

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



Mémoire En Vue de l'Obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie
Filière : Sciences Biologique
Spécialité/Option : Biodiversité et conservation de la zone humide
Département : Ecologie et Génie de l'Environnement

Caractérisation physicochimique des eaux du marais de Bourdim (EL-Taraf)

Présenté par :
- Ansli Bouchra

Devant le jury composé de :

Président : Mr . Kaché . S	Pr	Université de Guelma
Examineur : Mme . Laouar .H	M.A.A	Université de Guelma
Encadreur : Mme. Ibencherif . H	M.C.B	Université de Guelma

Juin 2016

Remerciements

Avant tout ; merci à Dieu de m'avoir donné la force et le courage de mener à bout ce travail de recherche.

Je tiens à exprimer mes sincères remerciements à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.

Mes remerciements et ma gratitude, vont aussi à ma directrice de mémoire, Mme Hayette IBNCHERIF, pour son encadrement et surtout sa patience avec moi tout au long de la réalisation de ce mémoire.

Aussi, je tiens à exprimer ma gratitude à tous mes enseignants en graduation et en post-graduation pour leurs engagements et conseils assidus dans les phases les plus difficiles du cursus.

Je remercie tout particulièrement, les membres du jury qui ont accepté de lire et de critiquer objectivement mon travail : Monsieur le Professeur Kaché.S. et madame Laouar . H (M.A.A)

Mes remerciements les plus sincères à le professeur M . Benslama M et la technicienne de laboratoire Mme Meriem de l'université Badedji Moukhtar Annaba pour bien avoir voulu mettre à ma disposition tout le matériel nécessaire en réactifs et instruments pour les analyses physico chimiques dans les meilleures .

Je dédie ce modeste travail :

Aux être les plus chers dans ma vie, mes parents, qui m'ont toujours poussés à aller vers l'avant, qu'il trouve ici l'expression de ma profonde reconnaissance éternelle pour tout ce qu'ils m'ont donné, pour leur amour, leur encouragement, et leur conseils, aucun remerciement ne serait leur exprimer, à sa juste valeur, mon profond amour et mon dévouement.

A mon marie Omar, qu'il trouve ici l'expression de ma profonde reconnaissance pour sa présence à mes côtés, pour sa patience, ses encouragements, et pour son aide précieuse.

A mes chères frères et sœurs : Yacine ; Douaa ; Bassemala ; mon ami Hourya et tous mes famille.

A mes beaux-parents, et à tous les membres de ma belle-famille, qu'ils sachent que je leur suis reconnaissante pour le soutien moral.

SOMMAIRE

Introduction

Chapitre I : généralités sur l'eau.

1.1.Introduction.....	01
1.2.Le cycle de l'eau.....	01
✓ Evapotranspiration.....	02
✓ Précipitations.....	02
✓ Ruissellement.....	03
✓ Infiltration.....	03
1.3. Etat et répartition de l'eau dans le monde.....	03
1.3.1. Les ressources hydriques.....	04
❖ Les eaux de pluies.....	05
❖ Les sources d'approvisionnement en eau.....	05
❖ Les eaux de surface.....	05
❖ Les eaux souterraines.....	06
1.4. Situation actuelle des ressources en eau en Algérie.....	07
❖ L'eau de surface.....	08
❖ Les eaux souterraines.....	08
1.5. Utilisation des eaux.....	09
1.5.1. Usage agricole.....	09
1.5.2. Usage domestique.....	09
1.5.3. Usage Industriel.....	09
1.5.4. Usage municipal	10
1.6. La composition minérale de l'eau.....	11
1.6. Propriétés physiques de l'eau et leur signification sur le plan écologique	12

Chapitre II : Matériels et Méthodes

2.1. Présentation de la zone d'étude.....	13
2.1.1. Situation géographique.....	13
2.1.2. Situation géologique.....	14
✓ Le tertiaire.....	14
✓ Le quaternaire.....	14
✓ La tectonique.....	14
2.1.3. Situation géomorphologique.....	15
2.1.4. Situation hydrologique.....	16
2.1.5. Situation climatique.....	16
✓ La période sèche	16
✓ Le quotient pluviométrique d'Emberger.....	16
2.1.6. La couverture pédologique.....	18
✓ La végétation.....	18
2.2. Présentation des points de prélèvement.....	22
2.2.1. Situation géographique.....	22
2.3. Technique d'échantillonnage.....	22
2.3.1 Méthodes de prélèvement	22
2.3.1.1 Choix du contenant	23
2.3.1.2 Conservation des échantillons	23
2.3.2. Méthodes d'analyses.....	23
2.3.2.1 Examens préliminaires	23
a- Filtration	23
b- Détermination des matières en suspension (MSE)	23
c-Détermination du résidu sec	23
2.3.2.2. Mesures physico-chimiques	23
a- pH (mesure électrométrique).....	23
b-La conductivité électrique.....	24
2.3.2.3. Mesures chimiques	24
a-Dosages des anions	24

Les carbonates (CO_3^-) et les bicarbonates (HCO_3^-)	24
Le Les sulfates (SO_4^-)	24
les chlorures (Cl^-)	24
Les composés phosphorés	24
b- Dosages des cations.....	24
Le calcium (Ca^{++}) et le magnésium (Mg^{+2})	24

Chapitre III : Résultats et Discussion

3.1. Résultats des analyses physicochimiques.....	26
3.1.1. Mesure du pH.....	26
3.1.2. Mesure de la conductivité électrique ($\mu\text{S}/\text{cm}$).....	27
3.1.3. Mesure des matières en suspension (mg/l).....	28
3.1.4. Mesure des résidus secs (mg/l)	29
3.1.5. Mesure des chlorures (Cl^-).....	29
3.1.6. Mesure des Sulfates (SO_4^{2-}).....	30
3.1.7. Mesure des carbonates (CO_3^-)	31
3.1.8. Mesure Bicarbonates (HCO_3^-).....	32
3.1.9. Mesure des Ortho phosphates.....	33
3.1.10. Mesure du magnésium (Mg^{++}).....	34
3.1.11. Mesure du Calcium (Ca^{++}).....	35
Discussion générale.....	37

CONCLUSION GENERALE.

Résumé

Abstract

ملخص

Références bibliographiques

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des figures

Liste des figures

1. Schéma général du cycle de l'eau.....	02
2. la déférence entre le prélèvement et la consommation d'eau.....	11
3 . Situation du Marais de Bourdim dans le complexe humide d'El-kala.....	13
4. Etat de surface du marais de Bourdim (1).....	15
5. Etat de surface du marais de Bourdim (2).....	15
6. Diagramme ombrothermique de Bouteldja.....	17
7. Vue d'ensemble de la végétation du marais de Bourdim (1).....	21
8. Vue d'ensemble de la végétation du marais de Bourdim (2).....	22
9. Carte de situation des sites de prélèvement d'eau.....	22
10. Variation du pH selon les stations étudiées.....	26
11. Variation de la conductivité électrique selon les stations étudiées.....	27
12. Variation quantitative des matières en suspension selon les stations étudiées.....	28
13. Variation quantitative des résidus secs selon les stations étudiées.....	29
14. variation de la concentration en ions chlorures selon les stations étudiées.....	30
15. Variation de la concentration en ions sulfates selon les stations étudiées.....	31
16. Variation de la concentration en ions Carbonates selon les stations étudiées.....	32
17. variation de la concentration en ions bicarbonates selon les stations étudiées.....	33
18. Variation de la concentration en ions ortho phosphates selon les stations étudiées.....	34
19. Variation de la concentration en ions magnésium selon les stations étudiées.....	35
20. Variation de la concentration en ions calcium selon les stations étudiées.....	36

Liste des tableaux

1. Flux annuels planétaire	02
2. Volume et pourcentage de répartition de l'eau sur Terre.....	04
3. Ressources hydriques en Algérie	07
4. Composition minérale de l'eau.....	12
5. Propriétés physiques de l'eau et leur signification sur le plan écologique	12
6. les coordonnées géographiques des sites de prélèvements.....	23
7. Résultats des mesures du pH des sites étudiés	26
8. Résultats des mesures de la conductivité électrique.....	27
9. Résultats des mesures des MES (mg /l).....	28
10. Résultats des mesures de résidus secs (mg /l).....	29
11. Résultats des mesures de la concentration des chlorures (mg /l).....	29
12. Résultats des mesures des ions sulfates (mg /l).....	30
13. Résultats des mesures des ions carbonates (mg /l).....	31
14. résultat des mesures des ions des bicarbonates (HCO_3^-) (mg /l).....	32
15. résultat des mesures des ions des ORTHO PHOSPHATE (mg /l).....	33
16. Résultats des mesures des ions magnésium (mg /l).....	34
17. Résultats des mesures des ions calcium (mg /l).....	35

Liste des abréviations

MENA: Middle East and North Africa.

MES: Matière en suspension.

R.sec : résidus secs

CE : la conductivité électrique

INTRODUCTION GÉNÉRAL

Introduction :

Les zones humides sont des espaces de transition entre la terre et l'eau caractérisées par une biodiversité remarquable. Ce sont des écosystèmes complexes, elles sont le produit de processus écologiques, hydrologiques et climatiques auxquels s'est associée l'action des organismes vivants y compris celle de l'homme. Elles sont parmi les ressources naturelles les plus précieuses de la planète, mais aussi parmi les plus fragiles. Elles présentent ainsi une importance majeure pour la conservation de la biodiversité, en raison de leur très grande richesse spécifique, autant floristique que faunistique.

Elles participent également au stockage et à la restitution progressive de grandes quantités d'eau en jouant le rôle d'une éponge. Les zones humides améliorent aussi la qualité de l'eau grâce à leur pouvoir filtrant.

Les zones humides contribuent à préserver une bonne qualité des eaux sur du long terme. Tous les liens fonctionnels entre zones humides et nappes souterraines restent encore à découvrir. Mais, on sait que l'approvisionnement des eaux souterraines peut se faire grâce aux zones humides situées au-dessus par infiltration de l'eau dans le sous-sol perméable. Certaines zones humides peuvent stocker jusqu'à 15 000 m³ d'eau par hectare (**Benslama ;M .2004**)

Les zones humides de la région d'El-kala, alimentent en eau Annaba et sa région et le marché national à travers l'eau de **Bouglès**. C'est pourquoi ces zones humides doivent être entretenues pour garantir la gestion des ressources en eau en qualité et quantité.

Dans le but d'apporter notre contribution à la connaissance de la qualité des eaux de **BOURDIM**, nous avons effectué un prélèvement d'eau dans quatre endroits de manière à couvrir tous les marais sur lesquels nous avons effectuées une caractérisation physico-chimique.

Les résultats obtenus sont présentés dans ce document qui s'organise en trois chapitres :

Dans le chapitre 1 nous avons présenté des généralités sur les zones humides et leurs évolutions ; le chapitre 2 a été réservé à la présentation de la zone d'étude et au matériel et méthode utilisés dans cette étude.

Les résultats ainsi que leurs discussions sont présentés dans le chapitre 3 et nous clôturons ce travail par une conclusion.

1.1. Introduction :

« L'eau n'est pas nécessaire à la vie, l'eau est la vie », il est l'origine de la vie et permet le maintien de la vie. Sur terre, la vie peut se développer sans oxygène, sans lumière (dans les grands fonds des océans), mais pas sans eau.

L'eau n'est pas seulement une source d'oxygène et d'hydrogène mais elle est le constituant le plus abondant des êtres : l'homme en contient 60% de son poids, un végétal jusqu'à 95%, les graminées des prairies en contiennent 79% (DUVIGNAUD, 1980). Il est aussi une source et milieu de vie, solvant de lavage et de transport de minéraux, régulateur thermique, l'eau possède des propriétés remarquables et essentielles à tous les êtres vivants et au maintien des propriétés environnementales de la planète. (NGO ET REGENT, 2004).

1.2. Le cycle de l'eau :

La quantité totale d'eau existante dans le monde est de l'ordre de grandeur de 1350 millions de Km³, dont plus de 97% constituent la masse des océans. Toute eau vient des océans et y retrouve tôt ou tard, par un cycle hydrologique continu (DUVIGNAUD, 1980).

Le cycle de l'eau (ou cycle hydrologique) est un modèle représentant le parcours entre les grands réservoirs d'eau liquide, solide ou de vapeur d'eau sur Terre : les océans, l'atmosphère, les lacs, les cours d'eau, les nappes d'eaux souterraines et les glaciers. Le « moteur » de ce cycle est l'énergie solaire qui, en favorisant l'évaporation de l'eau, entraîne tous les autres échanges. (DUVIGNAUD, 1980). (Figure 1)

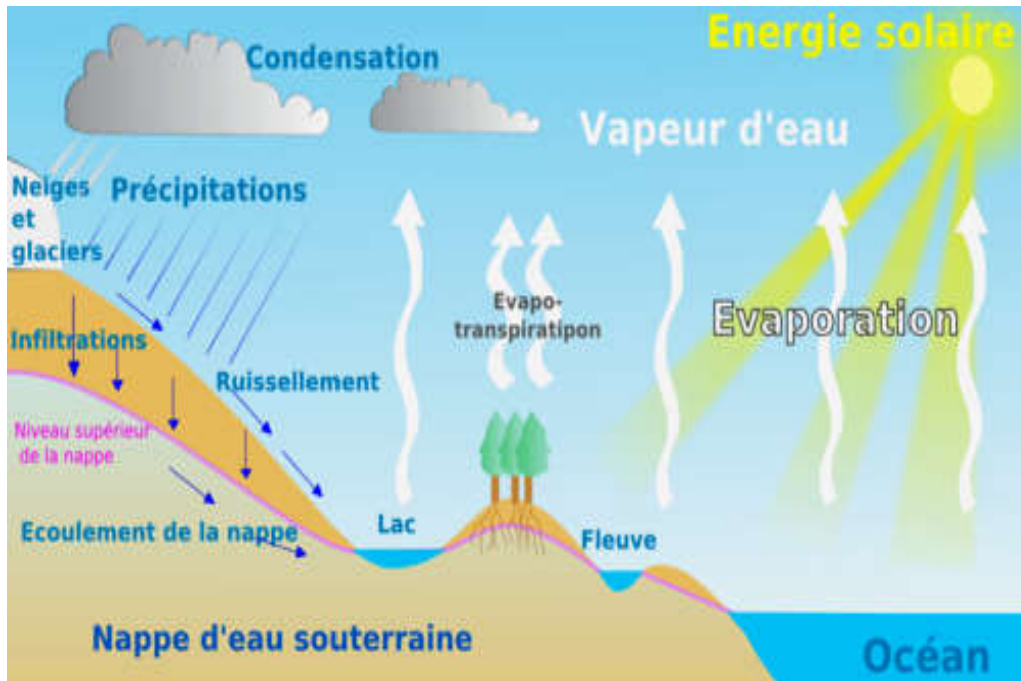


Figure n°1 : Schéma général du cycle de l'eau. (DUVIGNAUD, 1980).

✓ **Evapotranspiration**

C'est la somme des pertes par transformation de l'eau en vapeur (BOEGLIN, 2006). Sous l'action du soleil, l'eau de mers, des lacs et des rivières s'évaporent. Les végétaux transpirent et rejettent eux aussi de la vapeur d'eau (DRISSI, 2008).

✓ **Précipitations**

La vapeur d'eau atmosphérique se condense en nuages qui engendrent des précipitations sous forme de pluies, de neige ou de grêles. Les précipitations qui constituent l'origine de presque toutes nos réserves en eau douce, sont variables d'une région à l'autre suivant le climat et le relief qui sont des facteurs essentiels (BOEGLIN, 2006). (Tableau 1)

Tableau°1 :Flux annuels planétaire (BOEGLIN, 2006).

Flux annuels planétaire		
Évaporation	Sur les continents	71 000 km ³ /an
	Sur les océans	425 000 km ³ /an
Précipitations	Sur les continents	111 000 km ³ /an
	sur les océans	385 000 km ³ /an

✓ **Ruissellement**

Parvenue sur le sol, une partie des précipitations s'écoule à la surface vers le réseau hydrographique et les étendues d'eau libre (lacs, mers), c'est le ruissellement de surface (BOEGLIN, 2006).

✓ **Infiltration**

Une partie des précipitations pénètre dans le sol et le sous-sol (BOEGLIN, 2006). L'infiltration joue un rôle essentiel dans les écosystèmes terrestres puisqu'elle permet la réhydratation des sols. Elle assure aussi l'alimentation des nappes phréatiques et des rivières souterraines (GENY *ET AL*, 1992).

1.3. Etat et répartition de l'eau dans le monde

La ressource en eau potentiellement disponible est estimée entre 10.000 et 12.000 km³ par an. La situation ne semble donc pas critique à l'échelle mondiale.

Cependant, les précipitations et les écoulements terrestres sont mal répartis sur l'ensemble du globe. Certaines régions reçoivent beaucoup plus d'eau que d'autres, la répartition des ressources s'en trouve très inégale et certains pays souffrent d'un manque notable d'eau. (**tableau 2**)

- 9 pays se partagent 60 % des réserves mondiales d'eau
- 80 pays souffrent de pénuries ponctuelles
- 28 pays souffrent de pénuries régulières

Chapitre I : Généralité sur l'eau

- 1,5 milliards d'habitants n'ont pas accès à l'eau potable
- 2 milliards d'habitants sont privés d'installations sanitaires
- 1,6 million d'enfants meurent chaque année de diarrhée, due principalement à la mauvaise qualité de l'eau et au manque d'assainissement

Tableau n°2 : Volume et pourcentage de répartition de l'eau sur Terre
(KETTAB,1992)

	Volume (Km3)	(%)
Océans	1 348 000 000	97,39
Icebergs, glaciers	27 820 000	2,01
Nappe, humidité du sol	8 062 000	0,58
Lacs, rivières	225 000	0,02
atmosphère	13 000	0,001
Total	1 384 120 000	100,00
Eau douce	36 020 000	2,60

L'eau recouvre près de 70 % de la surface de la terre (dont 97 % est salée), essentiellement sous forme d'océans, mais aussi trouvée dans toutes sortes d'étendues d'eau, telles que les mers, les lacs, et les cours d'eau comme les fleuves, les rivières, les torrents, les canaux ou les étangs. La majorité de l'eau sur terre est de l'eau de mer.

L'eau est également présente dans l'atmosphère en phase liquide et vapeur. Elle existe aussi sous forme d'eaux souterraines et aquifères (ANONYME 2).

Les eaux douces et océaniques sont devenues un réceptacle de pollutions multiples – chimiques, organiques, radioactive, microbiologique – et d'origines variées: urbaines, industrielles, agricole (KETTAB ; 2004)

Nous ne trouvons pas l'eau qui répond aux paramètres qualitatifs exigés pour l'eau potable, (KETTAB, 1981). On est passé de l'emploi des eaux de sources et de nappes, à une utilisation de plus en plus poussée des eaux de surface. Parallèlement des recherches des eaux souterraines se sont développées, les méthodes de recyclage, et maintenant on se préoccupe de plus en plus de dessalement de l'eau de mer. Simultanément, les causes de pollution se sont étendues ; celle-ci est

devenue plus massive, plus variée, plus insidieuse, ce qui a fait écrire que « le temps des rivières est fini, celui des égouts commence » (RODIER, 1975).

1.3.1 . Les ressources hydriques

Sur la Terre, il y a l'eau visible : l'eau de mer, l'eau contenue dans les calottes polaires, les lacs, les rivières, les nuages et la pluie ; et l'eau invisible : les eaux souterraines.

Si l'eau est très présente sur la Terre, 97 % de la ressource est de l'eau salée et 2 % est bloquée sous forme de glace. Il ne reste environ que 1% d'eau sous forme d'eau douce liquide.

Les eaux douces exploitées ont une origine continentale ;

- les eaux de précipitations : atmosphère ;
 - les eaux de surface : rivières, plans d'eau ;
- ❖ les eaux souterraines : elles proviennent du sous-sol (aquifères ou roches réservoirs) captées par sources naturelles ou forages. (NGO ET .REGENT ; 2004)

❖ Les eaux de pluies

Les eaux de pluies peuvent être collectées à partir des toitures des maisons dans des récipients ou dans des impluviums. A l'origine ces eaux sont pures sur le plan microbiologique, mais sur le plan chimique, il leur manque souvent certains éléments indispensables à la santé comme le sodium, le magnésium, le manganèse, le fer et l'iode (COULIBALY, 2005).

❖ Les sources d'approvisionnement en eau

L'eau est également un problème crucial ce qui explique qu'historiquement beaucoup de villes ont été construites au bord d'une rivière. Il faut environ 1litre d'eau par personne et par jour pour survivre mais, dans les pays développés, on utilise des volumes bien plus considérables pour aller jusqu'à plusieurs mètres cubes par habitant et par jour si on additionne tous les usages individuels, industriels et agricoles de l'eau (NGO ET REGENT, 2004).

Les eaux de surface

- Les eaux de surface, également appelées eaux superficielles, sont constituées, par opposition aux eaux souterraines, de l'ensemble des masses d'eau courantes ou stagnantes, douces, saumâtres ou salées qui sont en contact direct avec l'atmosphère. (NGO ET REGENT, 2004)
- Par conséquent, l'eau de surface est l'eau qui se trouve à la surface ou proche de la surface du sol. Il s'agit pour l'essentiel des cours d'eau, des océans, des mers, des lacs et des eaux de ruissellement (ROEGLTN ; 2006)
- La composition chimique des eaux de surface dépend de la nature des terrains traversés par l'eau durant son parcours dans l'ensemble des bassins versants. Elles sont généralement riches en gaz dissous (CARDOT, 1999).
- Les zones humides comportent de manière relativement constante une quantité d'eau de surface, celle-ci contribuant pour sa part à l'intérêt de la zone pour la biodiversité, sous forme d'eau libre, d'humidité du sol ou d'eau imbibant la base des formations végétales qui s'y reproduisent (CARDOT, 1999)
- Cette eau de surface est naturellement alimentée par les précipitations et naturellement perdue par l'évaporation et l'infiltration souterraine dans le sol. Bien qu'il existe d'autres sources d'eaux souterraines, tels que l'eau fossile et l'eau magmatique.
- La fragilité de la ressource, très vulnérable à la pollution urbaine, industrielle et agricole, on y rencontre par suit très souvent une micropollution minérale ou organique pouvant avoir un caractère toxique ainsi que des substances azotées et phosphatées à l'origine des phénomènes d'eutrophisation (BOEGLIN, 2006).
- Le développent plus ou moins important du phytoplancton (algues), de zooplancton et dans certaines conditions d'une vie aquatique intense.
- La présence fréquente de matières organiques d'origine naturelle provenant de la décomposition des organismes végétaux ou animaux après leur mort.

❖ **Les eaux souterraines**

Les eaux souterraines sont toutes les eaux présentes dans le sous-sol à l'exception des eaux de constitution. Toutefois, le terme d'eau souterraine s'applique essentiellement à l'eau présente dans la zone saturée du sous-sol, cette eau constituant ce que l'on appelle une nappe d'eau souterraine. On notera que les eaux de la zone non saturée du sous-sol font aussi partie des eaux souterraines sans toutefois constituer une ressource exploitable. L'interface entre la zone saturée et la zone non saturée correspond au niveau piézométrique, ce niveau matérialise la surface de la nappe et permet d'étudier sa dynamique. (F. Huneau)

1.4. Situation actuelle des ressources en eau en Algérie

En Algérie, les ressources en eau douce sont rares et vulnérables et la disponibilité en eau potable par habitant est en décroissance inquiétante (TAMRABET L., 2011; BOUZIANI, 2000). Les ressources en eau existantes sont menacées par une pollution du fait de concentration des rejets d'eaux urbaines et industrielles dans les milieux récepteurs (KETTAB, 2001). Elles sont limitées et inégalement réparties, une pluviométrie totale un volume annuel de 12,4 milliards de m³, essentiellement réservée à l'Algérie du Nord, les eaux de surface sont en outre inégalement réparties au niveau du Nord de l'Algérie, car elles diminuent de l'Ouest en Est et ne sont par ailleurs que très partiellement mobilisables (KETTAB, 2001.)

Pour une population de 35 millions d'habitants, les ressources renouvelables en eau sont de 550 m³/an/habitant (MEDKOUR, 2002), cette moyenne est très faible comparée à la moyenne des pays du Moyen Orient et de l'Afrique du Nord (MENA) qui est de 1 250 m³ ou à la moyenne mondiale qui est de 7 500 m³ (FARUQUI, 2003). Le seuil de la rareté de l'eau est de 1000 m³/an/habitant, de ce fait, l'Algérie est un pays où l'eau est rare.

Dans ces conditions déficitaires en ressources en eau, le secteur de l'agriculture est le plus gros demandeur en eau . **(Tableau 3)**

	Eaux mobilisables (%)	Eaux mobilisées (%)
Eau de surface	5,7	1,8
Eau souterraine	6,5	2,1
Total	12,2	3,9

Tableau n°3 : Ressources hydriques en Algérie. (KETTAB, 2001)

Les ressources en eau disponibles en Algérie sont évaluées à 19300 millions de m³ par an, dont 12400 millions de m³ constituent l'eau de surface et 6900 millions de m³ l'eau souterraine. Selon les normes mondiales (le seuil de rareté de l'eau se situant à 1000 m³/an/habitant), l'Algérie est un pays qui souffre de la rareté de l'eau. L'irrigation agricole est le principal secteur consommateur d'eau, suivi par les secteurs municipaux puis industriels (TOMI ET RENINI ;2002).

En termes de ressources mobilisables, l'Algérie dispose d'un plafond annuel de 11,5 milliards de m³ qui se répartissent comme suit :

- ✓ Mobilisation des eaux de surface (barrages) : 4,7 milliards de m³.
- ✓ Exploitation des nappes souterraines : 1,8 milliards de m³ (pour le nord de l'Algérie) et 5 milliards de m³ (pour le sud de l'Algérie), soit un total de 11,5 milliards de M³ (TOMI ET RENINI ;2002).

❖ L'eau de surface

La moyenne de l'eau de surface est évaluée à 12400 millions de m³ pour la période allant de 1910 à 1993. Les ressources en eau de surface sont mal réparties dans l'espace. On estime qu'environ 95% des ressources en eau de surface se trouvent au Nord tandis que seulement 5% des ressources sont au Sud (TOMI ET RENINI ;2002).

En plus de la faible quantité d'eau reçue par nos barrages à cause de la sécheresse qui a touché le pays depuis une vingtaine d'année, cette quantité se trouve menacée par trois problèmes hydrauliques majeurs qui sont l'évaporation intense, l'envasement accéléré et les fuites d'eau surtout à travers les appuis (TOUMI ET REMINI, 2002).

❖ Les eaux souterraines

Les eaux souterraines représentent généralement une excellente source d'approvisionnement en eau potable (ROULEAU ET RASMUSSEN, 2006). L'altération de l'environnement naturel, notamment le milieu aquifère est devenu progressivement une préoccupation mondiale. En Algérie la principale source de satisfaction de la demande en eau est l'eau souterraine, du fait de son exploitation relativement facile (ABDELBAKI ET BOUKLI, 2007).

Les 6900 millions de m³ des ressources estimées en eau souterraine (dont 4900 millions de m³ exploitable à partir de nappes faiblement renouvelables) sont divisées entre le Nord et le Sud. Contrairement à l'eau de surface, la plus grande partie des eaux souterraines est concentrée au Sud. On rapporte que 73% environ (5000 millions de m³) du total des ressources disponibles en eau souterraine se trouve au Sud, alors que 27% (1900 millions de m³) seulement se trouvent au Nord du pays (ABDELBAKI ET BOUKLI, 2007).

1.5. Utilisation des eaux

On peut diviser l'utilisation de l'eau en 2 catégories: utilisation non consommatrice de l'eau, qui laisse l'eau sur place comme par exemple : la pêche, les habitats fauniques, la production d'énergie hydro-électrique et les loisirs (baignade)... Mais dans d'autres, elle est consommée et ne peut donc être retournée (prélèvements qui retirent l'eau de son milieu naturel), comme l'alimentation en eau potable et c'est le cas notamment de l'irrigation, des utilisations ménagères et municipales, la production d'énergie et des activités de transformation (ANONYME 1).

1.5.1. Agricole

Les prélèvements et la consommation en eau sur le plan de l'agriculture ne cesse d'augmenter de manière fulgurante. Les prélèvements d'eau en 2000 étaient de 2 600 kilomètres cubes alors qu'en 1 900 seulement 500 kilomètres cubes ont été utilisés. Pour 2025 l'augmentation de ce chiffre est prévue à 83.9 points. La consommation a elle aussi beaucoup évolué étant de 300 kilomètres cubes en 1 900 et sera normalement, en 2025, de 2 200 kilomètres cubes.(ANNONYME 1)

1.5.2. Domestique

Les besoins en eau destinés à l'usage domestique sont passés de 100 kilomètres cubes en 1900 à 800 kilomètres cubes 100 ans après. Ces prélèvements ont été calculés

de telle sorte qu'en 2025 presque 1 200 kilomètres cubes seront prélever pour servir le domaine domestique. La consommation, quant à elle, devrait se multiplier seulement 3 fois pour 125 ans.(ANNONYME 1)

1.5.3. Industriel

Les besoins en eau liés à l'utilisation industriel sont les plus faibles, en effet les prélèvements devraient être de 650 kilomètres cubes en 2025 étant « déjà », en 1900, à 25 kilomètres cubes. Mais par rapport à la consommation, ces chiffres présentent une grande augmentation car celle-ci, concernant l'industrie, ne dépassera pas les 100 kilomètres cubes pendant encore plus 10 ans.(ANNONYME 1)

1.5.4 Usage municipal

En distribution urbaine, l'utilisation de l'eau est quantifiée entre 5 et 55% du total de la consommation, aux fins du nettoyage des rues, des fontaines publiques, de l'arrosage des parcs de l'extinction des incendies et en certains lieux publics ou qui appartiennent à l'état, de l'usage non facturé de l'eau (MASSCHELEIN, 1996). Ces usages sous entendent la construction d'un réseau de distribution qui double au moins en partie le réseau d'eau potable.

L'eau peut en effet être prélevée, consommée, recyclée (ou rejetée dans les rivières et dans les nappes phréatiques) et réutilisée plusieurs fois de suite. Les prélèvements augmentent beaucoup plus vite que la consommation (usage « final » de l'eau qui ne peut plus servir à aucun usage ultérieur), ce qui montre une intensification de l'utilisation de l'eau. Les pertes par évaporation ne représentent qu'une fraction de ce qui est prélevé. **(Figure 2)** (ANNONYME 1)

(

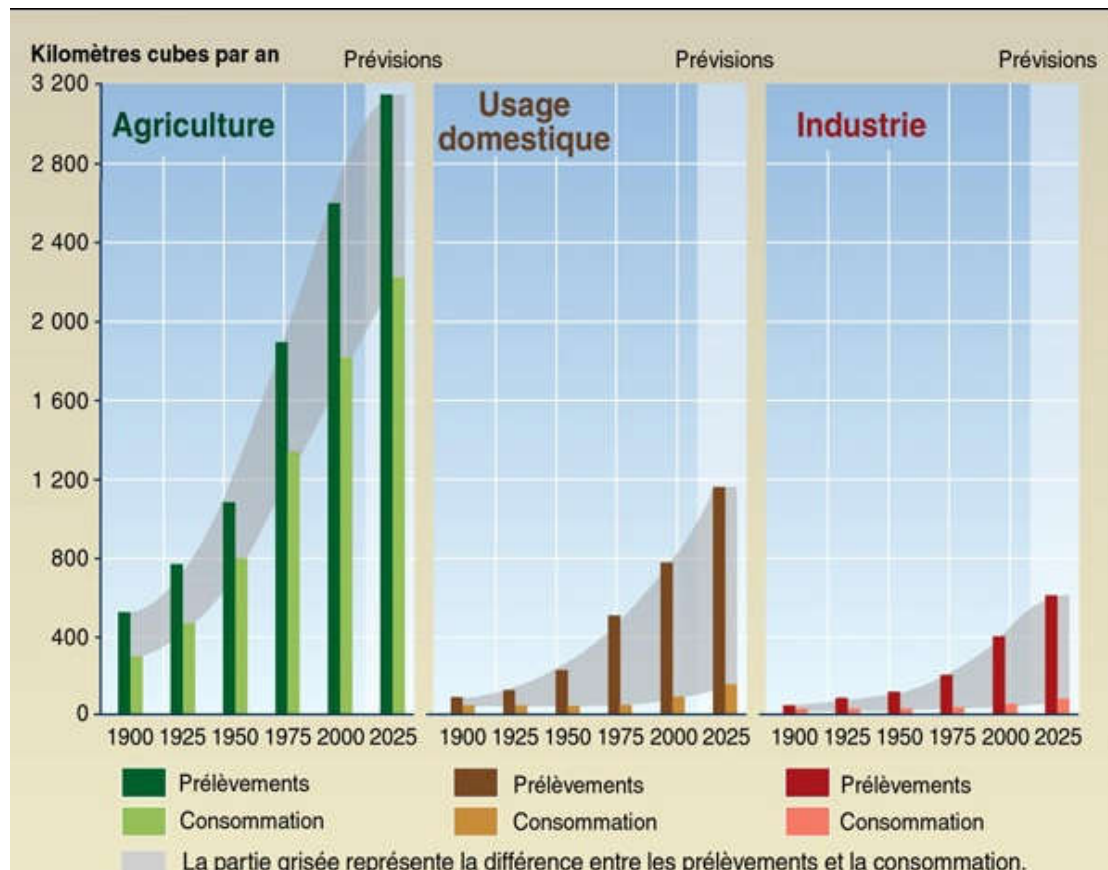


Figure 02 : la différence entre la prélèvement et la consommation d'eau (ANNONYME 1)

1.6. La composition minérale de l'eau.

Les principaux ions présents peuvent être classés selon leur fréquence décroissante, (Tableau 4) cependant PO_4^- , NH_4^+ et NO_3^- , ne sont pas souvent présents et peuvent alors être l'indice d'une pollution (BERNE, 1991).

Cations		Anions	
	Masse atomique		Masse atomique
Calcium Ca ²⁺	40	Hydrogénocarbonate Hco ³⁻	61
Magnesium Mg ²⁺	24	Chlorure Cl ⁻	35,5
Sodium Na ⁺	23	Sulfate So ₄ ⁻	96
Ammonium NH ₄ ⁺	18	Nitrate No ₃ ⁻	62
Potassium K ⁺	39	Fluorure F ⁻	19
Fer ferreux Fe ²⁺	56	Phosphate Po ₄ ⁻	95

Tableau n°4 : composition minérale de l'eau (BERNE, 1991).

1.7. Propriétés physiques de l'eau et leur signification sur le plan écologique.

(Tableau n°5) (RAMADE ,2002)

Propriétés écologiques	Comparaison avec les	Signification physique
	autres liquides	pour la biosphère
Capacité calorifique	La plus élevée de tous les liquides	Volant thermique face aux températures extrêmes
Point de fusion et d'ébullition	Elevé	Possibilité d'être à l'état liquide à la surface de la terre
Tension superficielle	Elevé	Favorise la formation d'aérosols dans les nuages, de condensation et de précipitation
Densité	Max. à 4°C	Stratification dans les océans
Absorption lumineuse	Forte en particulier dans l'UV et l'IR	Effet de serre et important sur le plan biologique
Propriétés de solvant	Structure dipolaire favorisant la dissolution des sels et des molécules polaires	Transport aisé de substances dissoutes dans la biomasse et les cycles biochimiques

2.1. Présentation de la zone d'étude

2.1.1. Situation géographique (Carte) «de Bouteldja 1/50000»

Le marais de Bourdim est situé à 12 Km au Nord- est de Bouteldja, limité : (AOUADI ;1989)

- Au Sud par l'oued El Kebir ;
- A l'Est par Aïn Khiair et le bassin versant du lac Oubeïra ;
- Au Nord et au Nord- Est par la forêt de kourata et le bassin versant du lac Mellah ;
- A l'Ouest par le djebel Bourdim et la mechta Oum El Aguerb. (**Figure 3**)



Figure 3 : Situation du Marais de Bourdim dans le complexe humide d'El-kala

2.1.2. Situation géologique La géologie de la région est constituée par des terrains allant du tertiaire au quaternaire. (AOUADI ;1989)

1. Le tertiaire

Représenté essentiellement par :

✓ **L'oligocène moyen à supérieur**

Caractérisé par des argiles numidiennes marno-chiteuses avec interaction de petits bancs de grés.

✓ **L'aquitainien**

Caractérisé par les grés numidiens, qui sont des formations de types flish en gros bancs à grains hétérométriques de couleur rougeâtre ou jaunâtre. Cette série forme les monts de Bouteldja.

2. Le quaternaire

Caractérisé par des terrains sableux et des dépôts alluvionnaires.

✓ **Le quaternaire actuel (Neopleistocene)**

Les sables récents formant le massif dunaire provenant de la désagrégation en place des mollasses calcaires marines ainsi que des grés numidiens, homogènes et de granulométrie fine à moyenne renferment de la silice de couleur blanche, jaune ou rouge, suivant la teneur en fer.

✓ **Le quaternaire récent**

Forme les alluvions des terrasses de la vallée de l'oued El Kebir Est, composé de limons, de sables de cailloux roulés.

3. Le tectonique

L'existence de la nappe de charriage du numidien, les influences néotectoniques compliquent la tectonique de la région. A l'origine du relief actuel une série de horsts et de grabbens affectent cette zone.

✓ **Les grabbens**

Ce sont des effondrements apparus lors du soulèvement pendant l'orogénèse. Les grabbens sont connus comme d'anciens lits d'oueds prenant naissance au secondaire et se remplissant par les formations alluvionnaires. Ces grabbens favorisent la localisation des nappes aquifères.

✓ **Les horsts**

Les grés et les argiles du numidien sont les principaux constituants des horsts. Ces formations présentent de véritables barrières naturelles qui limitent les plaines.

L'étude géologique montre que la zone d'étude est formée de terrains sédimentaires avec trois formations bien distinctes :

- Les argiles et les grés numidiens se localisent au niveaux des collines.
- Les terrains d'âge quaternaire sont représentés par les sables des dunes et les alluvions des terrasses.
- Les bas-fond sont occupés par des limons.

2.1.3. Situation géomorphologique

Le marais de Bourdim a rempli une vallée (altitude 15-16 m) entouré au Nord par un massif dunaire, à l'Est et à l'Ouest par des collines (Grés et argiles de Numidie) au Sud par une plaine basse argilo-limoneuse (alluvions de l'oued El kebir). Sa superficie peut être estimée à 85 Ha dont 11,50 Ha pour la garât proprement dite. (MENUT ;1994) (**Figure 4 ;5**)



Figure 4: Etat de surface du marais de Bourdim (Ansli ; 2016)



Figure 5 : Etat de surface du marais de Bourdim (Ansli ; 2016)

2.1.4. Situation hydrologique

Le marais de Bourdim est alimenté au Nord et au Nord-Est par les Oueds Bourdim et Lattre qui traversent les dunes, prennent leurs sources dans les collines de grès dominant le massif dunaire, et par les eaux d'infiltration des dunes et collines. Les eaux de ce marais sont drainées vers l'Oued El kebir par un affluent au Sud . Dans la partie Nord-Est du massif dunaire quelques cours d'eau ruissellent des collines et des terrasses argilo –Numidiennes et se perdent dans le massif dunaire.(MENUT ;1974)

2.1.5. Situation climatique

L'ambiance climatique qui règne à Bourdim se reflète par les observations réalisées à la station de Bouteldja.

❖ La période sèche :

La détermination de la période sèche est réalisable selon le mode de représentation introduit par Gaussen (1954) qui consiste à comparer mois par mois le rapport entre les précipitations et les températures pour cela on porte sur un même graphique la courbe des moyennes mensuelles des températures et celles des totaux mensuels pluviosité établies à une échelle telle que 1°C correspond à 2 mm de pluie (Ozenda, 1982).

❖ Le quotient pluviométrique d'Emberger

Emberger a proposé une formule pour la région méditerranéenne où l'évaporation a une importance particulière. Il admet que cette évaporation croît avec l'amplitude thermique annuelle qu'il exprime par la différence entre la moyenne M du mois le plus chaud et la moyenne m du mois le plus froid, et comme t est peut différent de $(M+m)/2$, Emberger propose d'utiliser pour la région méditerranéenne Le quotient pluviométrique défini par l'expression (Ozenda, 1982) :

$$Q_2=1000 p / (M+m/2)(M-m)= 2000 p / M^2-m^2 \text{ (Fig.12).}$$

P: pluviosité moyenne annuelle.

M : moyenne du température maximum du mois le plus chaud.

m : moyenne du température du minimum du moins le plus froid.

Conclusion

le climat de la région se caractérise par deux saisons: (Figure 6)

- ✓ Un été relativement court qui dure de mai au mois de septembre ;

- ✓ Un hiver relativement pluvieux qui commence du mois d'octobre jusqu'au mois d'avril.

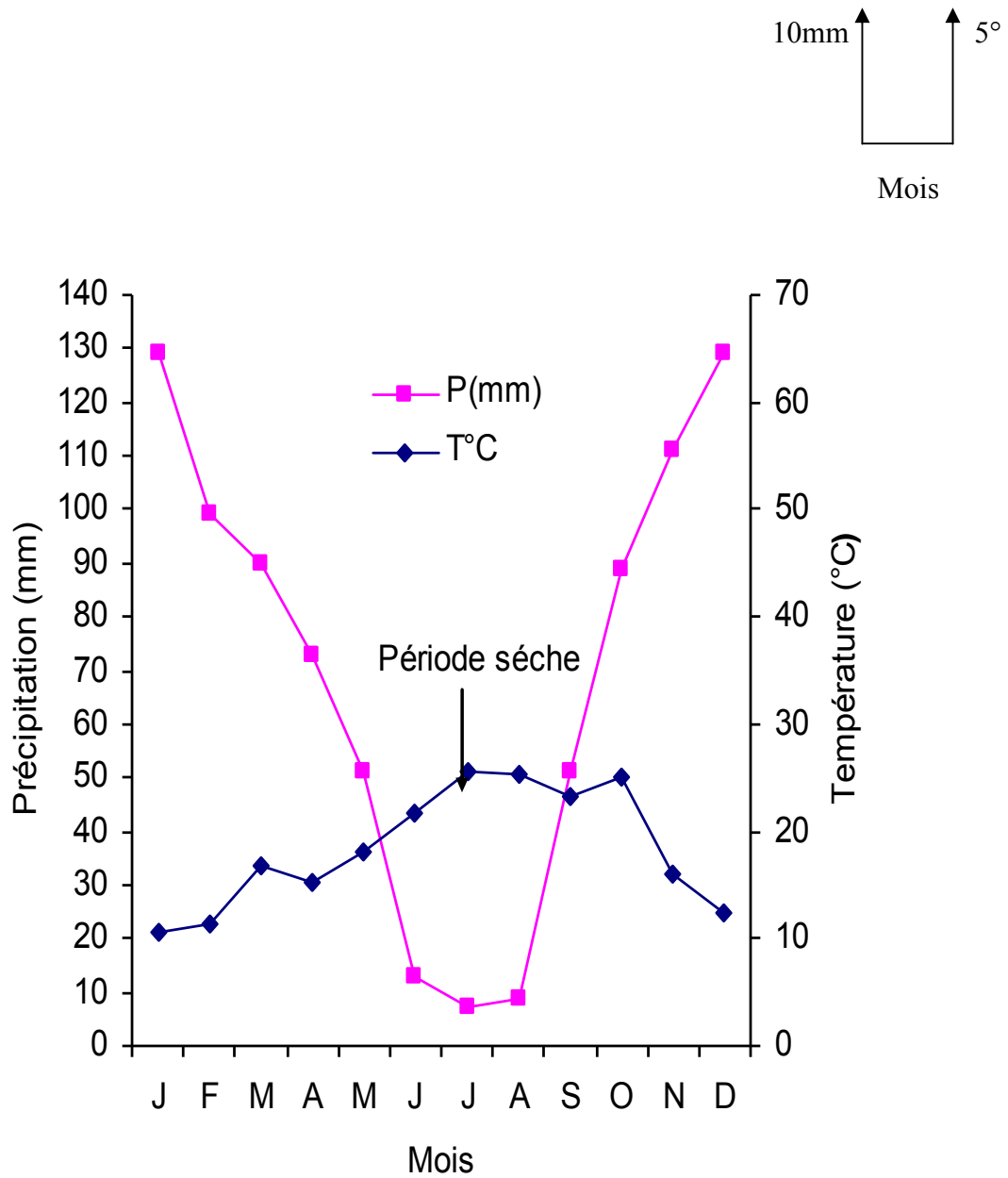


Figure 6 : Diagramme ombrothermique de Bouteldja.

La zone d'étude est située entre El-kala et Ben Mhidi dans l'étage bioclimatique de végétation Sub-Humide.

2.1.6. La couverture pédologique

L'étude pédologique du marais de Bourdim a fait ressortir trois types de sols, il s'agit de :

- ✓ Sols peu évolués ou rigosols sur matériaux friables ;
- ✓ Sols lessivés ou Alfisols, développés sur substrat géologique argilo-gréseux ;
- ✓ Sols hydromorphes peu humifères, à gley et sols hydromorphe tourbeux.

(BENSLAMA ;2004)

2.1.6.1. La végétation

Description des groupements végétaux

➤ Forêt mixte à *Quercus suber* et *Quercus coccifera*

La subéraie a tendance à s'installer à la limite des sols du marais, par contre la cocciferaie est inféodée aux dunes, lorsque le milieu est parfaitement drainé, le mélange de ces deux formations en un seul groupement s'explique par l'interférence des facteurs écologiques de ce milieu (intervention, d'une nappe affleurante saisonnière et rupture de pente).

Cette formation est marquée par une artificialisation due à l'introduction de *Mimosa dealbata*.

Le cortège floristique est composé de : *Erica arborea* , *Erica scoparia*, *smilax aspera*, *phillyrea augustifolia*, *Halimium halimifolium* et *Anthoxantum odoratum* qui est un indicateur d'un ruissellement temporaire des eaux de surface, qui en raison du piétinement des bovins, ne s'infiltrant pas. (BENSLAM ; 2004)

➤ Subéraie dégradée

Le facteur de dégradation est probablement l'incendie et la mise en culture, ici *Quercus suber* est peu présent, la dominance d'*halimium halimifolium* est Indicatrice de ce phénomène de régression. *Myrtus communis* est encore assez abondant, espèce semblant très plastique vis à vis des conditions écologiques dans la région.

➤ Magnocariaie à *Cladium mariscus* et *juncus effusus*

Au Nord Est du marais, un groupement à *Cladium mariscus* se développe sur substrat minérale sableux, riche en matière organique(*Cladium mariscus* porte des feuille vertes toute l'année, sa croissances est presque interrompue, ce qui confère à

cette espèce un pouvoir concurrentiel exceptionnel et une large amplitude écologique au détriment de *Carex elata*.

Ici cette espèce se présente différemment ; elle perd ses feuilles en raison du dessèchement du sol et du brûlis des touradons. (BENSLAMA ;2004)

➤ **Magnocariaie à *Carex elata* et *Nymphaea alba***

Au Nord est du marais, des touradons élevés (1,50m) à *Carex elata* s'installent sur sol hydromorphe, tourbeux, le milieu se trouve recouvert de sable et de limons lors des grandes crues de l'Oued Bourdim. Au centre du marais, submergé en moyenne plus de 6 mois, on distingue différentes strates organisées en îlots à *Salix* ou en touradons à *Carex*, limitant des plages d'eau favorisant la mise en place de plusieurs espèces stratifiées verticalement soient : (BENSLAMA ;2004)

- ❖ **Espèce (5-6m) :** *Fraxinus angustifolia*, *Alnus glutinosa*, *Salix pedicellata* ;
- ❖ **Grande Hélophytes :** *Carex elata*, *Phragmites australis*, *Typha angustifolia* ;
- ❖ **Hydrophytes et amphyphytes :** *Sarganium erectum*, *Iris pseudoacorus*, *Cyperus michelianus* (sur sol exondé en automne), *Alternanthea sessilis*, *Polygonum senegalense*, *Nymphaea alba*, *Potamogeton lucens*, *Potamogeton nodosus*, *Ranunculus aquatilis*.

Deux pelouses forment des ceintures rupicoles autour du marais :

- ❖ Au Nord Est, une pelouse à *Lippia nodiflora*, *Mentha pulegium* et *Cyperus alopecuroides* ;
- ❖ Au Nord, une pelouse à *Ludwigia palustris* et *Corrigiola litoralis*.

➤ **Peuplement mixte à *Fraxinus angustifolia* et *Quercus suber***

A l'Ouest, une formation de transition, forêt humide / forêt drainée, borde le marais sur sol lourd argileux ; il permet l'installation de *Rosa sempervirens*, *Erica arborea*, *Erica scoparia*, *Myrtus communis* et *Ulmus campestris*. *Quercus suber* est présent avec son cortège floristique au nord de ce peuplement.

➤ **Aulnaie à *Alnus glutinosa***

A la limite de la dépression et de la frênaie, une aulnaie alimentée par les eaux du marais, apparaît comme une magnocariaie. Les conditions d'humidité favorisent le développement de : *Iris pseudoacorus*, *Polygonum hydropiper*, *Osmunda regalis*,

touradons à *Carex elata*, *Carex pseudocyperus*, *Alternanthera sessilis*, *Corrigiola litoralis*, *Solanum dulcamara*.

L'aulnaie, pour une partie de sa surface est en faiblesse face à la colonisation par l'eucalyptus auquel s'ajoutent l'exploitation par coupe de bois (1991/ 1993), l'incendie (1993) et le pompage direct dans le marais et sur l'oued Bourdim.

➤ Frênaie humide à *fraxinus angusyifolia*

Forme la forêt ripicole de l'Oued Bourdim où se mêlent Aulne et Orme, les espèces dominantes sont :

Crataegus oxyacanta, *Cyperus michelianus*, *Inula crithmoïdes*, *Rumex bucephalophorus*, *Alternanthera sessilis*, *Laurus nobilis*, *Polygonum hydropiper*, *Carex vulpina*, *Pteris aquilina*.

Conclusion

Un gradient d'humidité de plus en plus élevé du Nord jusqu'au centre du marais génère une distribution horizontale des espèces et des groupements organisés en ceinture plus au moins régulière, le facteur hydrique joue, ici, un rôle prépondérant notamment dans le phénomène d'hydromorphie.

La végétation reflète les propriétés du sol qui la conditionne (PAYETTE ; S ET ROCHEFORT ; L. 2001).

Un groupement végétal est tout à la fois le résultat et le siège d'un tissu d'interaction entre les facteurs exogènes et les facteurs endogènes. (SELMY ;1985)

Ainsi sept groupements végétaux ont été identifiés :

- ✓ La suberaie cocciferaie est installée sur sol peu évolué ;
- ✓ La magnocariaie se développe sur sol hydromorphe tourbeux, les espèces qui constituent cette formation sont classées en espèces hygrotolérantes ; elles supportent donc une absence totale d'oxygène, même en été
- ✓ *Calidium mariscus* est réputé conduire à un phénomène d'atterrissement
- ✓ L'aulnaie s'installe à la limite des sols tourbeux et des sols lessivés (AOUADI ;1989)
- ✓ La frênaie par contre occupe les sols lessivés, lorsque l'humidité est importante.

L'acidité du sol explique en bonne partie la répartition des espèces, elle constitue ce qu'on pourrait, pour la croissance des groupements (facteur générale), mais elle se

Chapitre II : Matériels et Méthodes

combine à plusieurs autres facteurs agissant cas par cas (facteur écologique microstationnel).

- ✓ *Iris pseudo acorus* est un indicateur d'un sol acide.
- ✓ A la transition aulnaie / Frênaie, les espèces caractéristiques thermohygrophiles sont indiquées par : *Myrtus communis*, *Erica arboria*, *Erica scoparia*, auxquels d'associent *Ranunculus aquatilis*, *Carex remota*, *Mentha rotundifolia*, *Juncus effusus*. (Aouadi, 1989)



Figure 7 : Vue d'ensemble de la végétation du marais de Bourdim (Ansli ; 2016)



Figure ; 8 : Vue d'ensemble de la végétation du marais de Bourdim (Ansli ; 2016)

2.2. Présentation des points de prélèvement

L'échantillonnage a été effectué dans 4 points de prélèvements. (Carte N° 9) au mois de Mars.

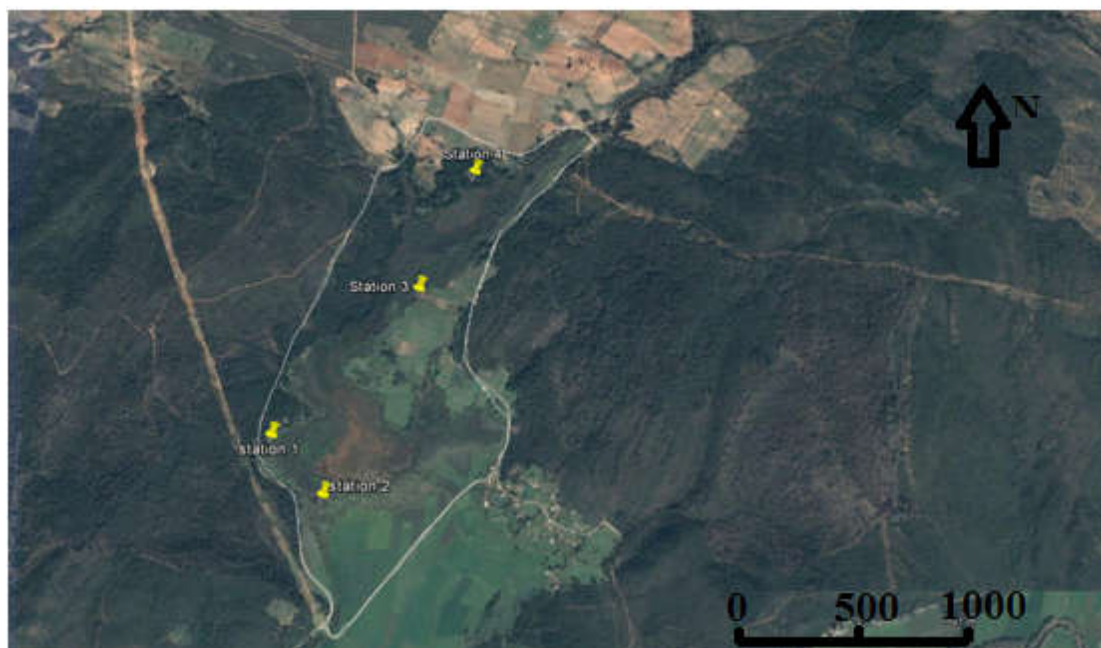


Figure N° 9 : Carte de situation des sites de prélèvement d'eau

2.2.1. Situation géographique

Tableau N° 6 : les coordonnées géographiques des sites de prélèvements

Station	Latitude « N »	Longitude « E »	Altitude (m)
1	36°47'57''	8°14'42''	17
2	36°47'46''	8°14'53''	19
3	36°48'22''	8°15'15''	22
4	36°48'44''	8°15'29''	29

2.3. Technique d'échantillonnage

2.3.1 Méthodes de prélèvement

Les prélèvements ont été faits manuellement, à partir du plan d'eau, les bouteilles ont été plongées à une profondeur de 10-15 cm.

Elles ont été rincées plusieurs fois avec de l'eau à prélever puis remplis jusqu'au bord. Le bouchon sera placé de telle façon qu'il n'a aucune bulle d'air et qu'il ne soit pas éjecté au cours du transport (RODIER, 1984).

2.3.1.1. Choix du contenant

Les échantillons d'eau ont été prélevés dans des contenants en matière plastique pour trois raisons majeures :

- la facilité qu'ils présentent pour le transport.
- leur résistance par rapport au contenant en verre.
- la disponibilité (flacons de récupération).

2.3.1.2 Conservation des échantillons

Entre les prélèvements et analyses les échantillons ont été conservés à basse température (4°), la congélation a été également utilisée et ce à fin d'éviter les transformations chimiques, physiques ou biologiques qui peuvent avoir lieu (RODIER ; 1984)

2.3.2 Méthodes d'analyses

2.3.2.1 Examens préliminaires

a- Filtration

La filtration doit avoir lieu avant tout dosage et dès l'arrivée de l'échantillon au laboratoire car elle conditionne souvent la validité des résultats en diminuant les risques d'évolution des eaux (RODIER ; 1984)

Les échantillons prélevés ont été filtrés sur papier filtre dont le diamètre des pores est de 0.45µm

b- Détermination des matières en suspension (MSE)

Méthode par filtration : l'eau est filtrée et le poids de matière retenu par le filtre est déterminé par pesée différentielle (RODIER, 1975).

c-Détermination du résidu sec

Une certaine quantité d'eau est évaporée dans capsule tarée. Le résidu desséché est ensuite pesé (RODIER, 1975).

2.3.2.2. Mesures physico-chimiques

a- pH (mesure électrométrique)

Le pH indique la concentration en ions H⁺ présents dans l'eau (RODIER ; 2007). Pour mesurer le pH, nous avons utilisé un pH-mètre étalonné.

b-La conductivité électrique

La conductivité électrique d'une eau est liée à la présence des ions et augmente avec la température et la concentration en sels dissous (RODIER ; 2007). Elle est mesurée par un conductimètre étalonné.

2.3.2.3. Mesures chimiques

Les eaux naturelles contiennent toujours des sels minéraux, et une grande part de l'analyse chimique d'une eau consiste à doser les anions et les cations les plus abondants et qui forment ces sels minéraux.

a-Dosages des anions

Les carbonates (CO_3^-) et les bicarbonates (HCO_3^-) : les carbonates alcalins, facilement solubles à l'eau ne se trouvent que dans les sols salés à alcalis. Les carbonates alcalino-terreux, solubles dans l'eau chargée en gaz carbonique constituent l'essentiel des sols calcimagnésiques (RODIER ; 1975).

Les chlorures (Cl) : le chlore est dosé par la méthode de MOHR (argentométrie) : on précipite le chlore par des nitrates d'argent titré en présence de chromate. L'apparition du précipité rouge de chrome d'argent indique la fin de la réaction (RODIER ; 1975).

Les sulfates (SO_4^-) : le dosage des sulfates se fait par gravimétrie après précipitation à l'état de sulfate de baryum (RODIER ; 1975).

Les composés phosphorés : (les ortho-phosphates) : le phosphore peut exister dans les eaux en solution ou en suspension, à l'état minéral et organique, et sous la forme de différents composés (RODIER ; 1975).

b- Dosages des cations

Le calcium (Ca^{++}) et le magnésium (Mg^{+2}) : par titrimétrie. (RODIER ; 1975).

Résultats et Discussion

Les résultats de mesures des différents paramètres sont présentés ci-dessous. Leur présentation graphique pour chacun des paramètres permet de mieux montrer les éventuelles variations et peuvent faciliter les interprétations.

3.1. Résultats des analyses physicochimiques

3.1.1. Mesure du pH

Les valeurs recueillies par le pH-mètre sont mentionnées dans le (Tableau 7) et La (Figure 10).

Tableau n°7: Résultats des mesures du pH des sites étudiés.

N° : de station	1	2	3	4
Période 1	6.28	6.23	6.09	6.01

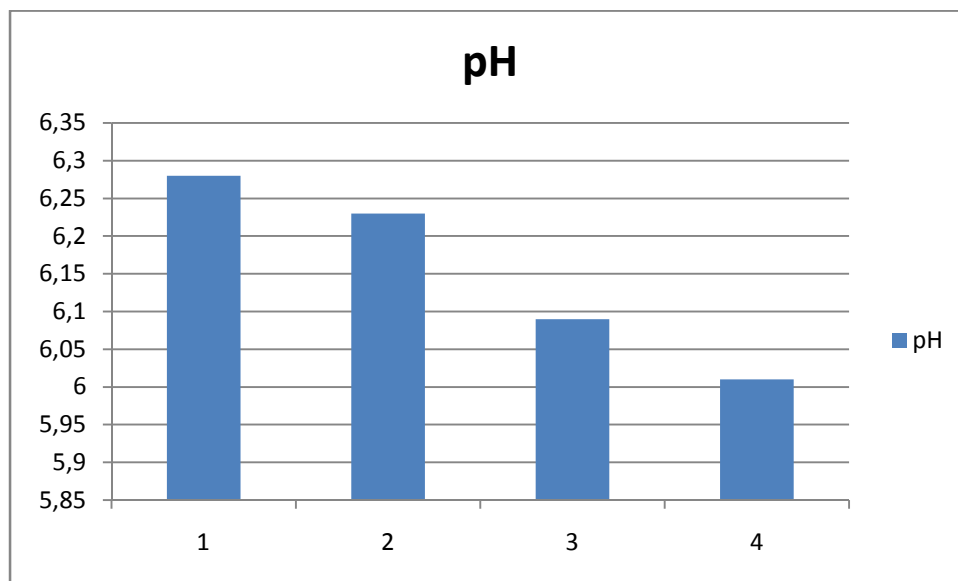


Figure n° 10 : Répartition des valeurs du pH dans les eaux du marais de Bourdim

L'examen de la figure N° 10 indique que l'eau est acide, les valeurs varient peu de 6 à 6.3 ceci est lié à la qualité du substrat traversé par ces eaux (sables dunaires) et par la richesse du milieu en matière organique humifiée.

3.1.2. Mesure de la conductivité électrique ($\mu\text{S}/\text{cm}$)

Les résultats des mesures effectuées sont reportés dans Le (Tableau 8) et La (Figure 11).

Tableau n° 8 : les Résultats des mesures de conductivité électrique.

N° Station	1	2	3	4
Période 1	445	183	264	184

La mesure de la conductivité électrique permet d'évaluer rapidement la minéralisation globale de l'eau (RODIER, 2007). Sa mesure donne une estimation de la qualité de sels ionisables dissous (la salinité).

La conductivité est également fonction de la température de l'eau, elle est plus importante lorsque la température augmente

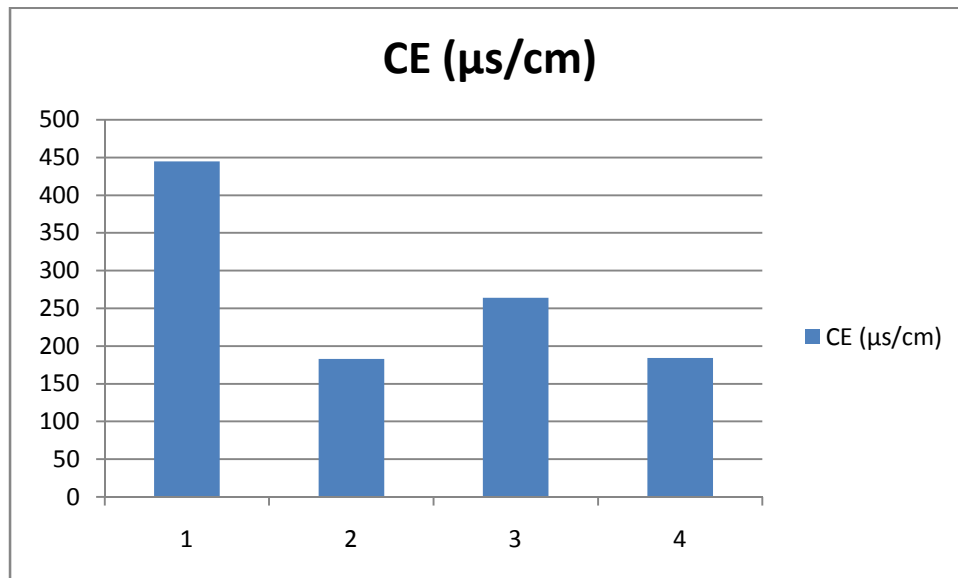


Figure N° 11 : Répartition des valeurs de la conductivité électrique dans les eaux du marais de Bourdim

Les valeurs de la conductivité électrique sont inférieures à $500\mu\text{s}$, c'est un milieu non salin, mais nous observant une augmentation vers les zones basse (S1) qui peut être un signe d'accumulation d'électrolytes.

3.1.3. Mesure des matières en suspension (mg/l)

Les quantités de matières en suspension obtenues par cette analyse sont indiquées dans le (Tableau 9) et La (Figure 12).

Tableau n° 9: Résultats des mesures des MES (mg /l).

N° Station	1	2	3	4
Période 1	0.2721	0.707	0.1719	2.2207

La teneur, l'origine et la composition minérale des matières en suspension dans les eaux sont très variables selon les cours d'eau.

Les matières en suspension sont définies comme étant l'ensemble de la matière non soluble qui reste en suspension ou se dépose dans le cours d'eau en absence de facteurs de turbulence.

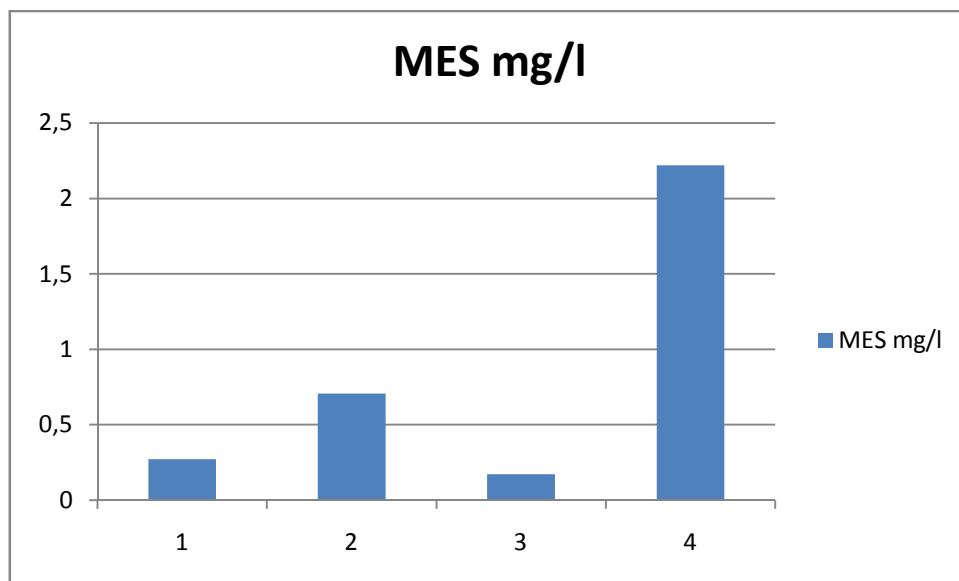


Figure n°12 :Répartition des Matières en suspension dans les eaux du marais de Bourdim

L'évaluation des matières en suspension dans les eaux de Bourdim montre qu'elles sont plus importantes dans le point de prélèvement 4 proche de la dune (contamination avec les sables) puis diminue dans les autres points.

3.1.4. Mesure des résidus secs (mg/l)

Les quantités des résidus secs présentes dans l'eau des sites étudiés sont mentionnées dans Le (Tableau10) Et La (Figure 13).

Tableau n° 10: Résultats des mesures de résidus secs (mg /l).

N° Station	1	2	3	4
Période 1	0.008	0.015	0.005	0.032

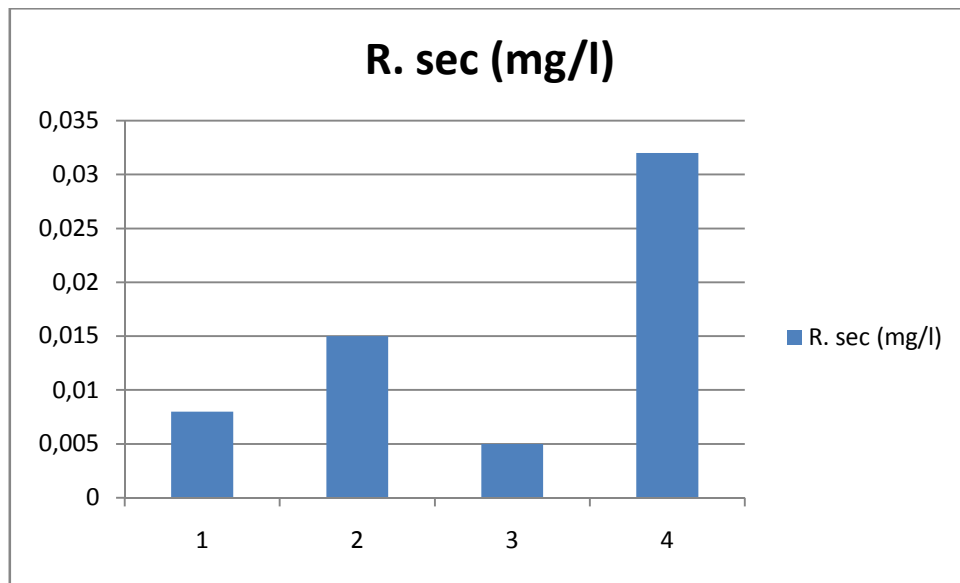


Figure n° 13 : Répartition des valeurs du Résidu sec dans les eaux du marais de BOURDIM

Le résidu sec est un indicateur de la teneur en sels solubles, les résultats nous livre des valeurs négligeable indiquant une eau très pauvre en charge saline

3.1.5. Mesure des chlorures (Cl)

Les valeurs de mesure de ce paramètre sont consignés dans le (Tableau 11) et la (Figure14)

Tableau n° 11 : Résultats des mesures de la concentration des chlorures (mg /l).

N° Station	1	2	3	4
Période 1	22	12	67	2

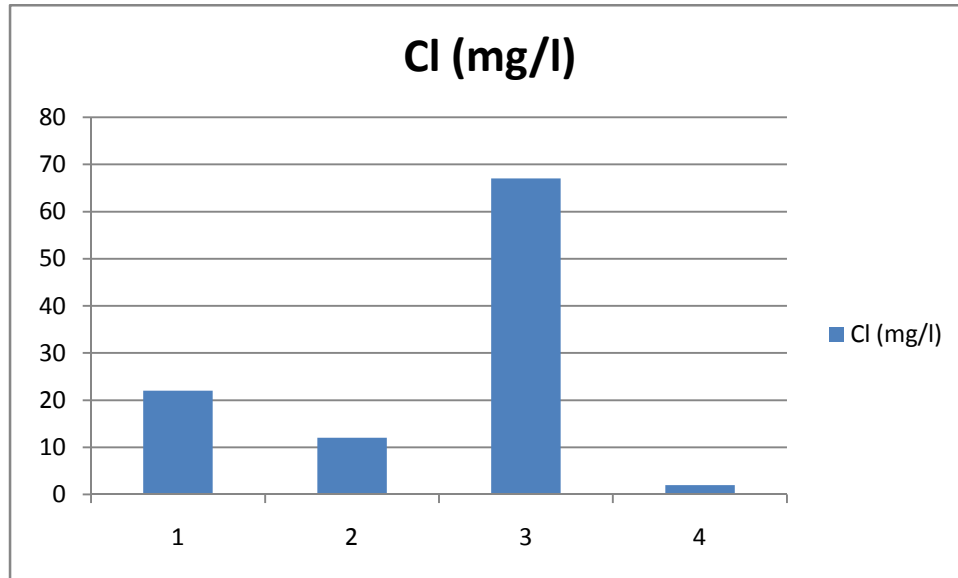


Figure n° 14 : Répartition des valeurs des Chlorures dans les eaux du marais de Bourdim

La teneur en chlorure des eaux de Bourdim est très faible car elle ne présente dans les meilleurs des cas (point 3= 70 mg/l) ce qui indique que ces eaux sont très pauvres.

3.1.6. Mesure des Sulfates (SO_4^{2-})

Les résultats des mesures qu'on a effectuées sont indiqués dans le (Tableau 12) et la (Figure 15).

Tableau n°12: Résultats des mesures des ions sulfates (mg /l).

N° Station	1	2	3	4
Période 1	3.5	3.9	4.3	4.8

La concentration en ions sulfate des eaux naturelles est très variable. Elle doit être liée aux éléments alcalins et alcalinoterreux de la minéralisation.

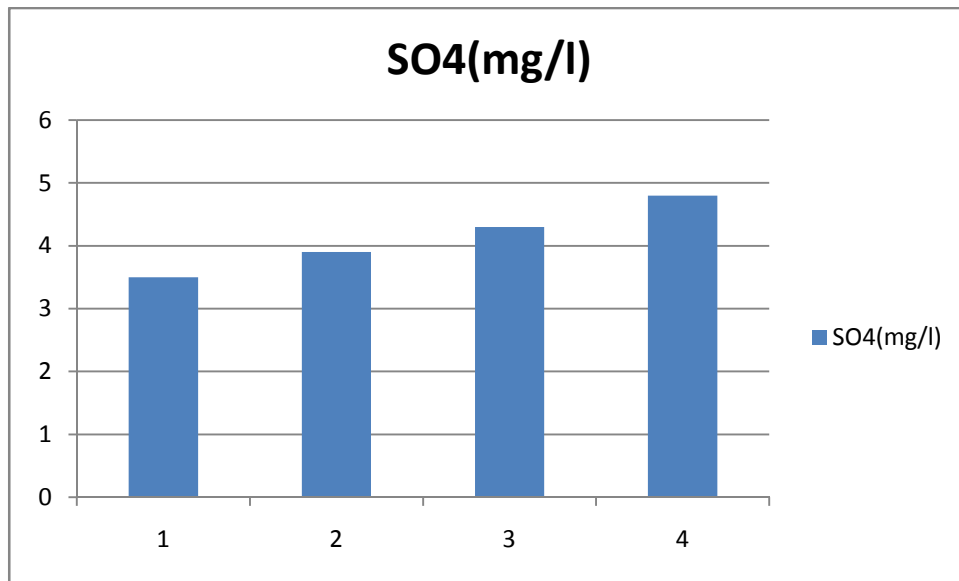


Figure n° 15 : Répartition des valeurs des Sulfates dans les eaux du marais de Bourdim

Dans le cas de Bourdim cette concentration est très faible donc pas de risque de toxicité de ces eaux.

En ce qui concerne l'écotoxicité éventuelle des sulfates, les chercheurs Nisbet et Verneaux qualifient de « normales » les eaux présentant une concentration en sulfates inférieure ou égale à 20 mg/l et de « particulières, plus ou moins séléniteuses ou polluées » les eaux de concentration comprise entre 20 et 120 m/l (RODIER, 2007).

3.1.7. Mesure des carbonates (CO_3^-).

Les résultats des mesures qu'on a effectuées sont indiqués dans le (Tableau 13) et la (Figure 16).

Tableau n°13: Résultats des mesures des ions carbonates (mg /l).

N° Station	1	2	3	4
Période 1	2.8	00	00	00

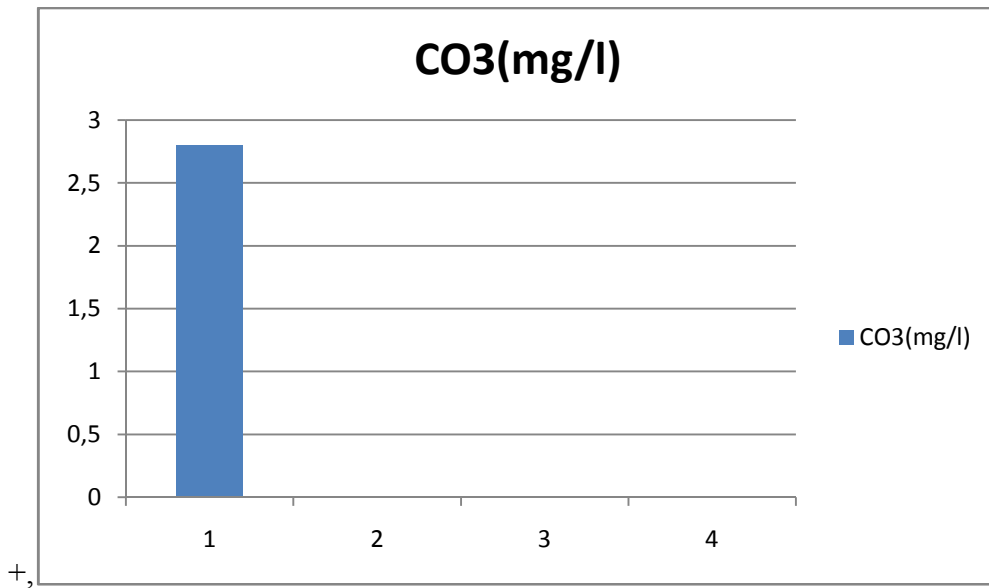


Figure n° 16 : Répartition des valeurs des carbonates dans les eaux du marais de Bourdim

La présence des ions Carbonates uniquement dans le point 4 située dans la partie la plus basse et proche de l'exutoire du marais est un indicateur d'une activité Biologique forte dans un milieu fermé (peu d'échange avec l'extérieur).

3.1.8. Mesure Bicarbonates (HCO_3^-).

Les résultats des mesures qu'on a effectuées sont indiqués dans le (Tableau 14) et la (Figure17).

Tableau n°14: mesures des ions bicarbonates (mg /l).

N° Station	1	2	3	4
Période 1	5.92	3.6	1.2	1

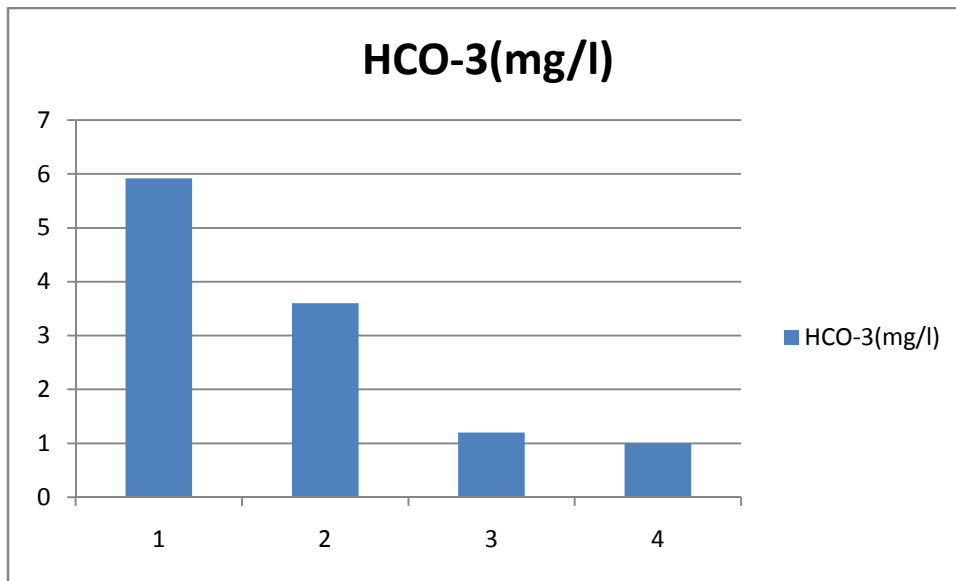


Figure n°17 :Répartition des valeurs du Bicarbonates dans les eaux du marais de Bourdim

La présence des ions Bicarbonates dans les eaux de Bourdim avec une concentration qui augmente en fonction de la dénivellation peut être lié à la fermeture progressive du milieu et à un faible mouvement de l'eau dans cette partie du marais.

3.1.9. Mesure des Ortho phosphates.

Les résultats des mesures qu'on a effectuées sont indiqués dans le (Tableau 15) et la (Figure 18).

Tableau n°15 : mesures des ions Ortho phosphates (mg /l).

N° Station	1	2	3	4
Période 1	0.29	0.1	0.42	0.36

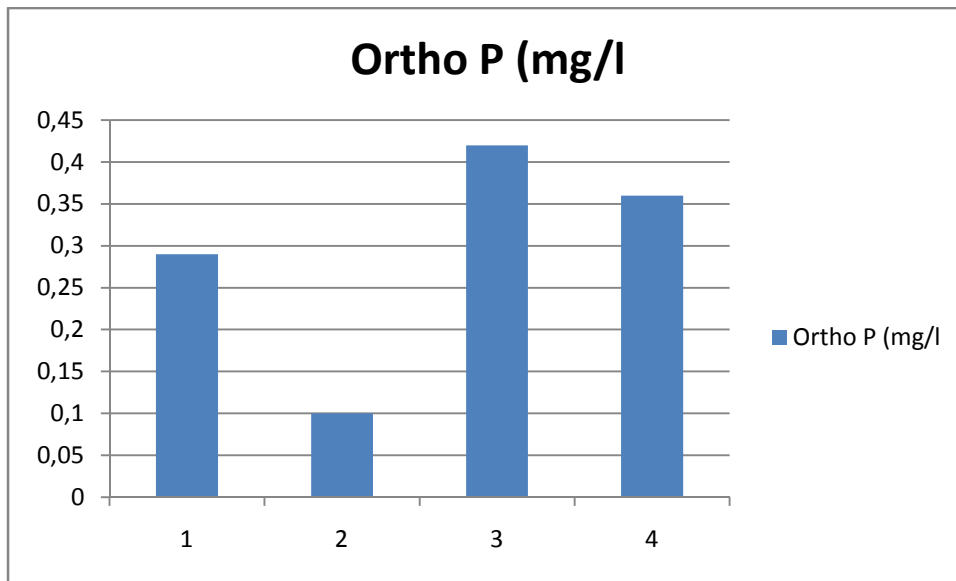


Figure n°18 : Répartition des valeurs des Ortho-phosphates dans les eaux du marais de Bourdim

Le suivi de la concentration des Orth-phosphates dans les eaux du marais montre une dépôt plus important dans le point 3 qu'est proche d'une zone à forte activité Agricole. Mais dans l'ensemble ces teneurs reste tolérable dans ces milieux.

3.1.10. Mesure du magnésium (Mg^{++})

Les résultats des mesures qu'on a effectuées sont indiqués dans le (Tableau 16) et la (Figure 19).

Tableau n°16 : Résultats des mesures des ions magnésium (mg /l).

N° Station	1	2	3	4
Période 1	0.68	0.52	1.2	0.76

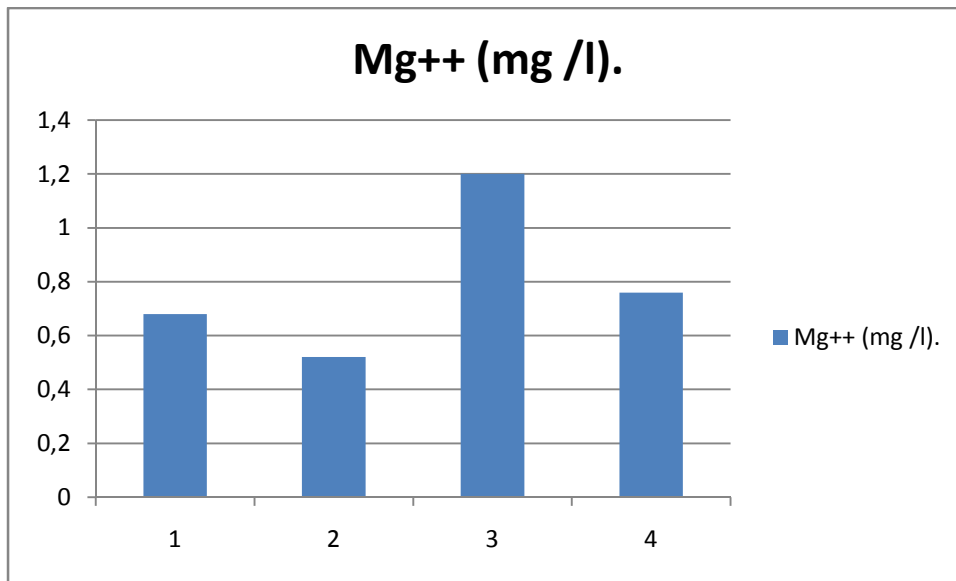


Figure n° 19 : Répartition des valeurs du Magnésium dans les eaux du marais de Bourdim

Le suivie de la charge des eaux de Bourdim en éléments minéraux particulièrement la **Ca** et le **Mg** montre que ce dernier est présent dans les eaux avec des valeurs très faible qui ne présente aucun risque sur la qualité des ses eaux.

3.1.11.Mesure du Calcium (Ca^{++})

Les résultats obtenus du calcium sont mentionnés dans le (**Tableau 17**) Et La (**Figure 20**).

Tableau n°17: Résultats des mesures des ions calcium (mg /l).

N° Station	1	2	3	4
Période 1	2.28	0.48	0.6	0.64

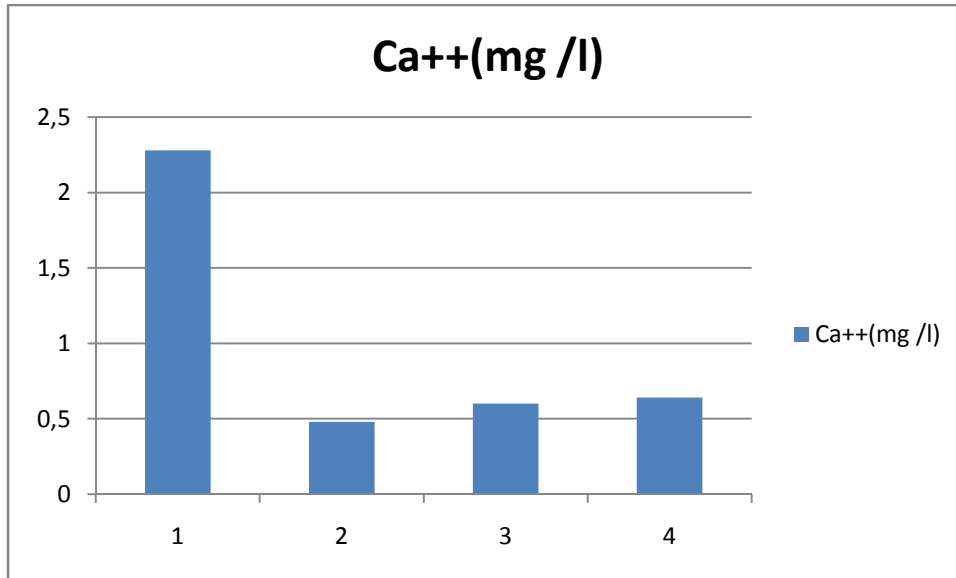


Figure n° 20 : Répartition des valeurs du Calcium dans les eaux du marais de Bourdim

La calcium, élément très important dans la qualité des eaux, car il contrôle plusieurs qualité notamment l'alcalinité.

Dans les eaux de Bourdim, et en absence de source de calcium, la teneur reste très faible dans le centre et le haut du marais devient plus importante dans la zone basse ce qui laisse pensé à un apport de calcium lié au engrais agricole.

Discussion générale

Le marais de BOURDIM occupe une dépression interdunaire ouverte vers le Sud Ouest sur l'Oued El-Kebir. Il est caractérisé par une ambiance climatique qui couvre l'étage Sub humide à humide.

Le couvert végétal dans le marais, se forme d'une Aulnaies plus au moins dégradée, d'une magniscariceae et d'un groupement de plantes aquatiques qui traduit les conditions stationnels. Sur le plan de la végétation régionale, la forêt de chêne liège dégradée occupe les flans gréseux ; alors qu'un matorral à *Quercus Coccifera*, *Olea-europea*, *Myrtus communis*, *Cistus monspelliensis* occupe les dunes sableuses .

La caractérisation des eaux provenant des quatre points a révélé que le pH est acide indiquant un milieu riche en acides organiques (milieu tourbeux) et pauvre en élément minéraux. La conductivité électrique nous livre des valeurs inférieure à 500 μ s confirmant le caractère non salin de ces eaux.

La présence d'une forte masse en suspension est liée à la matière organique fraîche ou humifié présente dans ces milieux.

L'évaluation du résidu sec nous permet de confirmer les faibles teneur en éléments minéraux notamment les sels solubles.

Les analyses spécifiques montrent que les anions (Cl^- , SO_4^{-2} , CO_3^{-2} , HCO_3^-) sont présents dans les milieux mais avec des valeurs très faibles par contre les ortho phosphates qui sont souvent associé à l'activité agricole se manifestent avec des faibles teneurs et qui peuvent être un risque potentiel de pollution de cette zone.

L'évaluation des cations Calcium et Magnésium nous permette de confirmer que ces eaux sont faiblement chargé en ces éléments.

Les résultats des analyses chimiques des eaux de Bourdim qui ont pour origines la nappe dunaire, cette dernière est alimentée uniquement par les eaux de précipitations et qui sont des eaux peu chargée en sels (**BENSLAMA ; 2004**).

Conclusion

Le marais de BOURDIM fait partie du complexe humide d'El Kala, qui se distingue par une très grande diversité écosystémique matérialisé par une succession de ceinture de végétation allons de la forêt sur dune au marais.

La végétation reflète fidèlement les conditions du milieu et on retrouve au centre des plantes aquatiques tel que le Nénuphar blanc suivie par les phragmites et le saule, puis l'Aulne et le frêne et enfin l'Erica et la forêt xérophile. Cette distribution graduelle est sous le contrôle du milieu et également le contrôle des propriétés de ce milieu elle intervient dans les processus d'épuration des eaux.

Les eaux de marais de Bourdim ont fait l'objet d'une caractérisation physico-chimique et les résultats montrent que, malgré une forte pression de l'activité agricole dans cette zone notamment en été, ces eaux sont de bonnes qualité et ne présentent aucun signe de pollution.

Cette situation risque d'être perturbée si aucune mesure de protection du couvert végétale et du substrat n'est prise.

Il est souhaitable également d'initier des travaux de surveillance de la qualité des eaux en relation avec le développement de l'activité agricole.

Résumé

Le marais de BOURDIM est une zone humide qui partie du complexe humide d'El-Kala. Ce marais se distingue par ces formations végétales, par la nature du sol et la qualité des eaux.

Les eaux de Bourdim proviennent des précipitations en passant par la nappe dunaire qui assure une bonne filtration offrant à ces eaux une bonne qualité.

Dans le but de suivre de cette qualité nous avons caractérisé des eaux provenant des quatre points représentatives de l'ensemble du marais

Les résultats obtenus montrent que ces eaux sont acides, non salin pauvre en élément minéraux très sensible à toute variations du chimisme de leur environnement.

Mots clés : Bourdim, Eau, qualité

ABSTRACT

ABSTRACT

Bourdim Marsh is a wetland that part of the wetland complex of El- Kala . This marsh is characterized by these formations , by the soil and water quality .

Bourdim waters from precipitation through the dune sheet that provides good filtration offering these waters a good quality.

The purpose of this quality followed we characterized the water from four representative points of the entire marsh

The results show that these waters are acidic, non-saline low in mineral element very sensitive to any changes in the chemistry of their environment.

Keywords: Bourdim ; Water ; quality

ملخص

ملخص

بورديم من الأراضي الرطبة التي هي جزء من مجمع الأراضي الرطبة للقالا . تتميز هذه المناطق عن طريق التشكيلات النباتية ، و من خلال نوعية التربة والمياه . تأتي مياه بورديم من هطول الأمطار التي تمر من خلال الكثبان الرملية التي توفر الترشيح الجيد و تقدم نوعية جيدة لهذه المياه والغرض من المتابعة هو تمييز النوعية لذلك قمنا بأخذ المياه من أربع نقاط تمثيلية من المستنقع كله وأظهرت النتائج أن هذه المياه حمضية ، غير مالحة منخفضة في العناصر المعدنية حساسة جدا لأية تغييرات في كيمياء البيئة المحيطة بها الكلمات المفتاحية : بورديم ، المياه ، النوعية

Références bibliographiques

Abdelbaki C. Et Boukli Hacène F. (2007). Etude Du Phénomène De Dégradation Des Eaux Souterraines Du Groupement Urbain De Tlemcen ; *Revue Des Energies Renouvelables Vol. 10 N°2 (2007) 257 – 263.*

Anonyme 1 : Université De Saskatchewan, 1984.Centre Du Développement De L'irrigation

Anonyme 2 : [Www.Wikipedia.Com](http://www.Wikipedia.Com).

Anonyme 3: www.france-libertes.org

Aouadi;H .1989. La vegetation de L'algerie Nord Orientale ;Histoire des influences anthropique et cartographique à 1/200000 .These de doctorat .Universite.Josef Fourier .Grenoble108p

Ayers R.S. Et Westcot D.W., 1994. Water Quality For Agriculture. Fao. Irrigation And Drainage Paper. N° 29 Rev. 1 Fao, Rome.

Baghdali L., 2007. La Réu en utilisation Des Eaux Usées Epurées Pour L'irrigation En Algérie Exposé A Rabat, 9-12 Juillet 2007.

Benslama M .2004 . Rôle de la matière organique dans la différenciation des sols en milieu humide sous couvert forestier (cas du bassin versant du lac Tonga) N.E.Algérien 8^{ème} journée nationale de l'étude de sole.26 -28 Oct. 2004 Bordeaux

Berne F. ; Cordonnier J., 1991. Traitement Des Eaux, Epuration Des Eaux Résiduaire De Raffinage, Conditionnement Des Eaux De Réfrigération, Ed Technip, Paris, France.

Boeglin J.C. (2006). *Contrôle Des Eaux Douces Et De Consommation Humaine. Dans: Techniques De L'ingénieur W1: Technologie Des Eaux. Techniques De L'ingénieur. Chap.P4 210, Pp : 1-24.*

Boeglin J.C. (2006). *Propriétés Des Eaux Naturelles. Dans : Techniques De L'ingénieur W1 : Technologie Des Eaux. Techniques De L'ingénieur. Chap.G1 110, Pp: 1-8.*

Boudjadja A., Messahel M. Et Pauc K. (2003). Les Ressources Hydriques En Algérie Du Nord. *Revue Des Sciences De L'eau*, 16/3. 285-304.

Références bibliographiques

- Cardot C. (1999).** *Les Traitements Des Eaux (Procédés Physicochimiques; Cours Et Problèmes Résolus)*, Ellipses. 247p.
- Coulibaly K. (2005).** *Etude De La Qualité Physico-Chimique Et Bactériologique De L'eau Des Puits De Certains Quartiers Du District De Bamako*. Thèse De Doctorat. Université De Bamako, 55 P.
- Drissi S. (2008).** *Qualité Ds Eaux De Quelques Sources Dans La Région De Souk-Ahras. Mémoire De Magister. Centre Universitaire De Souk Ahras*. 69 P.
- Duvigneaud P. (1980).** *La Synthèse Ecologique, 2^{ème} édition*, Doin Editeurs, Paris. 380 P.
- Faruqui, N., 2003.** *La Gestion De L'eau Selon L'islam*. Éditions Karthala, Paris, P144.
- Gény P., Waechter P. Et Yatchinovsky A. (1992).** *Environnement Et Développement Rural: Guide De La Gestion Des Ressources Naturelles*, Editions Frison-Roche (Ministère De La Coopération Et Du Développement, Agence De Coopération Culturelle Et Technique). 418 P.
- Kettab A., 1981.** *Traitement Des Eaux Potables*. Edition Opu. Algérie.
- Kettab A., 1992.** *Traitement Des Eaux : Les Eaux Potables ; Office Des Publications Universitaires, Ben Aknoun, Alger*.
- Masschelein W.J., 1996.** *Processus Unitaire Du Traitement De L'eau Potable*, Edition Cebedoc, Sprl Liège.
- Medkour M., 2002.** *Réutilisation Des Eaux Usées Epurées*. Forum De La Gestion De La Demande En Eau : Réutilisation Des Eaux Usées. Rabat, 26 Et 27 Mars 2002. 11 P.
- Ngô C. Et Regent A. (2004).** *Déchets Et Pollution, Impact Sur L'environnement Et La Santé*. Dunod, Paris. 134p.
- Ramade F. (2002).** *Dictionnaire Encyclopédique De L'écologie Et Des Sciences De L'environnement. 2ème Edition*, Dunod, Paris. 1075 P.
- Rodier J., 1975.** *L'analyse De L'eau : Eaux Naturelles, Eaux Résiduares, Eau De Mer*. Tome 1, 5^{ème} Edition.

Références bibliographiques

Rodier J. (1984). *L'analyse De L'eau; Eaux Naturelles, Eaux Résiduaire, Eaux De Mer.* 7^{ème} Edition. Bordas, Paris. 1334 P.

Rodier J. Et Chamsaur H. (2007). Interprétation Des Résultats Analytiques. Dans : *L'analyse De L'eau : Eaux Naturelles, Eaux Résiduaire, Eaux De Mer,* 8^{ème} Edition. J. Rodier Et Coll. Dunod. Chap. G, Pp.913-1199.

Rouleau A. Et Rasmussen H. 2006. Introduction Dans *La Détermination D'aires D'alimentation Et De Protection De Captages D'eau Souterraine.* Rasmussen, H., Rouleau, A. Et Chevalier, S. (Editeurs Scientifiques). 6 Pages. Document Diffusé Par Le Ministère Du Développement Durable, De L'environnement Et Des Parcs Du Québec. [Http://Www.Mddep.Gouv.Qc.Ca/Eau/Souterraines/Alim-Protec/Index.Htm](http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/souterraines/alim-protec/index.htm).

Tamrabet L., 2011. Contribution A L'étude De Valorisation Des Eaux Usées En Maraichage. Thèse De Doctorat, Option Hydraulique.

Toumi A., Remini B. (2004). Barrage De Foum El Gherza Face Au Problème De Fuites D'eau, *Larhyss Journal*, N° 03. 25-38

Ozenda,P . 1982 ; les negetation dans la biosfere . Edetion .Doin Parais.431p