bouchtata 2	510	355	699	521,33	172,28
Ramdan Djamel	815	431	1024	756,67	300,77
Beni bchir	555	310	896	587	294,31

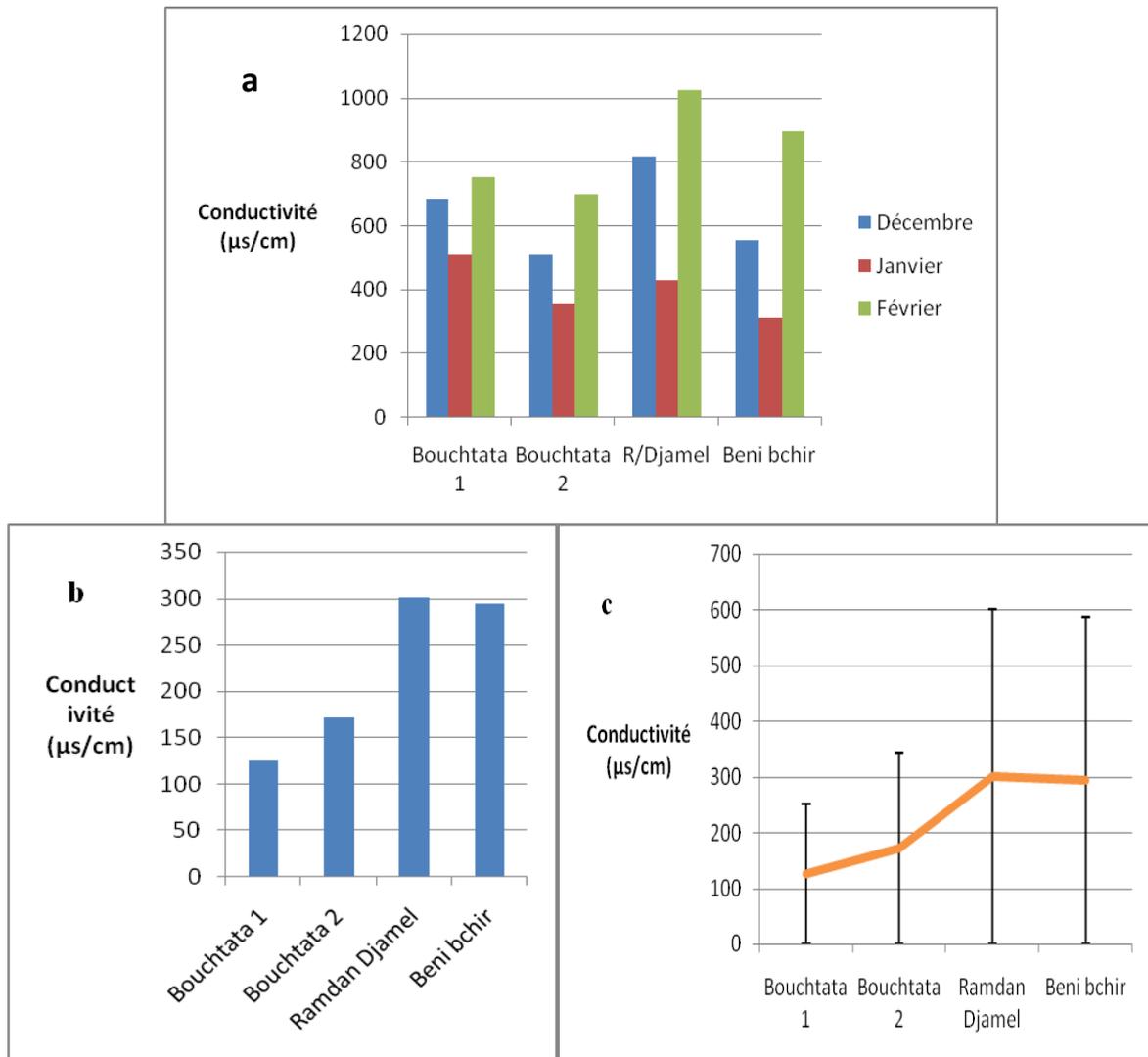


Figure 46 a) b) c). Variations mensuelles de la conductivité électrique.

4.1.5 La turbidité:

La turbidité d'une eau est due à la présence des particules en suspension, notamment colloïdales (argiles, limons, grains de silice). Ces matières en suspension peuvent être d'origine minérale (Calcium, magnésium, argile), végétale (débris de graines et de plantes) ainsi que les déchets domestiques ou industriels (huiles) ou animales (fragments d'insectes) (Rodier, 2009). Dans notre cas, les valeurs enregistrées par le turbidimètre varient entre 4,27 en décembre dans la mare de « Bouchtata 1 », et 9,46 en janvier dans la mare de « Bouchtata2 ». Rappelons que le facteur turbidité s'accroît avec les précipitations qui coïncident avec la période d'étude (Tableau 15, Figure 47 a & b & c)

Tableau 16 : Variations mensuelles dans la turbidité :

Station	décembre	janvier	février	Moyenne	Ecartype
Bouchtata1	4,27	7,82	8,34	6,81	2,22
Bouchtata2	2,36	9,46	7,5	6,44	3,67
Ramdan djamel	4,32	6,13	6,75	5,73	1,26
Beni bchir	4,33	6,14	7,1	5,86	1,41

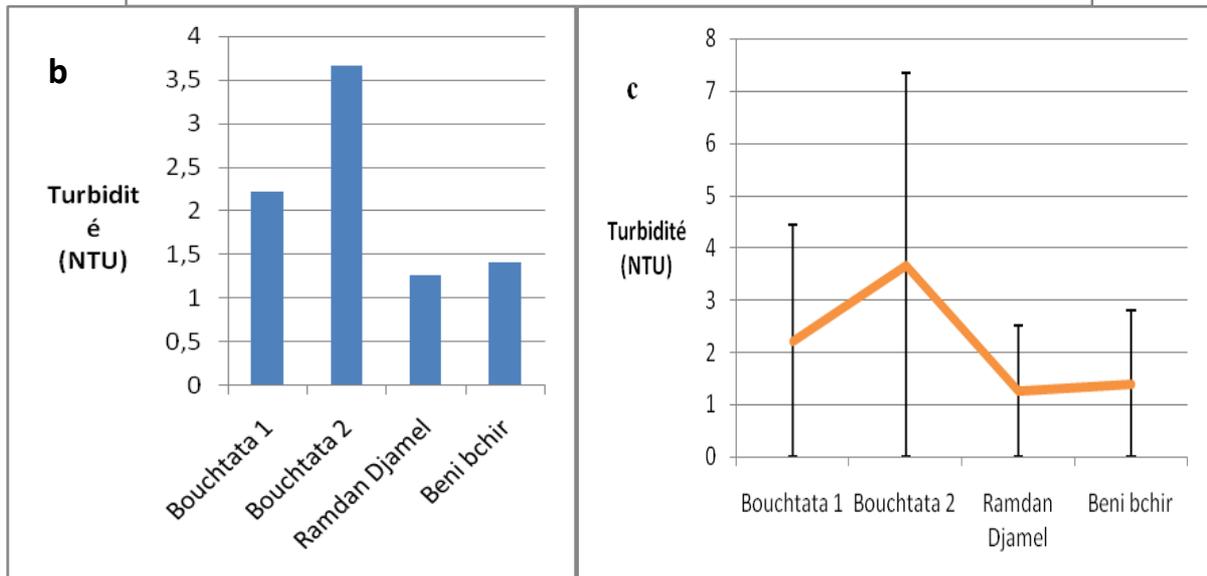
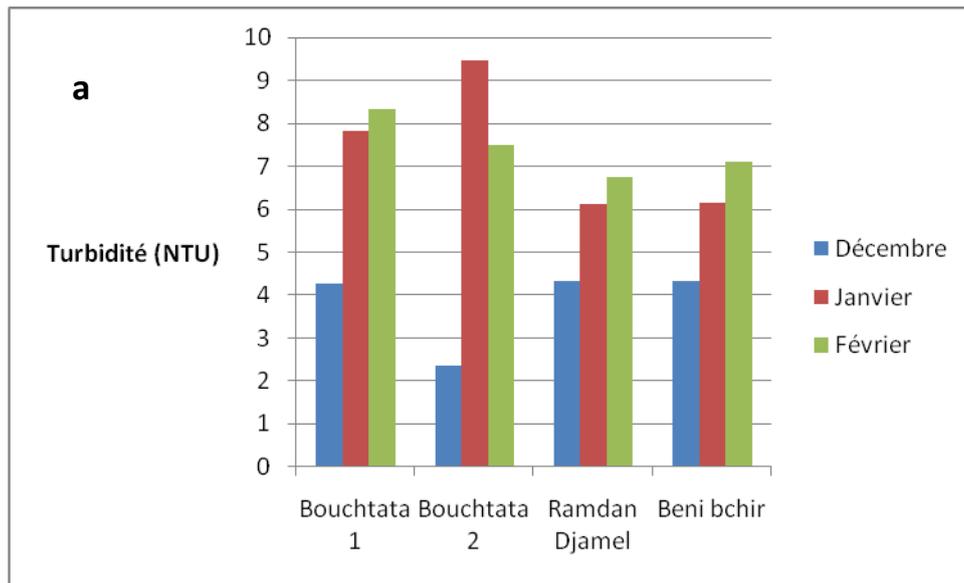


Figure : 47 a) b) c).Variations mensuelles de la turbidité dans les stations d'étude

4.1.6 Variations mensuelles des nitrites:

Dans notre étude, les teneurs en nitrite sont relativement faibles. Elles varient entre une valeur minimale de 0,19 mg/l durant le mois de février dans la mare de « Bouchtata1 », et une valeur maximale de 1,98 mg/l durant le mois de février dans la mare de « Beni bchir »

Les valeurs moyennes varient de 0,25 mg/l eaux de bonne qualité à « Bouchtata1 » à des eaux de qualité médiocre avec 1,68mg/l à « Beni bchir » (Tableau 16, Figure 47 a & b & c).

Tableau 17 : Variations mensuelles des nitrites :

Station	décembre	janvier	février	Moyenne	Ecartype
Bouchtata1	0,29	0,27	0,19	0,25	0,05
Bouchtata2	0,734	0,692	1,01	0,851	0,22
Ramdan djamel	1,02	0,962	0,26	0,75	0,42
Beni bchir	1,263	1,783	1,98	1,68	0,37

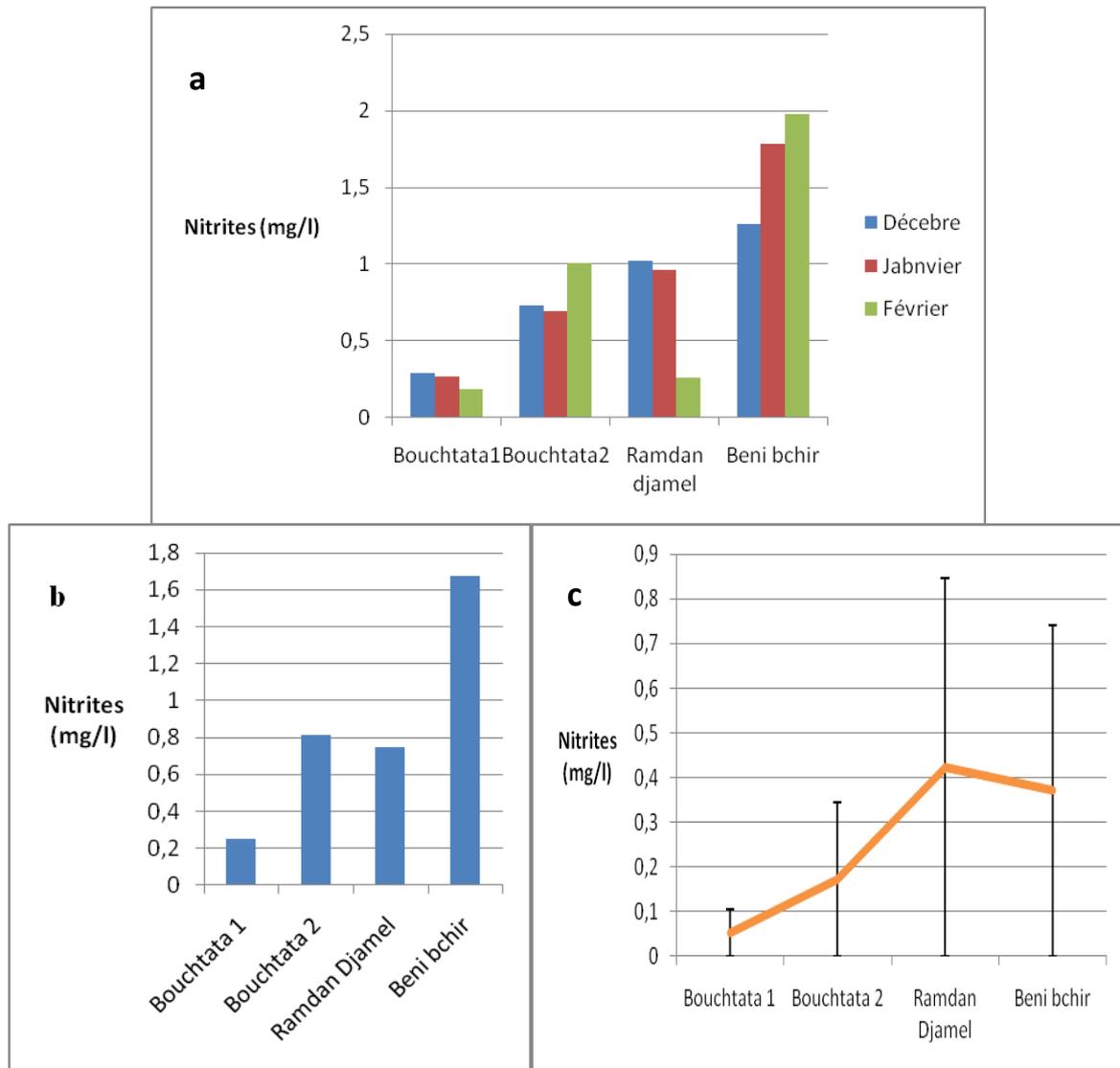


Figure 48a) b) c) .Variations mensuelles des nitrates dans les stations d'étude.

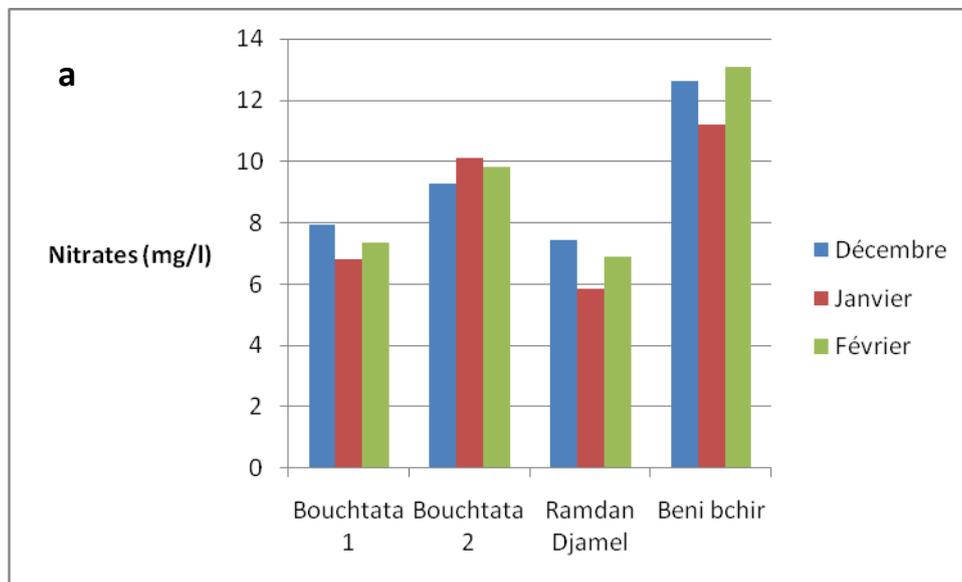
4.1.7 Les nitrates :

Les nitrates existent à l'état naturel, dans les sols, les eaux tant de surface que souterraines et toutes les matières végétales. Ils parviennent aux rivières par les nappes d'eau souterraines et par le ruissellement des terres agricoles en hiver. Les nitrates sont utilisés comme indicateur de pollution (Djermakoye, 2005).

D'après l'histogramme, les teneurs en nitrates oscillent entre une valeur minimale de 5,84 mg/l enregistrée durant le mois de janvier dans la mare de « Ramdan Djamel » à une valeur maximale de 13,08 mg /l enregistré durant le mois de février dans la mare de « Beni bchir ». les valeurs moyennes traduisent des eaux de bonne qualité d'après les données de la qualité globale de l'ABH (Tableau 17, Figure 49 a, b & c).

Tableau 18 : Variations mensuelles des nitrates.

Station	décembre	janvier	février	Moyenne	Ecartype
Bouchtata 1	7,92	6,82	7,35	7,36	0,55
Bouchtata 2	9,27	10,1	9,82	9,73	0,42
Ramdan Djamel	7,43	5,84	6,91	6,73	0,81
Beni bchir	12,61	11,22	13,08	12,30	0,97



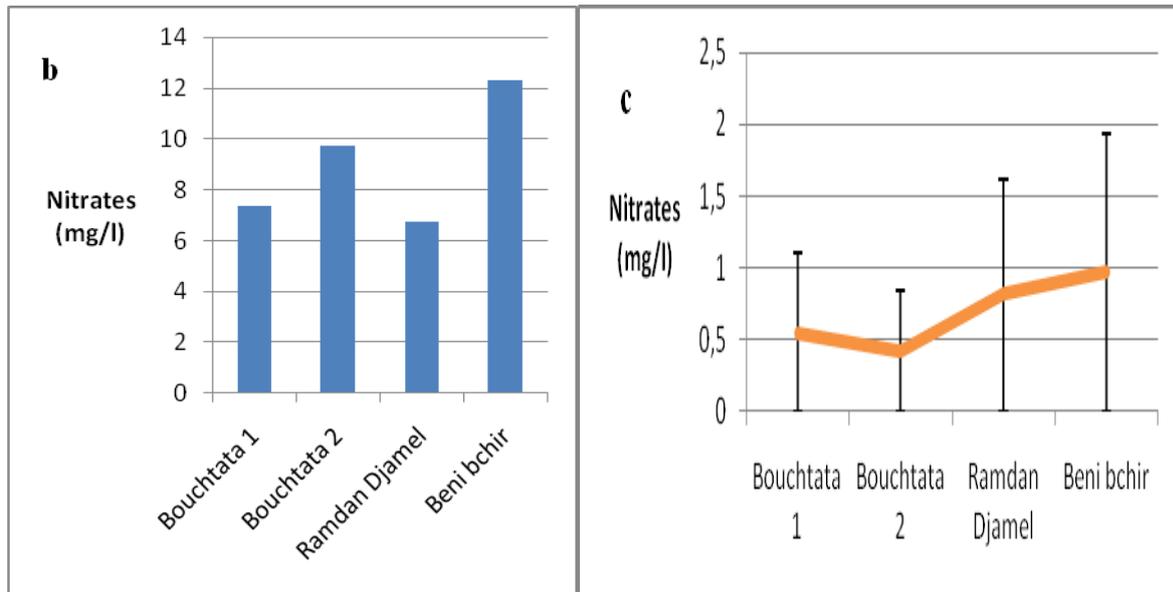


Figure 49a) b) c). Variations mensuelles des nitrates dans les stations d'étude.

Les résultats obtenus pour les nitrites et nitrates montrent que les eaux étudiées restent en deçà du seuil de concentration admissible décrétée par les normes SEQ-Eau, sauf qu'une augmentation des nitrites dans la station de « Beni bchir » est principalement attribuable aux activités humaines, l'utilisation des fertilisants synthétiques et fumiers, associée aux cultures et à l'élevage.

4.1.8 Ammonium :

les valeurs d'ammonium varient entre une valeur maximale de 3,44 mg/l enregistré durant le mois de février dans la mare de « Beni bchir », et une valeur minimale de 0,23 mg/l enregistrée durant le mois de décembre dans la mare de « Ramdan Djamel ». Les teneurs moyennes en Ammonium enregistrées au cours de notre période d'étude sont relativement élevées en particulier au niveau des stations de « Bouchtata2 » et « Beni bchir ». Ces taux proviennent des processus d'ammonisation c'est à dire de la décomposition par les microorganismes de l'azote organique issu de la matière vivante et des déchets organiques en azote ammoniacal (rejets industriels ou agricoles) (Tableau 18, Figure 50 a & b & c).

Tableau 19 : Variations mensuelles d’ammonium.

Station	décembre	janvier	février	Moyenne	Ecartype
Bouchtata 1	0,98	0,78	0,79	0,85	0,11
Bouchtata 2	1,05	0,88	1,23	1,05	0,18
Ramdan Djamel	0,23	0,45	0,33	0,34	0,11
Beni bchir	2,89	3,02	3,44	3,12	0,29

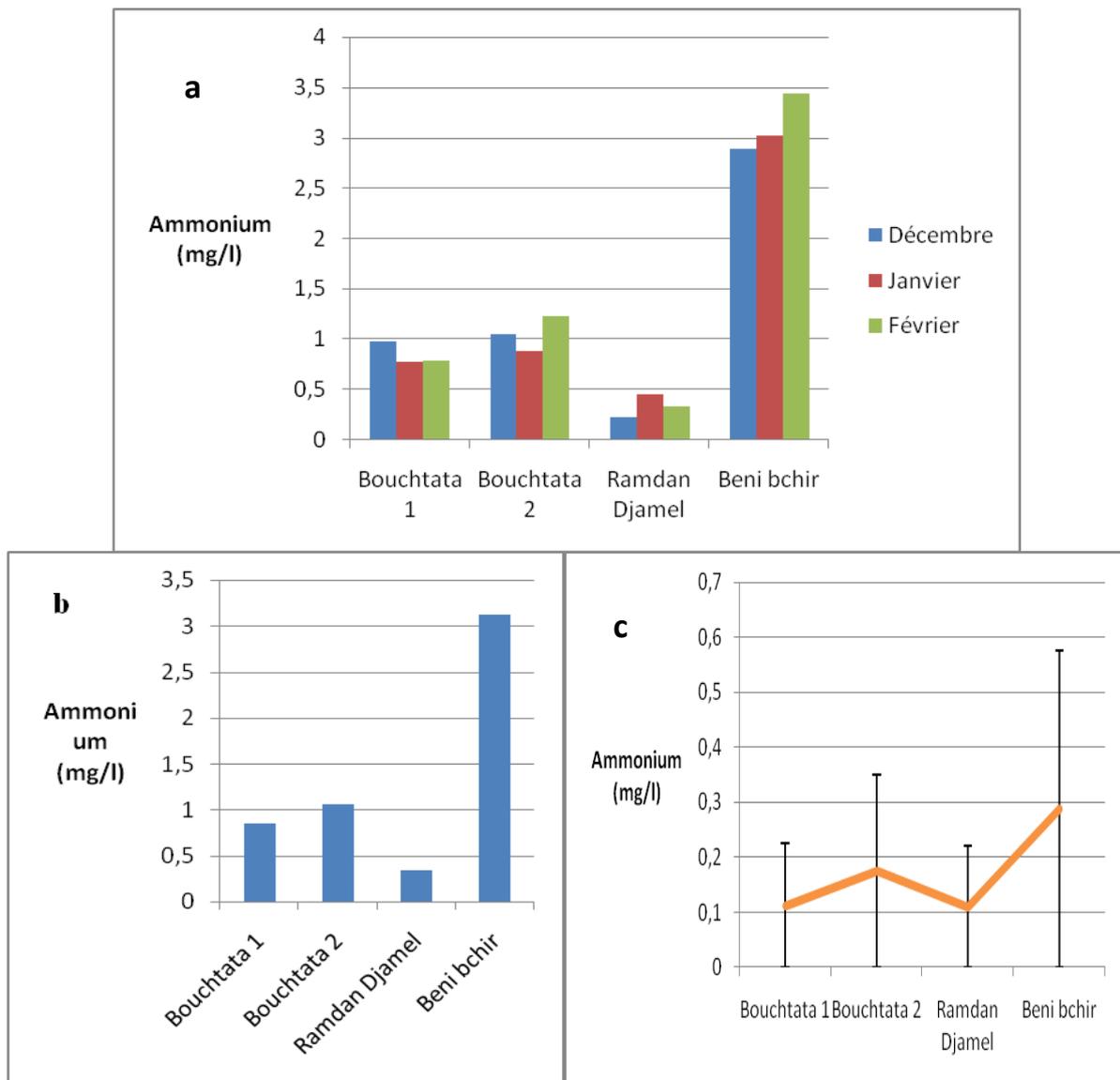


Figure 50a) b) c). Variations mensuelles d’ammonium dans les stations d’étude

4.1.9 Les Orthophosphates :

L'analyse des teneurs en Orthophosphates varient entre une valeur minimale de 0.15mg/l en janvier dans la mare de « Ramdan Djamel » et une valeur maximale de 1,36 mg/l en décembre dans la mare de « Beni bchir ». Les valeurs moyennes indiquent des eaux de bonne qualité par rapport aux mares « Bouchtata1 » et « Ramdane Djamel » et des eaux de qualité Médiocre pour les mares de « Bouchtata 2 » et « Beni bchir » (Tableau 19, Figure 51 a & b & c). Ces valeurs indiquent l'usage des fertilisants utilisés en agriculture, les rejets des eaux usées domestiques ou industrielles ou encore les eaux de ruissellement des zones résidentielles et urbaines.

Tableau 20 : Variations mensuelles d'ortho-phosphates.

Station	décembre	janvier	février	Moyenne	Ecartype
Bouchtata 1	0,22	0,19	0,2	0,20	0,02
Bouchtata 2	0,98	1,02	1,12	1,04	0,07
Ramdan djamel	0,17	0,15	0,16	0,16	0,01
Beni bchir	1,36	1,33	1,5	1,40	0,09

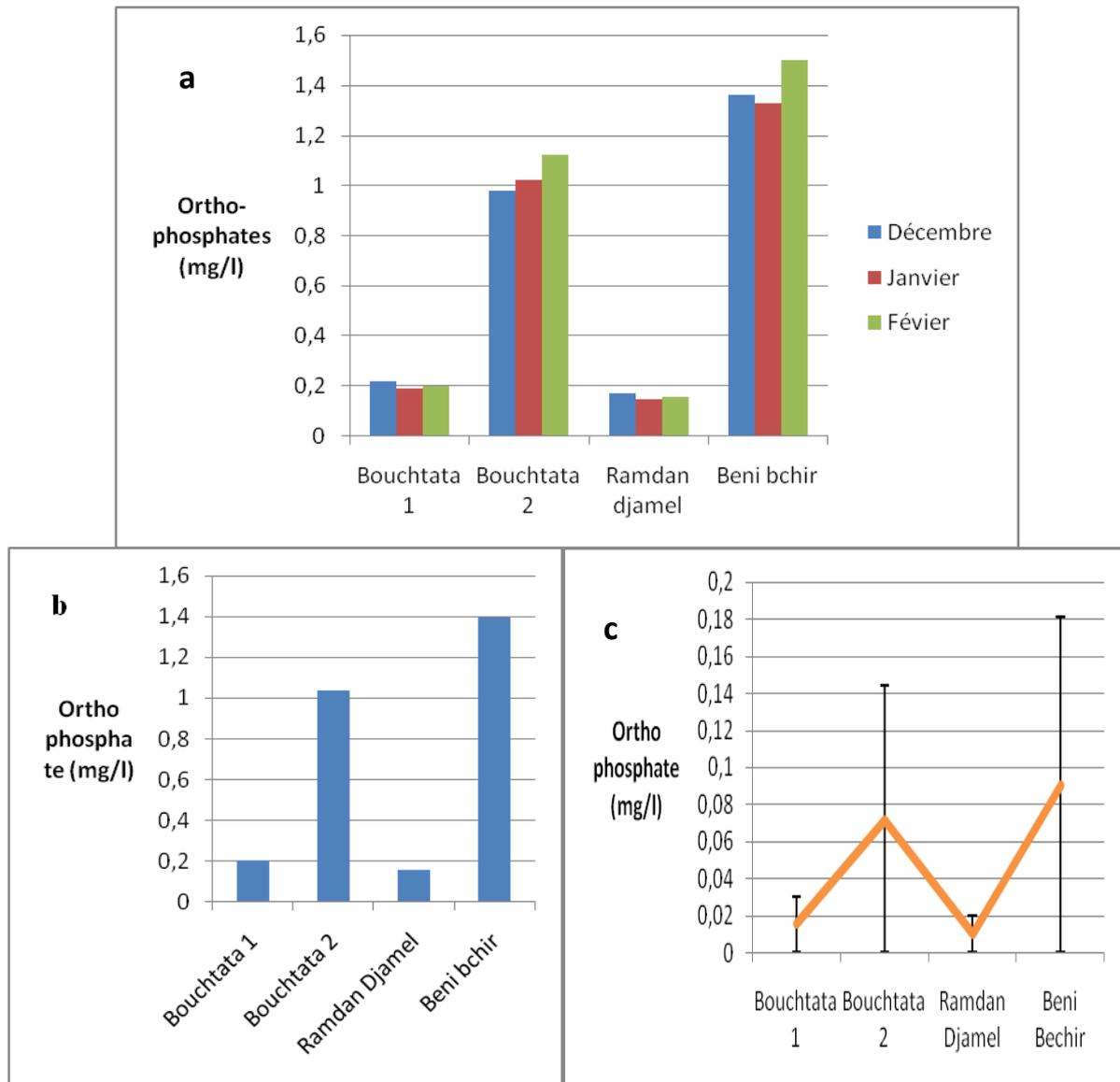


Figure 51 a) b) c).Variation mensuelles d’orthophosphate dans les stations d’étude.

4.1.10 La demande biologique en oxygène :

les valeurs de la DBO5 fluctuent entre une valeur maximale de 6 mg/l d’O2 durant le mois de janvier dans la mare de « Beni bchir », et une valeur minimale de 2 mg/l d’O2 en février dans la mare de « Ramdan Djamel » (Tableau 20, Figure 52 a & b & c). Les résultats de notre étude montre que les quatre stations d’étude sont caractérisées par des eaux d’excellente à bonne qualité. En effet, si la quantité de matières organiques était importante, la dégradation de celles-ci par les microorganismes provoquerait une augmentation de la

consommation d’oxygène. La présence de quantité importante de matière organique dans l’eau risque également de la rendre impropre aux usages auxquels elle est généralement dévolue.

Tableau 21 : variations mensuelles de la demande biologique en oxygène :

Station	décembre	janvier	février	Moyenne	Ecartype
Bouchtata 1	5	3	3	3,67	1,15
Bouchtata 2	7	4	3	4,67	2,08
Ramdan djamel	3	3	2	2,67	0,58
Beni bchir	4	6	3	4,33	1,53

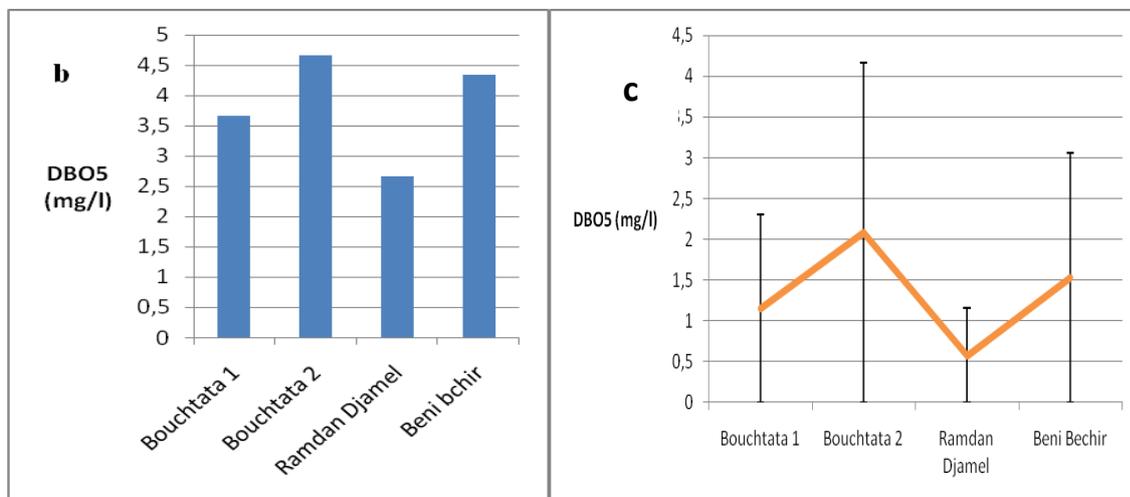
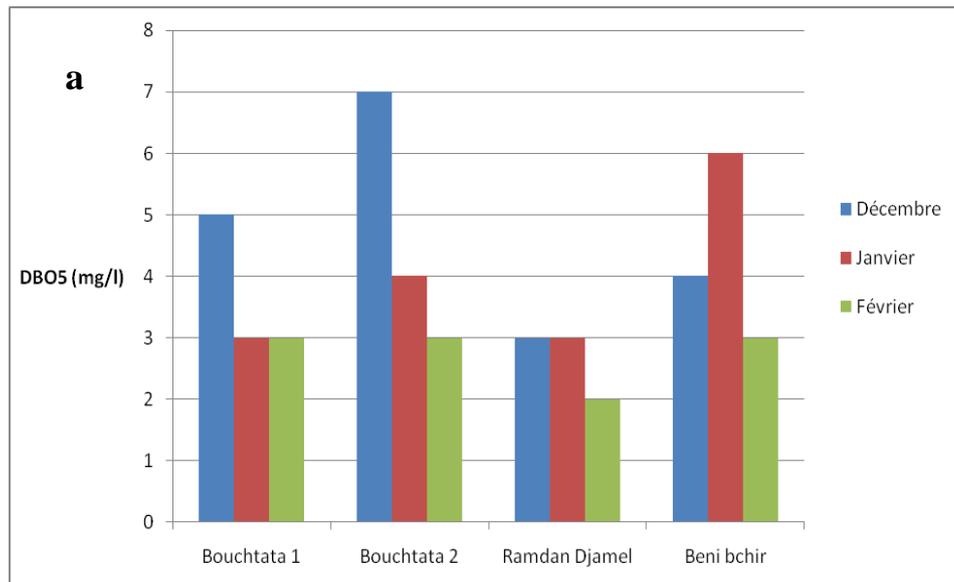


Figure 52

a) b) c). Variations mensuelles de la demande biologique en oxygène dans les stations d’étude.

4.1.11 Le calcium :

les teneurs en calcium varient entre une valeur minimale de 44,9 mg/L enregistrée durant le mois de février dans la mare de « Ramdan Djamel » et une valeur maximale de 193,7 mg /L enregistré durant le mois de décembre dans la mare de « Beni Bechir » (Tableau 21, Figure 53 a & b & c).

Dans les eaux de « Bouchtata 1 » et « Ramdan Djamel » les teneur du calcium ne dépasse pas la norme édictée par la réglementation SEQ-Eau, ce qu'exprime la bonne qualité de l'eau.

Dans les station de « Bouchtata 2 » et « Beni bchir » on note une petite augmentation qui s'explique par l'entraînement à partir du sol dans les eaux d'infiltration par lixiviation et par le ruissellement.

Tableau 22 : Variations mensuelles du calcium.

Station	décembre	janvier	février	Moyenne	Ecartype
Bouchtata 1	59,9	64,3	60,16	61,45	2,47
Bouchtata 2	188	167,1	175	176,70	10,55
Ramdan djamel	53,88	49,2	44,9	49,33	4,49
Beni bchir	193,7	150,6	175	173,1	21,61

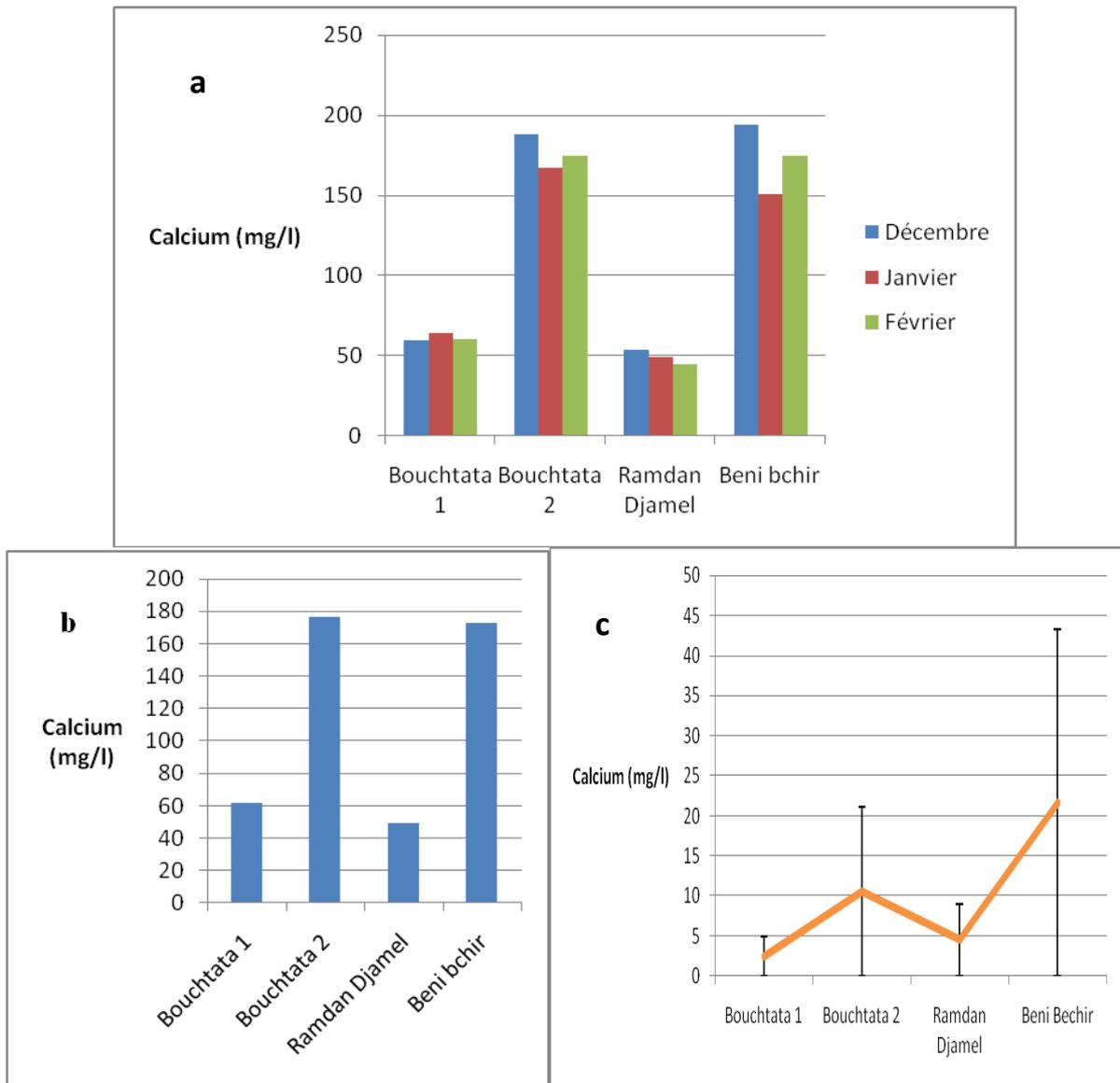


Figure 53 a) b) c).Variations mensuelles du calcium dans les stations d'étude.

4.1.12 Le magnésium :

La valeur la plus faible a été enregistrée au niveau des mares de « Ramdan Djamel » au mois de décembre « Bouchtata 1 » au mois de janvier avec 31 mg/l. La valeur la plus élevée avec 102 mg/l a été notée au niveau de la mare de « Beni bchir » (Tableau 22, Figure 54 a & b & c). Rappelons que les principales sources de magnésium contenu dans l'eau sont les minéraux ferromagnésiens des roches sédimentaires.

Tableau 23 : Variations mensuelles du magnésium.

Station	décembre	janvier	février	Moyenne	Ecartype
Bouchtata 1	33	31	42	35,33	5,86
Bouchtata 2	86,9	99	74	86,63	12,50
Ramdan djamel	31	34	39	34,67	4,04
Beni bchir	88	94	102	94,67	7,02

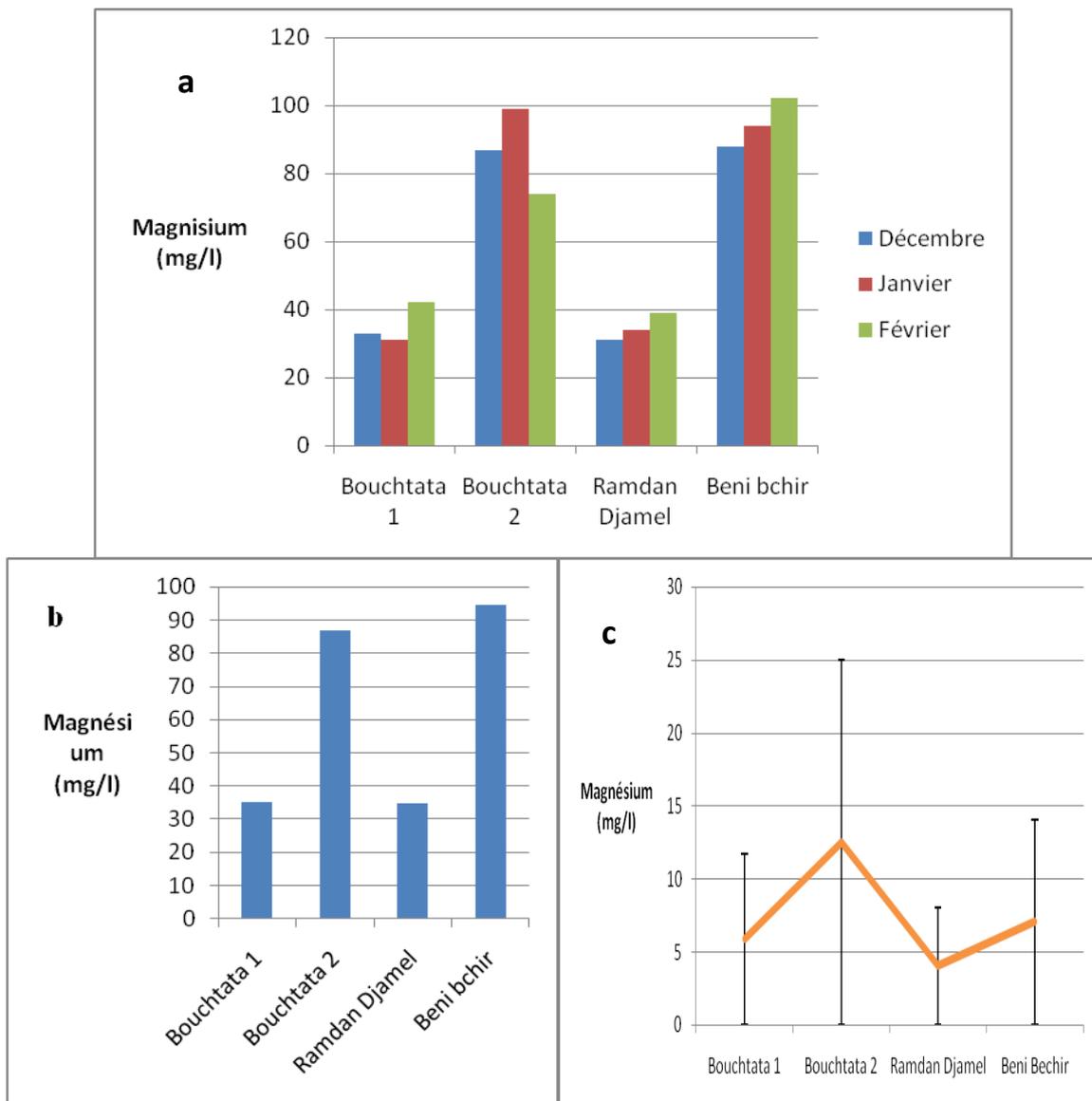


Figure 54 a) b)c).Variations mensuelles du magnésium dans les stations d'étude .

4.1.13. Profondeur :

Les quatre mares (Bouchtata 1, Bouchtata 2, Ramdan Djamel, Beni bchir) ont des profondeurs moyennes proches allant de 51,33 cm de profondeur à la mare de « Beni bchir » à 58,67 cm à « Bouchtata 1 » (Tableau 23, Figure 55 a & b).

Tableau 24 : Variations mensuelles de la profondeur.

Station	décembre	janvier	février	Moyenne	Ecartype
Bouchtata 1	60	57	59	58,67	1,53
Bouchtata 2	52	50	59	53,67	4,73
Ramdan Djamel	61	57	53	57,00	4,00
Beni bchir	51	53	50	51,33	1,53

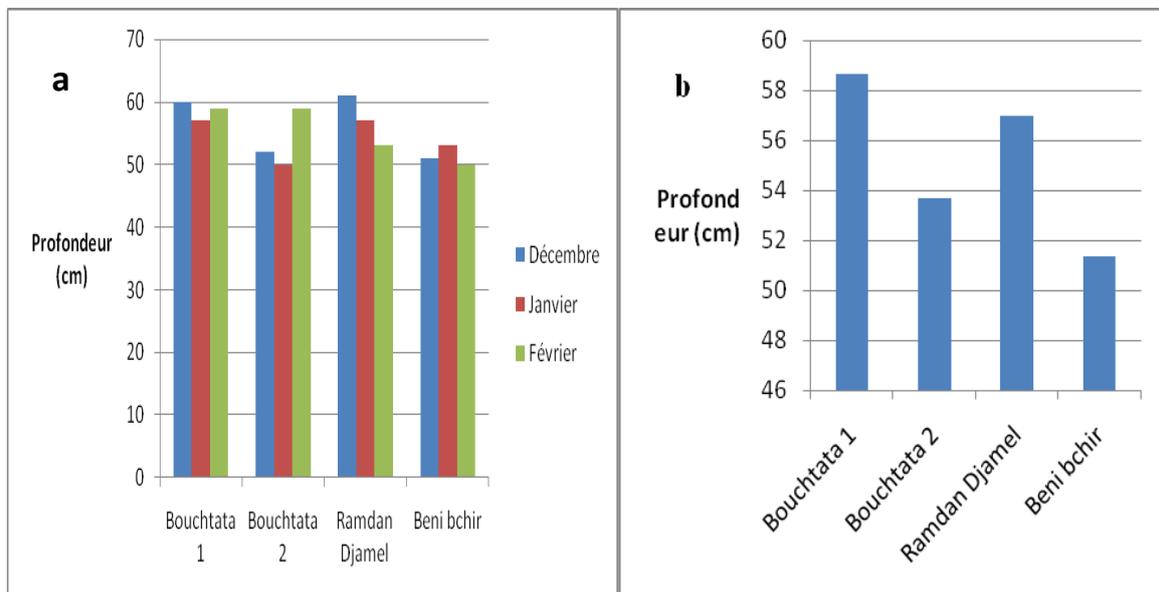


Figure 55 a) b) c). Variations mensuelles de profondeur des stations d'étude.

4.1.14. La largeur :

Dans l'ensemble des stations échantillonnées (Bouchtata 1, Bouchtata 2, Ramdan Djamel, Beni Bechir) ont des profondeurs moyennes proche, la profondeur moyenne de « Bouctata 1 »

est 7,67 cm, et celle de « Bouchtata 2 » est 6 cm , de « Ramdan Djamel » est 8 cm , et la de « Beni Bechir » est 6,67 cm. (Tableau 24, Figure 56 a & b)

Tableau 25 : Variations mensuelles de la largeur.

Station	décembre	janvier	février	moyenne	Ecartype
Bouchtata 1	8	8	7	7,67	0,58
Bouchtata 2	6	6	6	6,00	0,00
Ramdan Djamel	9	8	7	8,00	1,00
Beni bchir	6	7	7	6,67	0,58

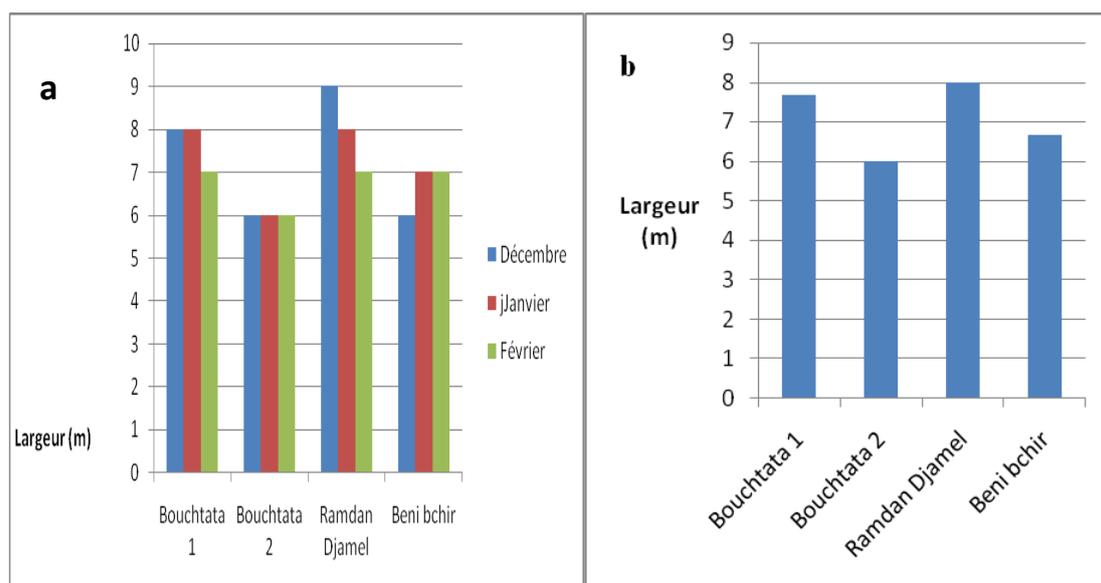


Figure 56 a) b) c). Variations mensuelles de la largeur des stations d'étude.

Tableau 27 : Evaluation de la qualité de l'eau des mares selon l'ABH-CSM (ABH, 2001)

O2 dissous	mg/l	>7	5 à 7	3 à 5	<3	0
Bouchtata 1		0,08				
Bouchtata 2		0,15				
Ramdan Djamel		0,1				
Beni bchir		0,27				
DBO5 mg/l	mg/l	< 3	3 à 5	5 à 10	10 à 25	>25
Bouchtata 1			3,67			
Bouchtata 2			4,67			
Ramdan Djamel		2,67				
Beni bchir			4,33			
PO4- (mg/l)		<0,2	0,2 à 0,5	0,5 à 1	1 à 2	>2
Bouchtata 1			0,2			
Bouchtata 2					1,04	
Ramdan Djamel			0,16			
Beni bchir					1,4	
NO2- (mg/l)		<0,1	0,1 à 0,3	0,3 à 1	1 à 2	>2
Bouchtata 1			0,25			
Bouchtata 2				0,81		
Ramdan Djamel				0,75		
Beni bchir					1,68	
NO3- (mg/l)		<5	5 à 25	25 à 50	50 à 80	>80
NO3)			7,35			
			9,73			
			6,73			
			12,3			
NH4 + (mg/l)		<0,1	0,1 à 0,5	0,5 à 2	2 à 8	> 8
NH4)			0,85			
Bouchtata 1				1,05		
Bouchtata 2						
Ramdan Djamel			0,34			
Beni bchir					3,12	

❖ **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 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 un 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 techniques d'analyse (13).

La comparaison des résultats d'étude des paramètres physico-chimiques des stations d'études montre que :

- Les teneurs d'orthophosphate pour les stations « Bouchtata 1 » et « Ramdan Djamel » indiquent une bonne qualité d'eau, et mauvaise qualité pour les stations « Bouchtata 2 » et « Beni bchir ».
- Les valeurs du nitrite montrent que la station « Bouchtata 1 » est caractérisé par une bonne qualité d'eau, par contre la mauvaise qualité dans « Beni bchi », alors que les stations de « Bouchtata 2 » et « Ramdan Djamel » montrent une qualité d'eau passable.
- Les résultats de mesure du nitrite présente la bonne qualité des quatre mares d'étude.
- Pour l'ammonium, les valeurs enregistrés indiquent la bonne qualité pour les station « Bouchtata 1 » et « Ramdan Djamel », passable qualité pour la mare de « Bouchtata 2 », et la mauvaise qualité pour « Beni bchir ».

4.2 Analyse globale de la faune benthique :

4.2.1. Check-list des taxa faunistiques (Tableau 27) :

Embranchement	Classe	Ordre	Famille	Bouchtata 1	Bouchtata 2	Ramdan Djamel	Beni bchir
Arthropodes	Insectes	Ephemeroptères	Baetidae	+	+	+	+
		Diptères	Chironomidae	+	+	+	-
			Culucidae	-	+	-	-
		Coléoptères	Haliplidae	+	-	+	-
			Dyticidae	-	+	-	-
		Odonates					
			Anisoptère	+	-	+	+
			Zygoptère	-	+	+	+
		Hétéroptères	Notonectidae	-	-	+	+
			Corixidae	+	+	+	+
			Nepidae	+	+	-	-
Crustacés	Ostracodes			-	+	+	+
	Copépodes			-	-	-	+
	Cladocères			+	+	+	-
	Arachnides		Hydracariens	+	+	-	-
Mollusques	Gastéropodes		Physidae	-	-	+	+
			Planorbidae	+	-	-	-
Hémiptère		Hémiptères	Geridae	-	-	+	-
			Pleidae	+	+	+	-
Némathelminthes		Nématodes					
Annélides	Oligochètes		Lumbricidae	-	-	-	+
Chordata	Amphibien		Larves de grenouille	+	+	+	-

(+) Présence (-) Absence

4.2.2. Analyse globale des taxons faunistiques dans les stations

La totalité des taxons faunistiques capturés, triés, identifiés et considérés dans nos analyses représentent 6051 individus. L'abondance des groupes des taxons fluctue suivant les

mares, variant de 2484 individus à la mare de « Bouchtata 1 », 2798 individus à la mare de « Bouchtata 2 », et 396 individus à la mare « Ramdan Djamel » et enfin 373 individus à la mare de « Beni bchir » ce qui équivaut respectivement à 41,05 %, 46,24%, 6,54% et enfin 6,16% de la faune totale (Figure.57). Les macroinvertébrés sont représentés par 6014 individus (Ephéméroptères, Diptères, Coléoptères, Odonates, Hétéroptères, Crustacés, Mollusques, Nématodes, Annélides) (Tableau. 27). Ces derniers ont été retenus pour l'analyse des peuplements

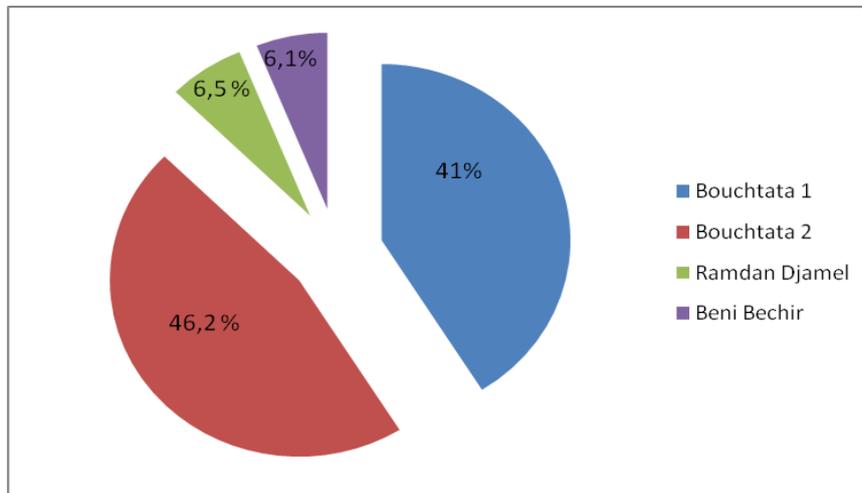


Figure 57 : Abondance globale des macro invertébrés dans les quatre mares

4.2.3. 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 6014 individus Ephéméroptères 3314 individus (55,1%), les Crustacés 2287 individus (38,02%), les Hétéroptères 192 individus (3,19%) , les Odonates 93 individus (1,54%) , les Coléoptères 77 individus(1,28%). Les mollusques viennent avec 32 individus (0,53%), suivis des Diptères et Hémiptères avec 9 individus (0,14%) (0,14 %), et enfin les Annélides avec 1 individu (0,01 %) (Figure 58).

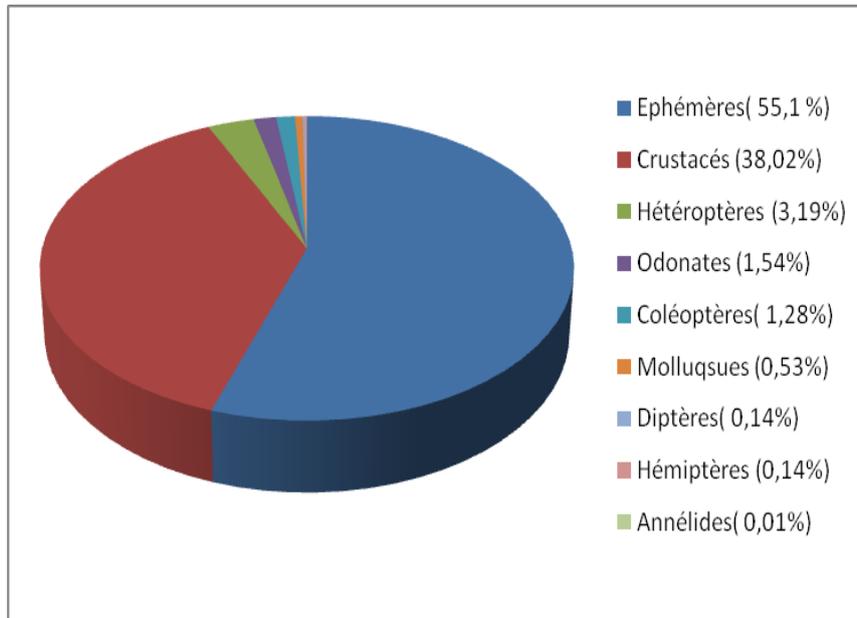


Figure 58: Abondance globale des principaux taxons des macroinvertébrés

4.2.4. 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 les mares de « Bouchtata » et présentent des abondances élevées surtout dans la mare de « Bouchtata 1 et 2 » (73,98 %), (20,82 %), On remarque que dans les mares de « Ramdan Djamel » et « Beni bchir » , les éphéméroptères représentent respectivement (3,83%) et (1 ,35%) seulement du total ; ceci est du à l'anthropisation accrue au niveau de cette mare ; Il est connu que les éphéméroptères sont un groupe sensibles pollution et sont les premiers à disparaître encas de pollution (Figure 59)

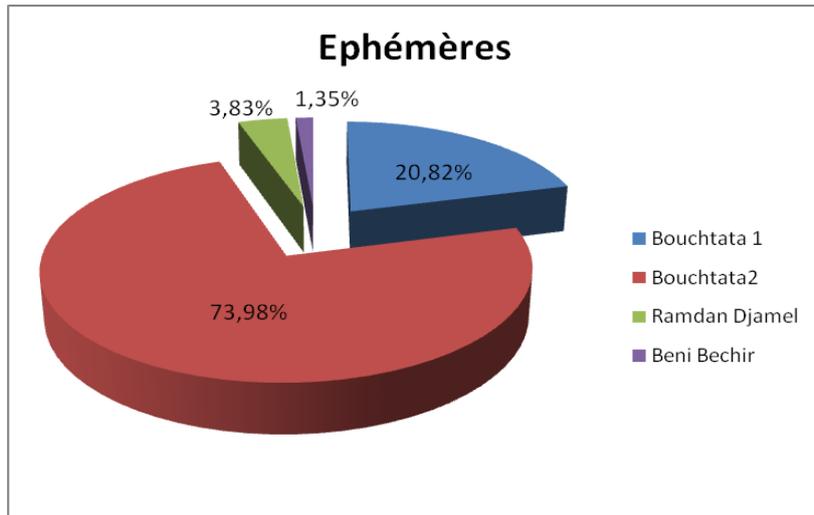


Figure 59 : L'abondance des Ephémères par station

Les Crustacés sont le deuxième ordre le plus abondant et sont représentés avec un effectif total de 2287 individus. Ce taxon est présent régulièrement dans la mare de « Bouchtata 1 » avec un effectif élevé 1694 individus soit (74,07%). Dans la mare de « Beni bchir » par 238 individus (10,4%), à « Bouchtata 2 » par 277 individus (12,11%) et à « Ramdan Djamel » par 78 individus soit (3,41%) (Figure 60).

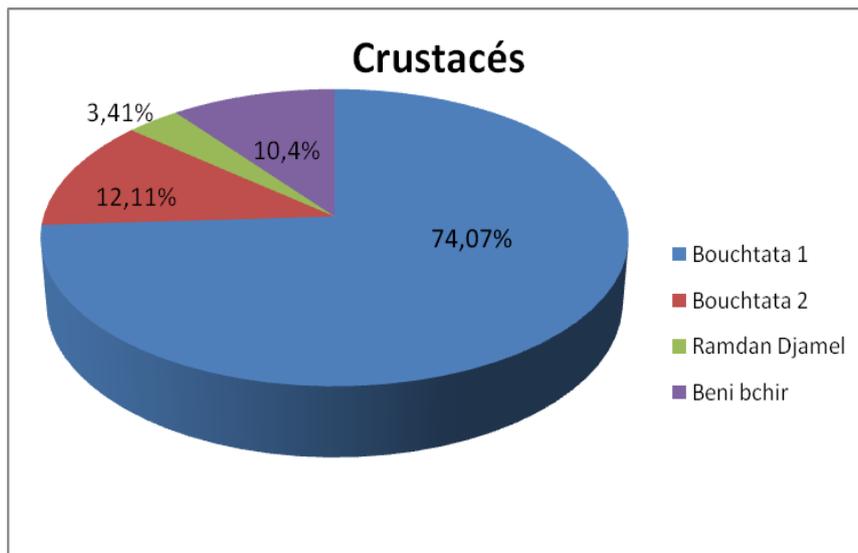


Figure 60 : L'abondance des crustacés par station

Les Hétéroptères viennent ensuite par 192 individus représentés dans la mare de « Ramdan Djamel » par 115 individus (59,89%), dans la mare de « Bouchtata 1 » par 72 individus (37,5%) et enfin la mare de « Beni bchi »r avec 5 individus (2,6%) (Figure 61).

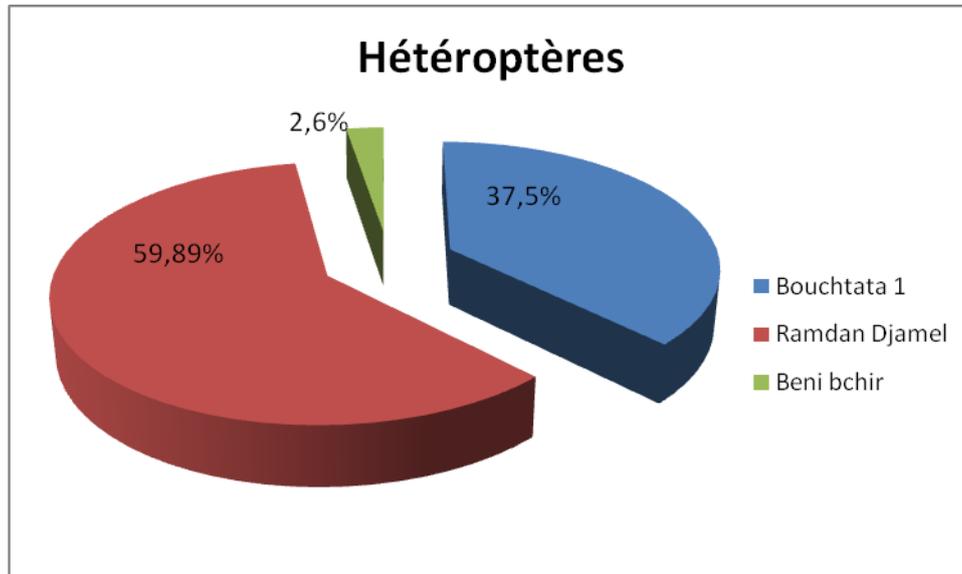


Figure 61 : L'abondance des Héteroïptères par station

Les Odonates occupent la quatrième position avec 93 individus. Ce groupe est observé beaucoup plus dans la mare de « Ramdan Djamel » avec 45 individus (48,38%), de « Beni bchir » avec 30 individus (32,25%) et 45 individus (19,35%) dans la mare de « Bouchtata 2 ». (Figure 62)

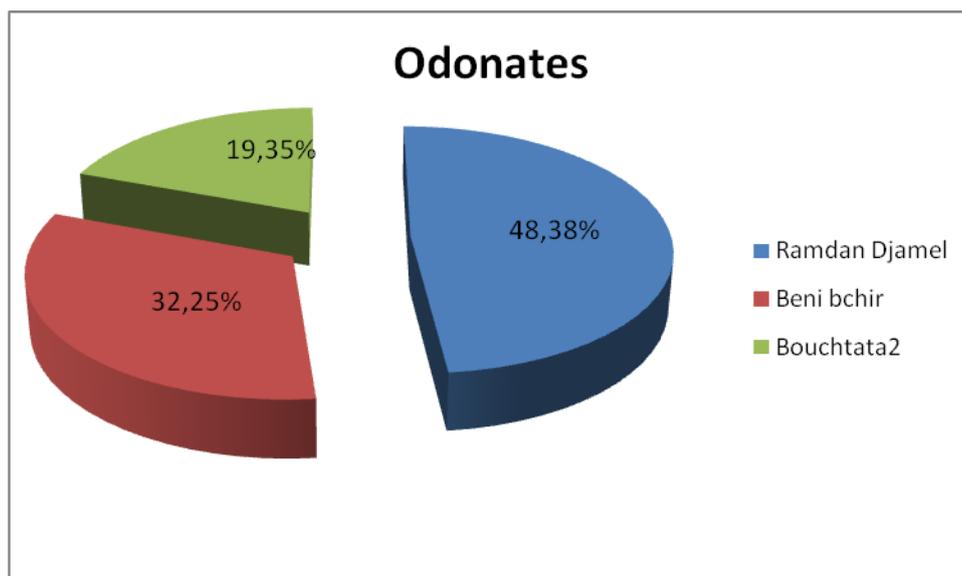


Figure 62 : L'abondance des Odonates par station

Les coléoptères viennent en cinquième position avec 77 individus au total répartis comme suit: 30 individus (38,96%) dans la mare de « Ramdan Djamel », 28 individus (36,36%) dans la mare de « Bouchtata 2 », 17 individus soit (22,07%) dans la mare de « Beni bchir », et seulement 2 individus (2,59%) dans la mare de « Bouchtata 1 » (Figure 63).

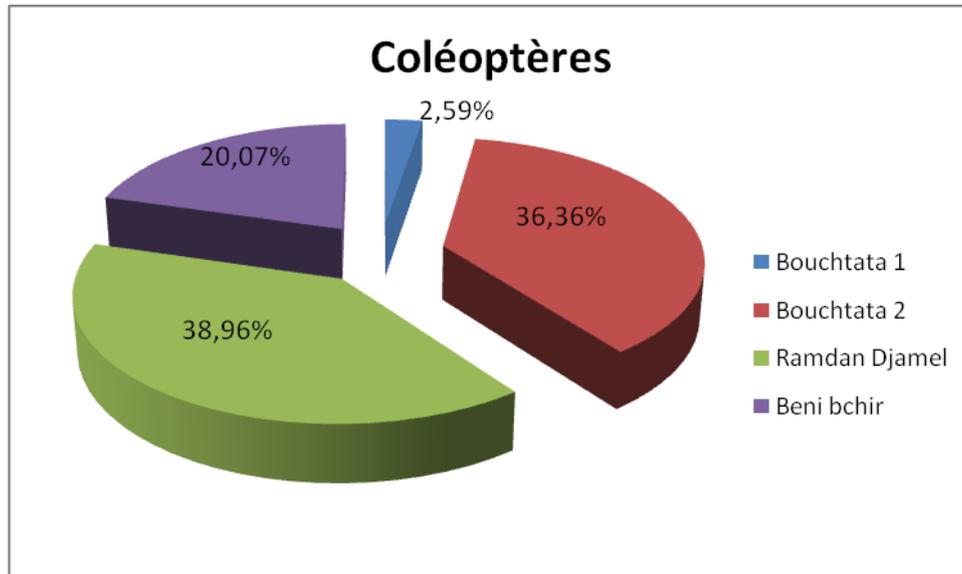


Figure 63 : L'abondance des Coléoptères par station

Les Mollusques sont plus représentés au niveau de la mare de « Beni Bchir » avec 19 individus (59,37%) alors que dans la mare de « Ramdan Djamel » avec 9 individus (28,12%) et avec 3 individus (9,37%) dans la mare de « Bouchtata 2 » et 1 individu (3,12%) dans la mare de « Bouchtata 1 » (Figure. 64)

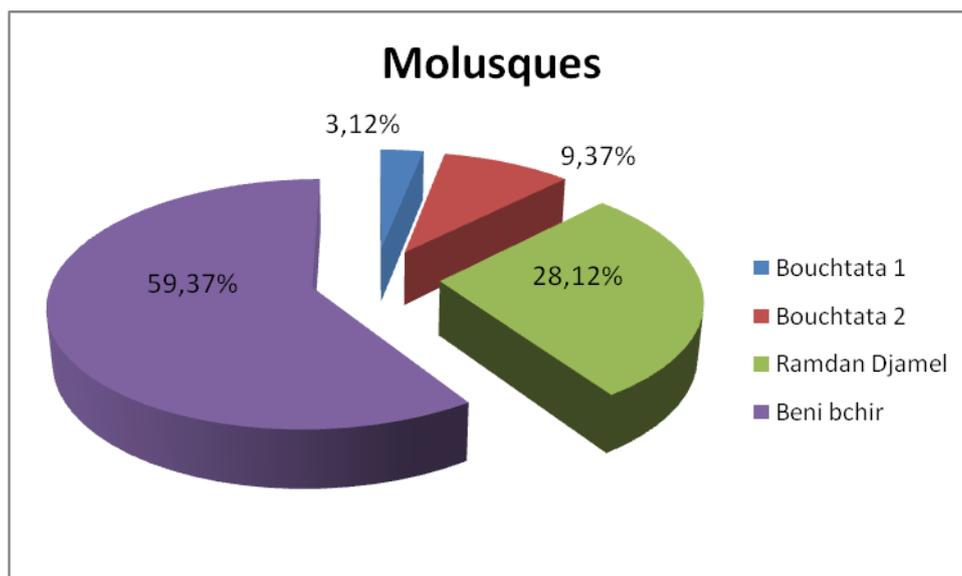


Figure 64 :L'abondance des mollusques par station

Les Hémiptères et les Diptères représentent 9 individus : Le groupe des Diptères occupe (44,44%) dans la mare de « Bouchtata 1 » avec 4 individus, (33,33%) dans la mare de « Bouchtata 2 » l'équivalent de 3 individus, et 2 individus (22,22%) dans la mare de « Ramdan Djamel » (Figure 65). Le groupe des Hémiptères occupe (55,55%) dans la mare de

« «Bouchtata 1» (11,11%) dans la mare de « Bouchtata 2 » et (33,33%) dans la mare de « Ramdan Djamel » (Figure 66)

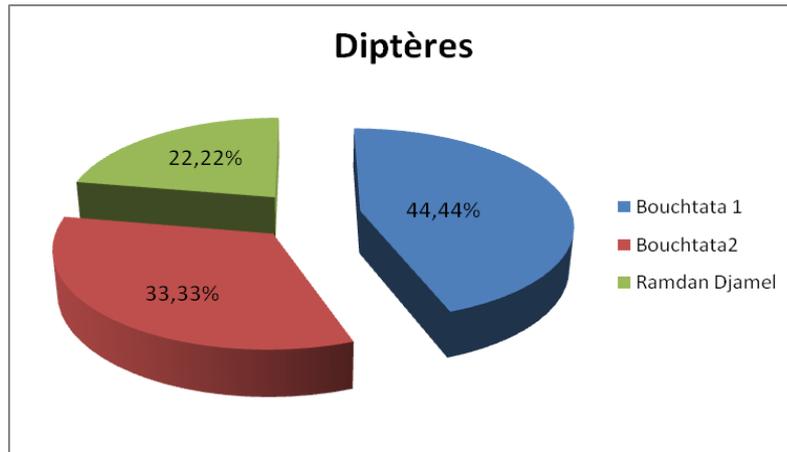


Figure 65 : L'abondance des Diptères par station

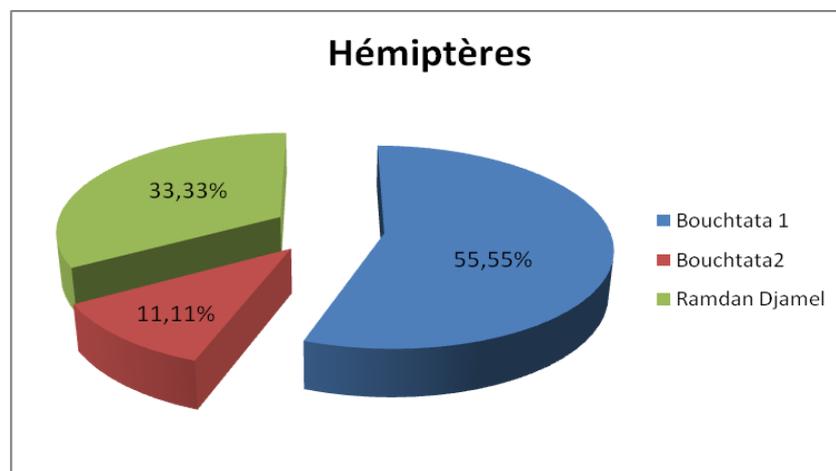


Figure 66 : L'abondance des Hémiptères par station

Les Achètes sont les plus faiblement représentés avec 1 seul individu par rapport aux 6051 spécimens récoltés durant la période d'étude. On remarque que les Achètes sont présents uniquement au niveau de la mare de « Beni bchir ».

4.4. La Richesse des principaux taxa

La richesse spécifique est de 7 taxons à « Bouchtata 1 », 7 taxons au niveau de « Bouchtata 2 », 8 taxons à « Ramdan Djamel » et 7 taxons à « Beni bchir » (Figure 67)

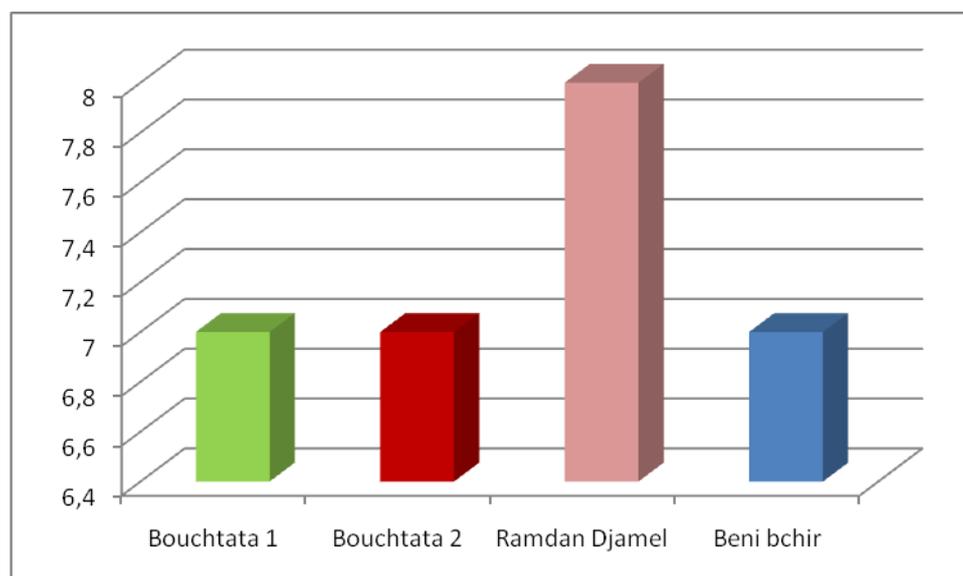


Figure 67 : La richesse spécifique des quatre stations

4.4.1 La Richesse mensuelle en taxa

- Dans la mare de « Bouchtata 1 » la grande richesse spécifique est notée au mois de Février avec 5 taxa alors que les mois de Décembre enregistrent seulement 3 taxons.
- niveau de la mare de « Bouchtata 2 » la richesse spécifique est enregistrée au mois Décembre, Janvier et Février avec 6 taxons.
- Dans la mare de « Ramdan Djame », la grande richesse est notée en Février avec 6 taxons, alors qu'aux mois de Décembre elle est de 5 taxa seulement.
- Au niveau de la mare de « Beni Bechir » la grande richesse spécifique est enregistrée au mois de Février avec 7 taxons, et 2 taxons seulement en Décembre (Figure 68).

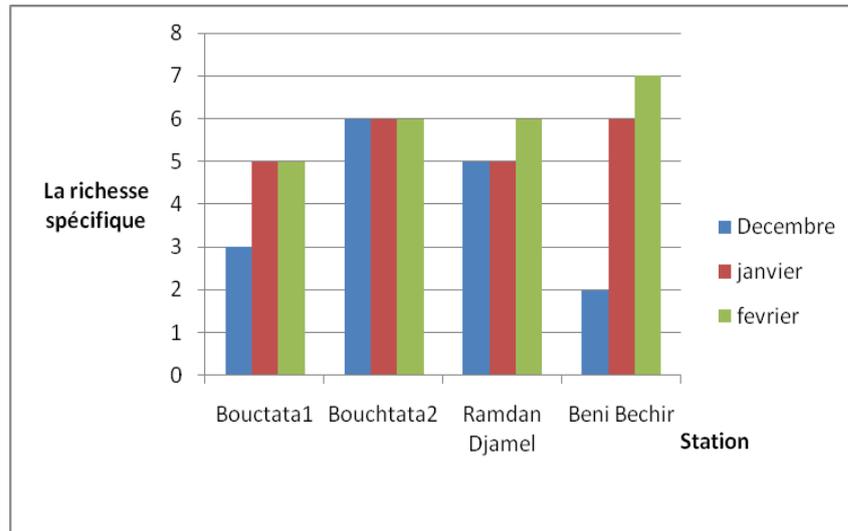


Figure 68 : La richesse mensuelle des quatre stations

5. La structure du peuplement :

5.1 L'indice de Shannon- Wiener et indice d'équitabilité: Cet indice permet de quantifier l'hétérogénéité de la biodiversité d'un milieu d'étude

- ✓ **La mare de Bouctata 1 :** C'est au mois de janvier que la valeur de l'indice de Shannon est la plus basse avec 0,53 bits. Au mois de décembre l'indice connaît une croissance et atteint 1,2. L'équitabilité qui est la structure d'abondance est plus élevée au mois de décembre 1 et diminue légèrement au mois de janvier pour atteindre la valeur minimale 0,44 au mois de Janvier (Tableau 25&Figure 69).

Tableau 30: Evolution de l'indice de Shannon-Wiener mensuel à la mare de Bouctata 1

Mois	Décembre	Janvier	Février
Indice de Shannon-Wiener (Bits)	1,2	0,53	0,83
Equitabilité	1	0,44	0,69

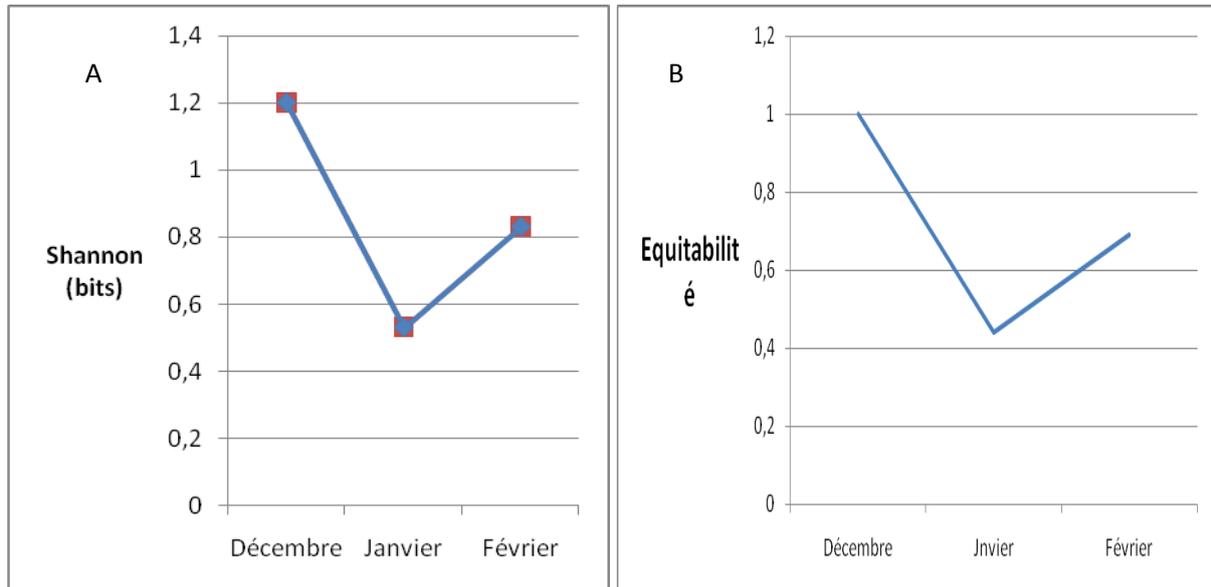


Figure 69: L'indice de Shannon A et d'équitabilité B à la mare de Bouchtata 1

- ✓ **La mare de Bouchtata 2 :** L'indice de Shannon maximum est $H = 1,95$ bits durant le mois de Février, la valeur minimale est notée dans le mois de décembre avec 0,12 bits. L'équitabilité suit avec une valeur maximale de 1 au mois de Février et diminue pour atteindre 0,06 en Décembre (Tableau 26 & Figure 70)

Tableau 31: Evolution de l'indice de Shannon-Wiener mensuel à la mare de « Bouchtata 2 »

Mois	Décembre	Janvier	Février
Indice de Shannon-Wiener (Bits)	0,12	0,8	1,95
Équitabilité	0,06	0,41	1

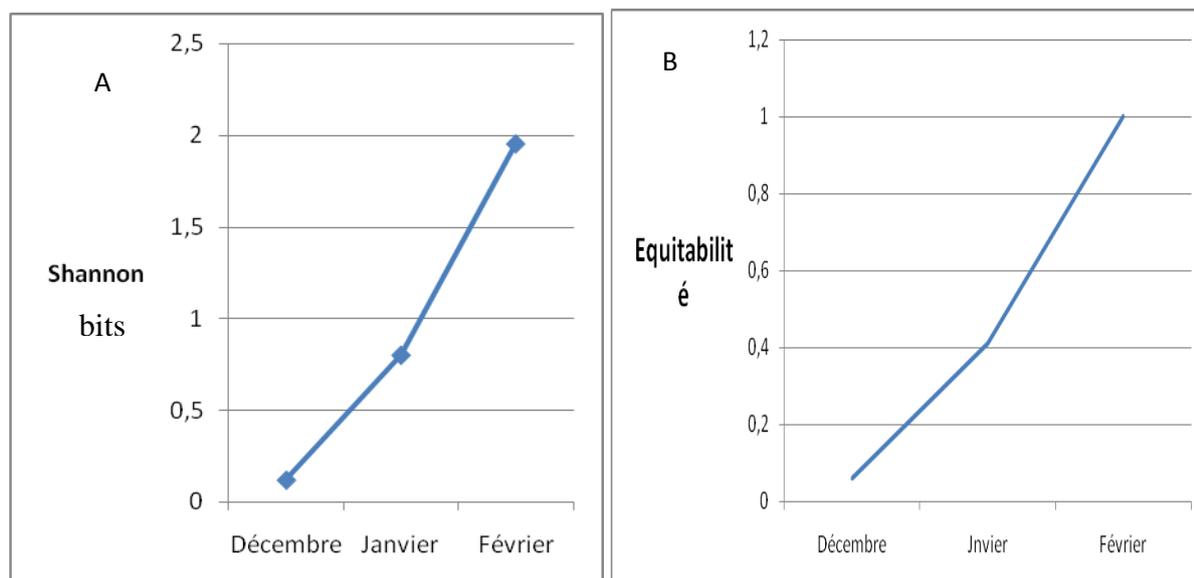


Figure 70 : L'indice de Shannon A et d'équitabilité B à la mare de « Bouchtata 2 »

- ✓ **La mare de Ramdan Djamel :** La diversité est minimale au mois de décembre avec 1,72 bits, et maximale au mois de février avec 2,43 bits .La valeur d'équitabilité maximale est notée au mois de décembre et février 1 et minimale au mois de janvier 0,7 (Tableau 27 & Figure 71)

Tableau 32 : Evolution de l'indice de Shannon-Wiener mensuel à la mare de Ramdan Djamel

Mois	Décembre	Janvier	Février
Indice de Shannon-Wiener (Bits)	1,72	1,99	2,43
Equitabilité	0,7	0,81	1

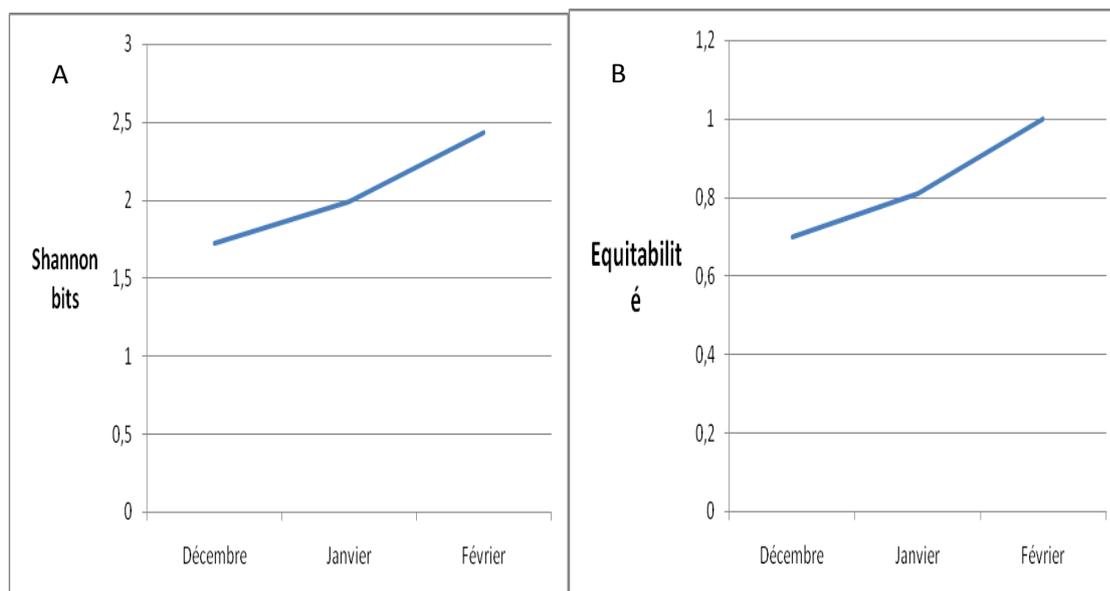


Figure 71 : L'indice de Shannon A et d'équitabilité B à la mare de Ramdan Djamel

- ✓ **La mare de Beni bchir :** La valeur maximale de l'indice de Shannon est notée au mois de février avec 1,61 bits, alors que la valeur minimale 0,4 bits au mois de décembre .L'équitabilité maximale est 1 au mois de Février, et minimale 0,24 au mois de décembre (Tableau 28 &Figure 72)

Tableau 33 : Evolution de l'indice de Shannon-Wiener mensuel à la mare de Beni Bechir.

Mois	Décembre	Janvier	Février
Indice de Shannon-Wiener (Bits)	0,4	1,49	1,61
Equitabilité	0,24	0,92	1

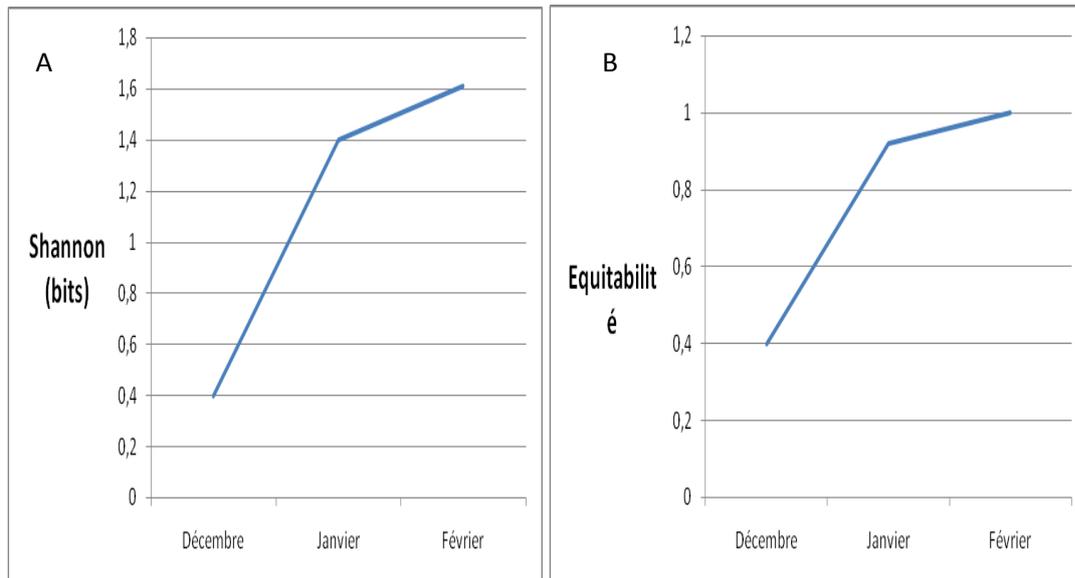


Figure 72: L'indice de Shannon A et d'équitabilité B à la mare de Beni Bechir

L'indice d'équitabilité (E) calculé par rapport d' H/H_{max} , il mesure l'équitabilité 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 consue centrée sur un seul taxon (dominance d'une seule espèce).

5.2 L'indice de Jaccard/Tanimoto:

Les résultats de cet indice indiquent que :

- La similarité dans les mares de « Ramdan Djamel», « Bouchtata 1 » et « Ramdan Djamel», « Bouchtata 2 » est très élevée avec huit familles en commun.
- Les mares de « Beni bchir»-« Ramdan Djamel » montrent aussi une forte similarité avec six familles en commun.
- Les mares de « Beni bchir »-« Bouchtata 1 » et « Beni bchir »-« Bouchtata 2 » indique une similarité forte un peut avec 5 familles en commun.

Tableau 34 : Indice de de jaccard-Tanimoto dans les quatre mares d'étude.

	Bouchtata 1	Bouchtata 2	Ramdan Djamel	Beni bchir
Bouchtata1	1			
Bouchtata2	0,75	1		
Ramdan Djamel	0,87	0,87	1	
Beni bchir	0,55	0,55	0 ,66	1

Conclusion

Le présent travail s'inscrit dans le cadre de l'évolution de la biodiversité des mares temporaire située dans la wilaya de Skikda en intégrant à la fois les paramètres physico-chimiques. Nous avons donc essayé dans cette étude de déterminer l'organisation spatiale et la structure des communautés d'invertébrés benthiques des stations étudiés en fonction des caractéristiques environnementales dégager des divers résultats :

Les paramètres physico-chimiques fournissent des indications sur la qualité de l'eau, La comparaison des moyennes au niveau de quatres stations étudiées a permis de savoir que la température et le pH sont favorables à la survie des espèces, la variation de l'oxygène entre les stations(la valeur la plus faible au niveau de « Ramdan Djamel » et la plus forte dans la mare de « Bouchtata 2 » cette variation peut être due à cause de la décomposition des organismes morts ou l'oxydation des composés chimiques rejetés par les activités humaines, les teneurs du nitrites et du nitrates indiquant des eaux de bonne qualité sauf dans la mare de « Beni bchir » une mauvaise qualité.

Notons par ailleurs, que les valeurs d'orthophosphate montrent une fluctuation entre des eaux de bonne qualité à « Bouchtata 1 » et « Ramdan Djamel » et médiocre dans les mares « Bouchtata 2 » et « Beni bchir ».En effet, ces orthophosphates sont doit d'origine organique ou minérale.

L'étude des macroinvertébrés nous a permis de rencontrer 6014 individus de macroinvertébrés benthiques répartir-en : Ephéméroptères (3314), Crustacés (2287), Hétéroptères (192), Odonates (93), Coléoptères (77), mollusques (32), Diptères et Hémiptères (09) et les Annélides (01).

Les macroinvertébrés ont une répartition inégale où la station « Bouchtata 1 » héberge plus d'individus avec 41% de l'abondance totale et bénéficie d'une grande abondance en crustacés par contre la station « Beni bchir » a été le site le plus pauvre en individus avec 6,1% de l'abodance globale.

Les Odonates occupent beaucoup plus la mares de « Ramdan Djamel » avec 48% du nombre total,tandis que dans la mare de « Bouchtata 1 » complètement inexistantes.

Les familles des Diptères et Hémiptères sont présentés par une abondance élevée dans la mare de « Bouchtata 1 », et elles sont complètement absentes dans la mare de « Beni bchir ».

Il est noté que toutes les stations échantillonnées hébergent des représentant des Ephémères qui sont considérés comme des éléments polluo-sensibles attestant d'une bonne qualité d'eau.

La position géographique, la surface des mares, ainsi que la pollution et les activités humaines jouent un rôle important dans la répartition et l'abondance, la diversité et la similarité entre les mares d'étude.

La faible richesse pourrait s'expliquer par la courte durée et la période d'étude à cause du confinement imposé. Il serait intéressant à la venir de prospecter de nombreux sites pour enrichir le présent inventaire pour son intérêt écologique.

Afin de mieux comprendre la complexité des relations faune-milieu et les impacts qu'induit l'homme, il serait utile de réaliser des prélèvements saisonniers pour compléter l liste faunistique concernant les espèces hivernales.

Encourager la détermination jusqu'à l'espèce pour avoir une vision plus exacte.

Il convient donc de doter les institutions en charge des milieux aquatiques, d'outils appropriés pour mieux comprendre et gérer durablement ces écosystèmes dans toute leur complexité.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

Références bibliographiques

 **Abdellioui, S., Merzoug .S., Houhamdi ,M.** Etude la qualité microbiologique d'un écosystème lotique .Cas de l'Oued El Kebir Ouest (Skikda, Nord-Est algerien) Département des sciences de la nature et de la vie. Univ d'Om el bouaghi .5-7 Novembre 2013.

 **Abdellioui, S. 2017 .** Ecologie des Grébes et du fuligule nyroca au niveau de Garaet Hadj-Tahar (Complexe de Guerbes- Senhadja, Skikda ,Nord Est de l'Algérie. Thèse de doctorat : université Larbi Ben Mhidi Oum El Bouaghi. 199p

 **ABH , 2006.** Agence des bassins hydrographiques de Constantine, Annaba et Skikda ,2006 . Document inédits.

 **Abri, S. 2017.** Structure et écologie des canards plongeurs (Anatidés) dans les zones humides de guèbres-Sanhadja (wilaya de Skikda- Nord-est de l'Algérie)., **thèse Doctora, univ Souk Ahras** 117p

 **Acreman M., 2000.** L'hydrologie des zones humides. Collection conservation des zones humides méditerranéennes. Tour du Valat. 112 p.

 **Aissata, S & Fodé, K & Mouhamed, V. 2018.** Faunistique et l'écologie des macroinvertébrés des cours d'eau du Mali. univ Guelma. 99p.

 **Amiour, A. 2005 .** Les zones préférentielles de la mondialisation en Algérie .Exemple de Skikda .; science de la terre . Université Mentouri Constantine. 156p

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

📖 **Baïlo Ndiaye, A. 2010.** Le suivi des Odonates, Projet de démonstration Bassin du fleuve Gambie 47p

📖 **Beaudry T., Monique T.H. 1984.** Chimie des eaux, édition. Les griffons d'argiles, 1ère, édition, INC Canada.

📖 **Bedoud, D. 2018.** Contribution à l'inventaire des macro invertébrées de la région de Guelma, mémoire de master, université 8 mai 1945 Guelma, 49p.

📖 **Beaumont A. & Truchot J.P., 2004-** Biologie et physiologie animale. Ed. Dunod. Paris.493, pp. 84-86.

📖 **Belloum, A. 1993.** Hydrologie agricole en Algérie une double problématique.25/12/2009

📖 **Ben Rabah, S. 2006.** Etat actuel des ressources en eau dans la wilaya de Skikda . Mémoire de magister : université Badji Mokhtar Annaba.150p

📖 **Benrabah , S; Bousnoubra,H ; Kherici, N ; Cote,M .10/10/2010.** Caractérisation de la qualité des eaux de l'oued el kebir ouest Dans une région littorale, accidentée et pluvieuse.

📖 **Bensaidi, F & Kirane, A. 2014.** Etude des macroinvertébrés de l'Oued Seybouse. Mémoire de Master. Université 08 Mai 1945 Guelma. 99p.

📖 **Boucenna, N. 2012** . Ecologie des mares temporaires des Numidie (2009-2010) .
Thèse de Doctorat. Université 08 Mai 1945 Guelma.99p.

📖 **Boue ,H.& Chanton,R. ,1978.**Zologie Invertébrées.,Paris.30-39P .

📖 **Bouhala, Z. 2012.** Contribution à l'étude des macroinvertébrés d'Oued Charef (Oued Seybouse). Mémoire de Magister en biologie Université 08 Mai 1945 Guelma136p

📖 **Bouchelaghem, E. 2008.** Caractérisation du peuplement Odonatologique du bassin versant des Oueds : Charef-Seybouse, Mémoire de Magister, Université 8 Mai 1945 Guelma. 141p

📖 **Boulinier,T ;James D . N. ; Sauer , J.R; Hines, J. E ; Pollock K.H. 1998.**
Estimating species richness : the importance of heterogeneity in species detectability.
Ecology 79(3),1018,1998 .

📖 **Chafai, H & Selamia, C .2018.** Les macro invertébrés benthiques des eaux douces de la Numidie Occidentale Nord-Est algerien, thèse mémoire de master, université 8mai 1945 Guelma. 50p

📖 **D'aguilar, J & Dommaget, J .1985.** Guide des libellules d'Europe et d'Afrique du Nord, Université de Cornell, 2ème édition Delachaux et Niestlé, Paris

📖 **Dajoz, R. 1985.** Précis d'écologie. Dunod., Paris, 505 p.

📖 **Dajoz R. 2006.** Précis d'écologie. Dunod, Paris.

📖 **Direction générale des forêts. 2004.** Atlas IV des zones humides algériennes d'importance international. Ed. Diwan. 105 p.

📖 **Djebnoui, A & Nouar, M. 2015.** Contribution de l'étude de macroinvertébré de la Haute Seybouse, Mémoire de Master. Université de Guelma. 60p

📖 **Douzi, A. 2017.** Contribution à l'étude des Mollusques Bivalves dans le littoral de Honaine (Wilaya de Tlemcen), mémoire de master en Sciences de la Mer, université de ABOU BEKR BELKAID TLEMCEN, p7,8

📖 **FOUZARI A. 2009.** Contribution à l'étude des macroinvertébrés de Oued Seybouse Diptera, Coleoptera et Gasteropoda. Mémoire de Magister. Université de Guelma. 164 p.

📖 **Frank J., Kemmer N., 1992.** Manuel de l'eau. Édition : Lavoisier.

📖 **George C., Harrap , Day, E.H 1963.** The chemical elements in nature. London, U.K.

📖 **Goaziou, 2004;** d'évaluation de l'intégrité biotique du milieu aquatique basées sur les macro invertébrés benthiques. Rapport de stage. Direction du suivi de l'état de l'environnement, Environnement Québec, 157 p

📖 **Goaziou, Y. 2009.** Methodes d'évaluation de l'intégrité biotique du milieu aquatique basées sur les macroinvertébrés benthiques _Rapport de stage _ environnrmrnt Québec, Direction de suivi de l'état de l'environnement, 37p.

📖 **Grasse, p.p, 1963.** Zoologie1. Librairie Galimard. ed, France., 1024p.

📖 **Hakmi, A. 2006.** Traitement de l'eau de la source Bousfer Oran .Mémoire de Licence. Université des sciences et de la technologie Oran.

📖 **Haouchine, S. 2011 .** Recherche sur la faunistique et l'écologie des macro-invertébrés des cours d'eau de kabylie. Mémoire de magister , université de Tizi Ouzou 105p .

📖 **Houmeur, Z et Bendada, M. 2016.** Contribution à l'étude des macroinvertébrés de Bouhamdane,mémoire de master,univ Guelma. 99p

📖 **Jourde, P. 2005.** Les libellules de Charente-Maritime. Bilan de sept années de prospection et étude des Odonates, 1999 - 2005. Ann. Soc. Sci. Nat, Charente-Maritime, supplément décembre 2005, 1-144.

K 📖 **AddourI, A. 2016.**Contribution à l'étude des Mollusques Bivalves dans la plage de Maset Ben M'hidi (Wilaya de Tlemcen) .Mémoire de Master en Hydrobiologie marine et continentale. Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen.56 p.

📖 **Khammar, C. 1980.** Contribution à l'etude hydrogéologique de la vallée de l'oued Kebir Ouest. Wilaya de Skikda. Algérie. Thèse de Doctorat 3ème cycle. Universite de Grenoble, France 174p

📖 **Kaushal, S.S. ; Likens ,G.E. ; Jaworski, N.A. ; Pace, M.L; Sides, A.M. ; Seekell, D.; Belt K.T. ; Secor, D.H. ; & Wingate, R.L. 2010.** Rising stream and river temperatures in the United States. Frontiers in Ecology and the Environment, November, Vol. 8, No. 9: 461-466.

📖 **KHELILI, R., LAZALI, .D.2015.** Etude des propriétés physico-chimiques et bactériologiques de l'eau du barrage Harraza (Wilaya de Ain Defla),mémoire de master,univerité de Batna.104p

L 📖 **amark J., (2003).** Article « les Mollusques » nouveau dictionnaire d'histoire de la nature.

📖 **Maisait, J.; Baehr, J.L.; Pecaud, J.L. 2005.** Biologie animale : invertébrés. 2ème Edition. Dunod. Paris.

📖 **Marre, A. 1992.** Le Tell Oriental de l'Algérie de Collo à la frontiere Tunisienne, étude géomorphologique, volume 1, OPU Alger, Algérie, 100-123.

📖 **Maxence,F&Chloé,M & Stylve,M.** Atlas des macroinvertébrés des eaux douces de l'île de la Réunion.November. 2015.139p.

📖 **Metalaoui, S. 1999.** Etude écologique des mares endoréiques et temporaires. Thèse de Magister. Université Badji Mokhtar Annaba. 131 p.

📖 **Metellaoui,S. &t Houhamdi, M.2010.**Biodiversité et écologie de l'avifaune aquatique hivernante dans Garaet Hadj Tahar (Skikda, Nord Est algérien).hydroécologie appliqué.Tome17 ,pp 1-16 .

📖 **Moisan, J. 2006.** Guide d'identification des principaux macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec, surveillance volontaire des cours d'eau peu profonds,direction de de suivi de l'état de l'environnement,ministère du développement durable,de l'environnement et le parc,ISBN :978-2-550-58416-2

📖 **Moisan , J. 2010.** Guide d'identification des principaux macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec, 2010 - Surveillance volontaire des cours d'eau peu profonds.

📖 **Moisan, J. ; Pelletier, L. 2011.** Protocole d'échantillonnage des macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec, Cours d'eau peu profonds à substrat meuble 2011, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, ISBN : 978-2-550-61166-0 (PDF).

📖 **Maissait, J.; Baehr, J.L. ; Pecaud, J.L. 2005.** Biologie animale : invertébrés. 2ème Edition. Dunod. Paris.

📖 **Nathalie, M.2017 .** Guide d'identification de la macrofaune benthique des cours d'eau de la Nouvelle-Calédonie,these de doctora,univ de toulouse,226p

📖 **Neveu, A. 2001.** Les invertébrés aquatiques, bioindicateurs de perturbations. Détermination de la qualité des cours d'eau par l'IBGN. In Neveu A., Riou C.,

Bonhomme R., Chassin P. et Papy F. (eds.), L'eau dans l'espace rural vie et milieux aquatiques, Universités Francophones. INRA Editions. Paris. p 223-229

 **R**ejsek, F. 2002. Analyse des eaux : Aspects réglementaires et technique. Sceran. Paris.

 **Richoux, P. 1982.** Introduction pratique à la systématique des organismes des eaux continentales françaises. Coléoptères Aquatiques (Genres : Adultes et Larves). Bulletin mensuel de la Société Linnéenne de Lyon. 4 : 105-128 ; 8 : 257- 272 ; 9 : 289-304.

 **Robert, A. 1963.** Les libellules du Québec, Service de la faune, Bulletin (1). 236 p

 **Rodier, J. 1996.** L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer, chimie, physicochimie, microbiologie, biologie, interprétation des résultats. Dunod.

 **SAHRAOUI, N. 2015.** Etude de la cohérence entre la vulnérabilité à la pollution de la qualité des eaux souterraines de la plaine Khemis Miliana. Mémoire de Master en Eau et Bioclimatique. Université Khemis Miliana .66p

 **Samraoui, B. ; Boudot, J-P. ; Ferreira, S. ; Riservato, E. ; Jovic, M. ; Kalkman, V.J.; Schneider, W.2010.** The status and distribution of Dragonflies. in : Garcia, N.et al, The status and distribution of Freshwater Biodiversity in Northern Africa, Chap. 5. IUCN Red List of Threatened Species, Regional Assessments. Gland, Switzerland, Malaga Spain, pp 51-70.

 **Satha, A. 2008.** Caractérisation du peuplement Odonatologique des bassins versants de Bouhamdane et Seybouse, Thèse de Magister, Université 8 Mai 1945 Guelma, 11 p.

 **Satha, A. 2017.** Contribution à l'étude comparative des peuplements Odonatologiques des oueds du Nord-Est algérien, Thèse de Doctorat, Université 8 Mai 1945 Guelma, 191p.

 **T**achet, H.; Richoux, P.; Bournaud, P. & Usseglio-Polatera, P. 2010. Invertébrés d'eau douce. Systématique, biologie, écologie. CNRS Editions. 607p.

 **Tachet, H., Richoux, P., Bournaud, M., & Usseglio- Polatera. 2000.** Invertébrés d'eau douce systématique, biologie, écologie. CNRS, Paris. 588 p.

 **Tanjir, L.** Le renforcement des capacités de stockage : Une gestion à la crise d'eau à Skikda . Université du 20 Août 1955. Faculté des sciences de l'Ingénieur. Département de biologie. Laboratoire d'Ecotoxicologie-LLET-B.P26,26.

 **Tefiani, N. 2017.** Centre antipollution marine à Skikda . Mémoire de Master : université Abou Bekr Belkaid de Telemcen . 117p

 **Z**arouel, R. 2014. Etude des macroinvertébrés dans les hauts plateaux d'Om El bawaghi. univ Guelma. 56p.

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

 **Zeghba, N. 2014.** Les ressources génétiques de l'olivier dans la wilaya de Skikda : production et contraintes , mémoire de magister, univ Skida. 187p.

 **Zeghmoum Benslimane, N. 2012.** Etude comparative de l'écologie de quatre dépressions dunaires du nord-est algérien. Mémoire de Magistère . Université du 8 mai 1945 Guelma, 103p.

WEBOGRAPHIE :

- [1] : [www .centre.de.developpement-durable.gouv.fr](http://www.centre.de.developpement-durable.gouv.fr) (Consulté le 30/05/2020).
- [2] : <http://fracademic.com/dic.nsf/frwiki/2030977> (Consulté le 30/05/2020).
- [3] : [www .opie-benthos .fr](http://www.opie-benthos.fr) (Consulté le 31/05/2020).
- [3] : <http://dx.doi.org/10.1051/kmae:1985001> (Consulté le 31 /05/2020) .
- [4] : [http://dspace.univguelma.dz:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/619/ Odonologie %20BAAOUDJ.pdf? sequence=1&isAllowed=y](http://dspace.univguelma.dz:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/619/Odonologie%20BAAOUDJ.pdf?sequence=1&isAllowed=y) (Consulté le 31/05/2020).
- [5] : http://horieon.documentation.ird.fr/pleins_textes_6/Idt/00570.pdf (Consulté le 31/05/2020)
- [6] : http://levieuxmoucheur.free.fr/Textes/Textes_documents/Textes_entomologie/Reconnaitre_larves_et_adultes_d%27ephemeropteres.htm
http://levieuxmoucheur.free.fr/Textes/Textes_documents/Textes_entomologie/Reconnaitre_larves_et_adultes_d%27ephemeropteres.htm (Consulté le 1/06 /2020)
- [7] : http://nature22.com/odonates22/22pour_commencer/pour_commencer.html (Consulté le 1/06/2010)
- [8] : <https://www.aquaportail.com/fiche-invertebre-3355-asellus-aquaticus.html> (Consulté le 1/06/2010)
- [10] : [http://ephytia.intra.fr/fr/C/7602/Info- Bioagresseurs-Morphologie-generale-des-larves12](http://ephytia.intra.fr/fr/C/7602/Info-Bioagresseurs-Morphologie-generale-des-larves12) : [www .didier-pol .net](http://www.didier-pol.net) (Consulté le 1/06/2010)
- [11]: https://www.google.com/search?q=photo+des+larves+de+dipt%C3%A8res+benthiques+pdf&tbm=isch&chips=q:photo+des+larves+de+dipt%C3%A8res+benthiques+pdf,online_chips:macroinvert%C3%A9s+benthiques&rlz=1C1EJFB_enDZ865DZ865&hl=fr&ved=2ahUKEwi--7aYuOHpAhWLw4UKHbYjADgQ4IYoAnoECAEQFw&biw=1007&bih=423#imgrc=yCWh1lBHWgoqvM&imgdii=9vEBwHKVqpUuMM. (Consulté le 2/06/2010)
- [13] : (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

Web photos :

 [9]:

http://www.iun.org/sites/dev/files/import/downloads/module_odonates_fr.pdf (Consulté le 1/06/2010)

 [12]:

http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/macroidvertebre/benthos/index.htm' (Consulté le 2/06/2010)

ملخص:

يتمثل هذا العمل في المساهمة في دراسة و مراقبة بيولوجية لجودة المياه في برك ولاية سكيكدة والتي تتميز بمناخ البحر الأبيض المتوسط شبه الرطب. مدة جمع العينات تمت في مدة ثلاثة أشهر ما بين ديسمبر 2019 و فيفري 2020 و لهذا الغرض تم اكتشاف أربع محطات.

تتكون الحيوانات التي تم تحديدها في هذا العمل من 6051 فردا ينتمون إلى ثمان (8) مجموعات حيوانية (شعيريات الأجنحة, متغيرات الأجنحة, ذوات الجناحين, عمديه الأجنحة, اليعسوب, القشريات و الرخويات).

أظهرت المؤشرات المختلفة المستخدمة مثل مؤشر الثراء, التنوع الخاص بشانون و التشابه الخاص بجاكار أن البرك المدروسة لها تنوع منخفض إلى متوسط وجيد

أما بالنسبة لتقييم نوعية المياه باستخدام التحليل الفيزيوكيميائية فقد أظهرت تباينا في نوعية المياه بين المتوسط و الجيد و التي ترجع أساسا إلى عوامل بيئية و بفعل نشاط الإنسان.

الكلمات المفتاحية: اللافقاريات, بركة, التنوع البيئي, نوعية المياه, ولاية سكيكدة.

Résumé :

Le présent travail porte sur la contribution et le suivi de la structure des macroinvertébrés benthiques et de la qualité des eaux des mares de la wilaya de Skikda qu'elle se caractérise par un climat méditerranéen sub-humide. La période d'échantillonnage s'étend sur trois (3) mois du Décembre 2019 à Février 2020, et pour cela quatre (4) stations ont été prospectés.

La faune représentée dans ce travail se compose de 6051 individus appartenant à huit (8) groupes taxinomiques (éphémères, diptères, coléoptères, hémiptères, hétéroptères, odonates, crustacés et mollusques).

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

Quant à l'évaluation de la qualité des plants d'eau par des analyses physico-chimiques à montré une légère variation de la qualité de l'eau de passable au bonne, qui est principalement dû aux facteurs du milieux et aux activités humaines.

Mots clés : macroinvertébrés benthiques, mare, biodiversité, qualité de l'eau, wilaya de Skikda.

Abstract :

This research focuses on the contribution and monitoring of the structure of benthic macroinvertebrates and the water quality of the four ponds of Skikda department, which is characterized by a wet Mediterranean climate. The sampling period extends over three (3) months from December 2019 to February 2020;

We identified 6051 individuals belonging to eight (8) taxonomic groups (Ephemera, Diptera, Coleoptera, Hemiptera, Heteroptera, Odonata, Crustaceans and Molluscs).

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 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.

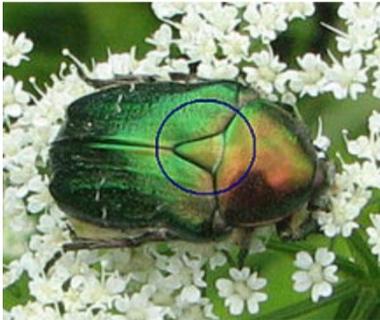
Key words: benthic macroinvertebrate, pool, biodiversity, water quality, State of Skikda.

Glossaire

- ❖ **Dystrophe** : C'est le nom scientifique des « lacs bruns », riches en acide humique, pauvres en bactéries actives et ayant la lente évolution chimique d'une tourbière; donc c'est l'état extrême de l'eutrophisation.
- ❖ **Holométabole** : Un super-ordres d'insectes parfois dénommés endoptérygotes, qui constituent une catégorie d'insectes qui passent de l'état de larve à celui de nymphe, puis d'adulte. Dans ce cas la larve ne ressemble pas aux adultes et passe par une métamorphose complète au cours d'un stade immobile : la nymphe.
- ❖ **Métapneustique** : Désigne la larve aquatique d'insecte dont les trachées sont trop réduites pour conduire l'oxygène. La respiration alors transtégumentaire (respirer à la surface de l'eau).
- ❖ **Parathénogenèse** : est la division à partir d'un gamète femelle non fécondé. C'est un mode de reproduction monoparental comme l'autofécondation qui nécessite quant à elle l'intervention des deux gamètes, males et femelles, apportés par le même individu hermaphrodite.
- ❖ **Ptychopteridae** : Forme une famille d'insectes diptères nématocères.



- ❖ **Scutellum** : Appelé aussi écusson est une partie du thorax des insectes, situé à la jonction des élytres chez les coléoptères, et entre les points d'insertion des ailes, de forme triangulaire ou arrondie, est un élément utilisé pour l'identification de nombreuses espèces.



- ❖ **Tanker** : Un navire-citerne est un type de navire chargé utilisé pour le transport de liquides en vrac, dans de grandes citernes ou cuves. Les principaux types de navires citernes transportent du pétrole des produits chimiques ou encore du gaz, ils peuvent aussi transporter de l'huile, du vin ou encore du sucre liquide.

Annexes

✓ **Annexe 1 : Calendrier des sorties**

Station	Sortie	Date
Bouchtata 1	Première	27/12/2019
	Deuxième	23/01/2020
	Troisième	29/02/2020
Bouchtata 2	Première	27/12/2019
	Deuxième	23/01/2020
	Troisième	29/02/2020
Ramdan djamel	Première	27/12/2019
	Deuxième	23/01/2020
	Troisième	29/02/2020
Beni bchir	Première	27/12/2019
	Deuxième	23/01/2020
	Troisième	29/02/2020

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

3.1 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) de sodium (nitroprussiate de sodium) .

Réactifs :

1-Eau exempte d'ammonium.

2-Réactif coloré (Réactif I):

Peser 13g + ou- 1g de salicylate de sodium, 13g +ou1g 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 de sodium dans 50 ml d'eau distillée , + 0,2g +ou- 0,002g de dichloroisocyanuratedihydraté . Dissoudre dans 100 ml d'eau distillée . Conserver dans un récipient en verre brun .

4- Solutions étalons :

chlorures d'ammonium (NH₄)₂SO₄ ou le sulfate d'ammonium

Etalonnage :

Courbe d'etalonage :

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

[NH₄]^{en} mg/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(réactifI) . ; 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 .

3.2. 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)-éthylènediaminedichlorohydraté un colorant azoïque rouge.

3- REACTIFS :

Solution du réactif :

20g de Sulfamide,(C₆H₈N₂O₂S) a dissoudre dans un mélange de 50ml d'acide phosphorique (d=1,71g/ml=85% de masse) et 250 ml d'eau distillée. Dans cette solution dissoudre 1g de N-(1-naphtyl)-éthylènediamine-dichlorohydraté (C₁₂H₁₆CL₂N₂)



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 0 C au frigo.

-Solution d'acide phosphorique :

Dans une fiole jaugée de 250 ml, dissoudre 25 ml d'acide phosphorique (d= 1,71g/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 ± 0,0002 de Nitrites de Sodium (NaNO₂), sécher pendant 2 heures à 105 0C dans 750 ml d'eau distillée compléter à 1L. 1ml=100gr= 0,1mg de NO₂-N.

Cette solution est stable pendant 1 mois à l'obscurité et à 40 c.

4- PRELEVEMENT ET PREPARATION DES ECHANTILLONS.

Conserver l'échantillon à 40C 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 :

\$ fille 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.

3.3.Dosage des nitrates NO₃ - méthode au salicylate de sodium

1-Principe :

En présence de salicylate de sodium, les nitrates donnent du paranitrosionate 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
\$ étalon 5 mg/l.	0	1	2	5	10
Eau distillée	10	9	8	5	0
\$ 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.

-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.

3.4.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 30

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

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

4. solution mère d'orthophosphate à 50mg/l PO₄ 3- :

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

A 105 0 c

- K₂HPO₄.....0,281 g - 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 PO₄ 3

- 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 m	0,3	0,6	1,2	2,4	4,8
Qsp 40 ml eau distillée	40	40	40	40	40	40
Mg/l de P	0.0	0,0015	0,03	0,06	0,120	0,240
Mg/l de PO₄³⁻	0.0 0,0918	0,0459	0,0918	0,1836	0,3672	0,7340

$$PO_3 = 3.06 \times \text{Formule : P } 4$$

Acide ascorbique	1 ml					
Réactif – mélange	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.

✓ Annexe 2 Paramètres physico-chimiques :

• La température des mares :

Station	DEC	JAN	FEV
Bouchtata 1	13,2	12,8	14,5
Bouchtata 2	13,6	13,9	21,5
Ramdan Djamel	18,9	14,2	23,4
Beni bchir	17	13,5	22,8

• L'oxygène dissous

Station	DEC	JAN	FEV
Bouchtata 1	0,17	0,03	0,05
Bouchtata 2	0,23	0,14	0,09
Ramdan Djamel	0,14	0,02	0,13
beni bchir	0,12	0,10	0,12

• Conductivité

Station	DEC	JAN	FEV
Bouchtata 1	684	509	753
Bouchtata 2	510	355	699
Ramdan Djamel	815	431	1024
Beni bchir	555	310	896

- **pH**

Station	DEC	JAN	FEV
Bouchtata 1	7,5	7,82	7,94
Bouchtata2	7,3	7,89	7,47
Ramdan Djamel	7,78	7,83	7,81
Beni bchir	7,33	7,79	7,56

- **Turbidité**

Station	DEC	JAN	FEV
Bouchtata1	4,27	7,82	8,34
Bouchtata2	2,36	9,46	7,5
Ramdan djamel	4,32	6,13	6,75
Beni bchir	4,33	6,14	7,1

- **Nitrites :**

Station	DEC	JANV	FEV
Bouchtata 1	0,29	0,27	0,19
Bouchtata2	0,734	0,692	1,01
Ramdan djamel	1,02	0,962	0,26
Beni bchir	1,263	1,783	1,98

- **Nitrates :**

Station	DEC	JAN	FEV
Bouchtata 1	7,92	6,82	7,35
Bouchtata 2	9,27	10,1	9,82
Ramdan Djamel	7,43	5,84	6,91
Beni bchir	12,61	11,22	13,08

- **L'ammonium :**

Station	DEC	JAN	FEV
Bouchtata 1	0,98	0,78	0,79
Bouchtata 2	1,05	0,88	1,23
Ramdan Djamel	0,23	0,45	0,33
Beni bchir	2,89	3,02	3,44

- **L'orthophosphates :**

Station	DEC	JAN	FEV
Bouchtata 1	0,22	0,19	0,2
Bouchtata 2	0,98	1,02	1,12
Ramdan djamel	0,17	0,15	0,16
Beni bchir	1,36	1,33	1,5

- **DBO5 :**

Station	DEC	JAN	FEV
Bouchtata 1	5	3	3
Bouchtata 2	7	4	3
Ramdan djamel	3	3	2
Beni bchir	4	6	3

- **Le calcium :**

Station	DEC	JAN	FEV
Bouchtata 1	59,9	64,3	60,16
Bouchtata 2	188	167,1	175
Ramdan djamel	53,88	49,2	44,9
Beni bchir	193,7	150,6	175

- **Le magnésium :**

Station	DEC	JAN	FEV
Bouchtata 1	33	31	42
Bouchtata 2	86,9	99	74
Rmdan djamel	31	34	39
Beni bchir	88	94	102

- **La profondeur :**

Station	DEC	JAN	FEV
Bouchtata 1	60	57	59
Bouchtata 2	52	50	59
Ramdan Djamel	61	57	53
Beni bchir	51	53	50

- **La largeur :**

Station	DEC	JAN	FEV
Bouchtata 1	8	8	7
Bouchtata 2	6	6	6
Ramdan Djamel	9	8	7
Beni bchir	6	7	7

✓ **Annexe 4 : 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

Annexe 5 : 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.

Annexe 6: 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