REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET PUPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Université de Jijel

Faculté des Sciences Exactes

et des Sciences la Natureet de la vie

Département de Biologie Végétale et Animale

جامعة جيجل

كلية العلوم الدقيقة وعلوم الطبيعة و الحياة

قسم : البيولوجيا النباتية والحيوانية

Copie corrigée

S. Khaled-Khodja

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention de diplôme de Master.

Option : Toxicologie de l'Environnement

جامعة محمد الصديق بن يحيى
كلية علوم الطبيعة و الحياة
المكتبة
رقم الجرد : 1770

Thème

Contribution à l'évaluation de la qualité physico-chimique des eaux d'irrigation de la région de Béni-belaid.

Jury :

Président :Melle KHALED -KHODJA. S

Examinateur :Melle HABILA.S

Encadreur : M^{er} KRIKA. A

Présenté par :

BOUKAKA KHADIDJA

GUERMAT RAZIKA

Session : juillet 2011.

Remerciements

Avant tout, nous remercions le Dieu le tout puissant qui nous a donné la force de nous avoir permis de réaliser ce travail.

Nous tenons à remercier tout particulièrement, notre encadreur Mr. KRIKA.Apour nous avoir confié un sujet si intéressant, touchant le domaine de l'environnement. Nous lui somme extrêmement reconnaissant pour l'aide, les encouragements et les conseils qui nous sans cesse prodigués. Qu'il trouve, ici, l'expression de notre profond respect et notre sincère gratitude.

Nous adressons également nos remerciements aux membres de jury :

Melle Khaled-Khodja. S et M^{elle}Habila S.

Nos remerciements s'adressent également à tous les amis qui ont contribué de prés ou de loin pour réaliser ce travail et créer une ambiance d'étude.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

- ***Mes parents Messaoud et Fatima qui sont le soleil de ma vie***
- ***Les fleurs de son jardin : Mouloud, Nabil, Chafia, Halima, Leila, Houssem et le petit oiseau Amar, sans oublier la nouvelle personne dans la famille Saliha.***
- ***Mes amis : Sabrina, Rebha, Rebiha, Nessma, Naima, Aida, Fatima, Hayet, Fairouz, Naziha, Wahiba, Ahlam, Siham, Fatima, Nassima et mon binôme : Razika.***
- ***Tous mes collègues de la promotion de Toxicologie de l'Environnement 2011.***
- ***Tous mes collègues aussi de la promotion de Phytopharmacie et gestion des écosystèmes agricoles.***

À tous ceux que j'aime

KHADIDJA

Dédicaces

Je Dédie ce mémoire qui m'a pleinement engagé :

Amon très cher papa qui m'a guide sur le bon chemin, par ses en couragement, sa patience et ses sacrifices.

Amon très chère et tendre maman, pour tous ses sacrifices et son amour à mon égard.

A mon grande mer khadidja

A mon frère Abdelrazak

Mes sœurs : Nassima, Foza, Ratiba, Karima, kawtar, Mario.

A mon binôme khadidja.

Mes amis : Hayet, Fatima, Aida, Fairouz, Naziha,Sabi, Sabrina, Sihem, Nono,

Naima, Salma, Alima, Wahiba

Toute la grande famille et surtout : avunculaire raide, Tente Amina.

Mes amies et collèges et les profs d'écotoxicologue.

Et pour l'homme Adel.

Table de matière

Introduction

Chapitre 1. Synthèse bibliographique.

1-Les zones humides 2

1-1-Définition 2

1-2- Fonctions des zones humides..... 2

1-2-1-Rôle hydrologique 2

1-2-2- Fonction biologique 3

1-2-3- Fonction de la zone tampon..... 4

1-3- La biodiversité des zones humides (*cas de la zone humide de Béni- belaid*)..... 4

1-4-Dégradation des zones humides..... 4

1-4-1-L'agriculture..... 5

1-4-2-Les aménagements de cours d'eau..... 5

1-4-3-Les pollutions..... 5

1-4-4-Les boisements..... 5

1-5- Les eaux souterraines..... 5

1-5-1-Définition 5

1-5-2-Qualité des eaux souterraines..... 6

1-5-3- Les paramètres physico-chimiques des eaux..... 6

1-5-3-Le pH..... 6

1-5-4- La conductivité électrique..... 6

1-5-5-les Nitrates (NO_3^-)..... 6

1-5-6-les Nitrites (NO_2^-)..... 7

1-5-7- les Phosphates (PO_4^{-3})..... 7

1-6-Les normes acceptables pour les eaux d'irrigation..... 7

1-7-Les métaux lourds 7

1-7-1- Le zinc 8

1-7-1-1-L'origine 8

1-7-1-2-Les propriétés physico-chimiques 9

1-7-1-3- L'utilisation 9

1-7-1-4-Toxicité 9

1-7-2-Le cadmium 9

1-7-2-1-L'origine..... 10

1-7-2-2-Les propriétés physico-chimiques..... 10

1-7-2-3-L'utilisation 10

1-7-2-4-Toxicité..... 10

Chapitre 2. Matériels et Méthodes

2-Présentation de la zone d'étude..... 12

2-1-Situation géographique et administrative..... 12

2-2-Réseau hydrographique 13

2-3-Géologie-Pédologie 13

2-3-1-La géologie 13

2-3-2-La pédologie..... 13

2-4-Etude du climat 14

2-5- L'Agriculture (l'agro-système)..... 14

2-5-1-Les cultures sous serres..... 14

2-5-2-Les cultures de plein champ 15

2-6- Plan d'échantillonnage..... 15

2-7- Prélèvement des échantillons de l'eau..... 16

2-7-1- Nature des analyses..... 16

2-7-1-1-Le pH..... 16

2-7-1-2-La conductivité électrique 16

2-7-1-3-les nitrates..... 16

2-7-1-4-Les nitrites..... 16

2-7-1-5- Les orthophosphates..... 17

2-8- Méthode de dosage du cadmium et du zinc dan le l'eau 17

2-8-1- Préparation des extraits de l'eau..... 17

2-9-Analyse statistique..... 17

Chapitre 3. Résultats et discussion

3-Paramètres physico-chimiques..... 18

3-1- Le pH..... 18

3-2- La conductivité électrique..... 19

3-3- les orthophosphates 20

3-4- les nitrites..... 20

3-5-les nitrates..... 21

4-les éléments traces métalliques étudiés..... 22

4-1-le cadmium..... 22

4-2-le zinc..... 23

5- Discussion globale des résultats..... 24

Conclusion..... 27

Les références bibliographiques..... 28

Annexes

List des tableaux

Tableau I. Les valeurs limites des paramètres physico-chimiques pour les eaux d'irrigation..... **7**

Tableau II. Les propriétés physico-chimiques duzinc..... **9**

Tableau III. Les propriétés physico-chimiques du cadmium..... **10**

Tableau IV. Résultats brutes des paramètres physico-chimiques dans les quatre stations étudiées..... **18**

Tableau V. Résultats brutes des teneurs en Cadmium et en zinc dans les quatre stations étudiées..... **22**

List des figures

Figure 01. Cadre géographique de la réserve naturelle de Béni-belaïd..... **12**

Figure 02. Localisation des stations d'échantillonnage..... **15**

Figure 03. Les valeurs moyennes du pH enregistrés dans les stations étudiées..... **18**

Figure 04. Les valeurs moyennes de la conductivité électrique enregistrées dans les stations étudiées..... **19**

Figure 05.Les teneurs moyennes en orthophosphates enregistrées dans les quatre stations étudiées..... **20**

Figure 06.Les teneurs moyennes en nitrites enregistrées dans les stations étudiées..... **21**

Figure 07. Les valeurs moyennes en nitrates enregistrées dans les stations étudiées. **21**

Figure 08. Les teneurs moyennes en Cd enregistrées dans les stations étudiées..... **23**

Figure 09.Les teneurs moyennes en Zn enregistrées dans les stations étudiées..... **23**

INTRODUCTION

Introduction

La qualité naturelle des eaux superficielles et souterraines est sans cesse modifiée par l'introduction des substances étrangères et par les variations des différents paramètres physico-chimiques de ces eaux **(Krid, 2006).**

L'activité agricole présente une source importante de ces substances. En effet, certaines pratiques sont à l'origine de l'introduction d'éléments traces métalliques ainsi que la modification de certains paramètres des eaux d'irrigation souterraines. Les produits destinés à améliorer les propriétés physico-chimiques du sol sont souvent plus riches en éléments nutritifs et en éléments traces métalliques **(Bourrelier et Berthelin, 1998)**. Ces éléments se retrouvent dans les engrais chimiques, dans le fumier et dans d'autres engrais organiques comme le compost ou les résidus végétaux.

Objectifs de recherche

De façon générale, il s'agira d':

☞ evaluer la qualité de l'eau des puits d'irrigation dans la région de Béni-belaïd à vocation agricole,

☞ analyser les paramètres physico-chimiques de ces eaux et de vérifier s'ils répondent aux normes des eaux d'irrigation,

☞ quantifier et déterminer la teneur de ces eaux en éléments traces métalliques (particulièrement le zinc et le cadmium) et de vérifier s'ils répondent eux aussi aux normes des eaux d'irrigation.

La première partie représente une synthèse bibliographique qui contient des informations sur les zones humides et les différents paramètres physico-chimiques qui caractérisent les eaux d'irrigation.

La deuxième partie représente la partie expérimentale avec une étude générale des caractéristiques géologiques, hydrologiques, climatiques, la description de la zone d'étude, les activités agricoles pratiquées dans cette région, cette partie portera aussi sur les prélèvements, ainsi que les protocoles expérimentaux globaux avec toutes les techniques employées dans ce travail.

La troisième partie est consacrée aux résultats obtenus et leurs discussions.

Les résultats bruts de la composition chimique des eaux sont présentés en annexes, après la conclusion générale

CHAPITRE 1

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

1-Les zones humides

1-1-Définition

On appelle zones humides les terrains couverts d'eau peu profonde : les marais, les marécages, les étangs, les mares, les tourbières (les marécages dans lesquels se forment la tourbe), les lagunes **(Encarta, 2009)**.

De très nombreuses définitions peuvent être distinguées. Schématiquement, elles comportent toutes des critères liés à l'hydrologie, à la végétation et à la topographie (localisation). Ainsi on peut rappeler les plus importantes :

-Au sens de **l'UNISCO** « toute zone de transition entre les systèmes terrestres et aquatiques où la nappe phréatique est proche de la surface du sol ou dans laquelle cette surface est recouvre d'eau ».

-Au sens de la convention RAMSAR(*) « des étendues de marais, de fagnes, de tourbières ou d'eau naturelle ou artificielle, permanentes ou temporaires ou l'eau est stagnante ou courante, douce, saumâtre ou salée, y compris des étendues d'eau marines dont la profondeur à marée basse n'excède pas 6 mètres »**(Mehmeh, 2005)**.

1-2- Fonctions des zones humides

Situées en fond de vallée des fleuves et des rivières, les zones humides annexes (prairies inondables, marais tourbeux, bras morts, forets alluviales) ont un fonctionnement rythmé par les crues et les étiages, source de diversité biologique élevée. Les zones humides contribuent à la prévention contre les inondations, à l'épuration des eaux et constituent un réservoir de biodiversité. Les zones humides situées en tête de bassin régulent le régime hydrologique des cours d'eau notamment en période d'étiage. Elles ont un rôle irremplaçable dans le cycle de l'eau. Plusieurs recherches internationaux leurs reconnaît le statut d'infrastructure naturelle **(Mehmeh, 2005)**.

1-2-1-Rôle hydrologique

Les zones humides de fond de vallées sont en interaction avec l'ensemble du bassin versant. Cette interaction s'exerce à deux niveaux :

- avec le versant : les zones humides de fond de vallées sont des lieux d'accumulation des flux prévenant des versants.Ces flux peuvent être superficiels (pluies, ruissèlement) ou souterrains

(*)Ramsar : la convention de Ramsar est un traité international adopté le 02 Février 1971, pour la conservation et l'utilisation durables des zones humides. **(Chérifi, 2006)**.

(sols, nappe). Cette situation saisonnière est due à la position topographique de ces zones et en général à la présence en profondeur d'un niveau imperméable de nature pédologique ou géologique **(Mehmeh, 2005)**.

- avec le réseau hydrologique : les zones humides de fond de vallées sont le siège de débordement du réseau lors des crues occasionnelles, d'autre part, c'est le niveau d'eau libre dans le réseau hydrologique qui va en partie contrôler la capacité de drainage du système, enfin , c'est la nappe présente dans la zone de fond de vallons qui va alimenter le débit d'étiage du cours d'eau du bassin versant.

Et vue de ces interactions, **Durent (2000)** identifie trois fonctions hydrologiques majeurs des zones humides :

- Une fonction de stockage transversal : les zones humides sert de lieu de stockage de l'eau provenant du versant (nappe, ruissellement).Cette fonction dépend de deux types de facteurs : d'une part, la taille de la zone humide par rapport à celle du versant, d'autre part, la taille de la continuité spatiale avec les écoulements provenant du versant.
- Une fonction de stockage longitudinale : la zone humide peut servir de lieu de stockage de l'eau de la rivière par inondation. Cette fonction est liée à la fréquence des crues inondant et à la topographie des lits moyens et majeurs.
- Une fonction de transfert : la zone humide est une zone de transfert pour différents types d'écoulement **(Mehmeh, 2005)**.

1-2-2- Fonction biologique

Les zones humides constituent en général le support d'écosystème très riche, étant du point de vue de leur variété selon le contexte géomorphologique que de leur biodiversité. Le développement d'une activité agricole intensive dans ces zones est donc perçu de ce point de vue comme un appauvrissement.Sur le point floristique, les écosystème humides sont considérés comme des biotopes uniques pour des espèces rares et souvent menacées, sur le plan faunistique, de nombreuses espèces sont inféodées à ces systèmes et c'est en particulier le cas des poissons et d'oiseaux migrateurs, que ce soit en matière d'alimentation, de reproduction ou d'abri, les zones humides constituent là encore des écosystèmes dont toutes modifications peuvent être fatales pour les espèces considérées. Pouvoir correctement gérer le temps de résidence de la nappe dans les différents horizons du sol ou en surface est dans ce contexte nécessaire pour assurer la pérennité des potentialités écologiques de ces zones **(Mehmeh, 2005)**.

1-2-3- Fonction de la zone tampon

L'idée que les zones humides de fond vallées constituent des systèmes « filtre » ou « tampon » s'est largement développée depuis une vingtaine d'année. L'idée est que ces zones contribuent activement au maintient, voir à l'amélioration, de la qualité des eaux en jouant le rôle de « filtre physique » (piégeage des matières en suspension) et de « filtre biologique » (dégradation de nutriments sous l'action des bactéries du sol essentiellement). Il existe une abondante littérature sur la mise en évidence de ces fonctions et en particulier sur leur lien avec le fonctionnement hydrologique des bassins versants.

Un des processus qui a été le plus largement étudié dans ces zones est leur fonction « puits » vis-à-vis des flux d'azote d'origine agricole. En effet, la présence de sols engorgés favorisant les conditions d'anoxie et la présence de carbone organique facilement assimilable concourent à la dégradation des nitrates en azote atmosphérique (et parfois en NO_2) par respiration bactérienne (dénitrification). Le déclanchement de ces phénomènes est en grande partie contrôlé par les conditions redox dans les horizons superficiels du sol. La variabilité (temporelle et spatiale) des conditions propices au déclanchement de la dénitrification a été rapportée par de nombreux travaux **(Mehmeh, 2005)**.

1-3- La biodiversité des zones humides (*cas de la zone humide de Béni- belaid*)

Les espèces végétales dominantes sont représentées par *Eryngium barrieleri, Crypsis alopecuroides* et *Xanthium strumarium*, souvent accompagnées de plusieurs carlines.

L'avifaune y est représentée soit par des espèces granivores, frugivores ou insectivores comme: *Saxicola torquata L., Cisticola juncidis, Galerida cristata* et *Serinus serinus.*

Parmi les invertébrés, les insectes occupent une place importante et sont représentés principalement par :

- les coléoptères *: Capris hispanus, Atechus sacer, Phyllognatus silenus, Blaps sp, Pumelia sp.*
-les orthoptères *: Calliptamus barbarus, Acrida turrita, Aiolopus thalassinus.*
- les lépidoptères *: Pieris brassicae et Colias crocea* **(Chérifi, 2006)**.

1-4-Dégradation des zones humides

Le troisième rapport de **l'ONU** « Global Biodiversity Outlook »(*) souligne que "l'eau de zones humides peu profondes comme les marais, les marécages et les lacs peu profonds ont diminué de façon significative dans de nombreuses régions du monde."

(*) : Rapport de la conférence de Rio, Juin 1992, de l'organisation des

Selon le même rapport, les raisons de la dégradation sont:

1-4-1-L'agriculture

L'état a encouragé pendant des années les agriculteurs à intensifier leurs pratiques culturales, à utiliser des produits phytosanitaires (engrais, pesticides,...) et à mettre en culture des zones humides **(1).**

1-4-2-Les aménagements de cours d'eau

L'aménagement des cours d'eau, que ce soit pour lutter contre les crues, favoriser la navigation, soutenir les débits d'étiage (...), se traduit généralement par des interventions dans le lit des cours d'eau et par la création de canaux voir de barrages. Ces modifications engendrent une disparition de zones humides comme les répicilves ou les zones de frayères **(1).**

1-4-3-Les pollutions

Les sols lessivés par les eaux de pluie peuvent véhiculer des produits phytosanitaires qui viennent soient directement détruire la flore et donc la faune des milieux humides s'il s'agit de pesticides, soient au contraire les enrichir excessivement en éléments nutritifs.

Mais il existe également d'autres pollutions d'origine industrielle cette fois-ci. Ces pollutions sont liées aux rejets accidentels ou chroniques d'hydrocarbures, de produits dangereux, de matières en suspension....etc **(1).**

1-4-4-Les boisements

La pression anthropique reste la première menace de ces sites, sous forme d'une utilisation irrationnelle de la ressource en eau des lacs par le bais de pompage excessifs en période sèche et l'utilisation de cultures spéculatives et l'extension des terrains agricoles au détriment de formations naturelles qui renferment une grande diversité biologique **(1).**

1-5- Les eaux souterraines

1-5-1-Définition

Se sont les eaux des nappes phréatiques, ce qui correspond à 22 % des réserves d'eaux douces, soit environ 1000 milliard de m^3, leur origine est du à l'accumulation des infiltrations dans le sol qui varient en fonction de sa porosité et de sa structure géologique.

Les eaux souterraines sont habituellement à l'abri des sources de pollution, donc ils sont d'excellente qualité physico-chimique et microbiologique. **(Cardot, 2000 ; Desjardins, 1998).**

1-5-2-Qualité des eaux souterraines

La qualité des eaux correspond à un ensemble de critères physico-chimiques qui définit leur degré de pureté et par conséquent, leur aptitude aux divers usages alimentaires, domestiques, agricoles ou industriels, en fonction d'un degré croisant de pollution **(Ramade, 1992)**.

1-5-3- Les paramètres physico-chimiques des eaux

Il s'agit de paramètres facilement mesurables et qu'il est généralement utile de connaitre. Ces paramètres peuvent être mesurés par les sondes installées dans des stations d'observation de la qualité des eaux **(Gaujous, 1995)**.

1-5-3-Le pH

Abréviation de potentiel hydrogène. Le pH est une mesure de l'acidité d'une solution **(Ramade, 2002)** .Il est déterminé à partir de la quantité d'ions d'hydrogène hydronium (H^+) ou d'ions hydroxide (OH^-) contenus dans la substance. **(Rodier, 1996)**. Il se situe dans une échelle de 0 à 14.

Le pH des eaux naturelles est lié à la nature des terrains traversés et variée habituellement entre 7,2 et 7,6 **(Rejsek, 2002)**.

1-5-4- La conductivité électrique

La conductivité est un indice de l'abondance des ions dans l'eau. Les acides et les bases inorganiques ainsi que les sels contribuent fortement à la conductivité de l'eau. La mesure de la conductivité permet donc d'estimer le degré de minéralisation d'un échantillon. Elle est mesurée par unité de microsiemens par centimètre $\mu s.cm^{-1}$ **(Painchaud, 1997)**.

1-5-5-les Nitrates (NO_3^-)

Les nitrates (NO_3^-) constituent le stade final d'oxydation de l'azote organique, ils sont abondamment répondues dans le sol, dans la plus part des eaux et dans les plantes. Ils sont nécessaires à la synthèse des végétaux **(Savary, 2003)**.

En milieu naturel, leur concentration dépasse rarement 0,45 mg/l. Des valeurs supérieures indiquent des rejets d'eaux usées dans les milieux aquatiques superficielles et souterraines, et surtout une utilisation excessive de fertilisants utilisés en agriculture, **(Benaabidate, 2000)**.

1-5-6-les Nitrites (NO_2^-)

Ce sont des molécules intermédiaires qui apparaissent dans les sédiments et les eaux lors de la dénitrification sous l'action de bactéries (*Pseudomonas denitrificans*) par réduction de l'ion nitrate **(Ramade, 1998)**.

1-5-7- les Phosphates (PO_4^{-3})

Les phosphates (polyphosphates, organophosphorés et orthophosphates) sont généralement responsables de l'accélération des phénomènes d'eutrophisation dans les milieux aquatiques. Ils peuvent avoir un effet bénéfique comme sel nutritif, notamment en mer ou ils sont présents à faible dose (50 à 100$\mu g.l^{-1}$) **(Gaujous, 1995)**.

1-6-Les normes acceptables pour les eaux d'irrigation

Le tableau ici-bas résume les valeurs acceptables pour différents éléments trouvés dans l'eau d'irrigation. Ce sont des valeurs souhaitables lorsque l'eau est utilisée de façon continue.

Tableau I. Normes des paramètres physico-chimiques recommandées pour les eaux d'irrigation **(Rodier, 2005, Abdeljabar, 1993)**.

Paramètres	*Concentration maximale*
pH	7,2 à 7, 6
Conductivité	<1000$\mu S.cm^{-1}$
Orthophosphates	0,5mg/l
Nitrites	0,1mg/l
Nitrates	50mg/l
Cadmium	0,01mg/l
Zinc	0,1-0,2mg/l, pas >0,2mg/l

1-7-Les métaux lourds

Le protocole métaux lourds de convention de Genève désigne par le terme « métaux lourds » les métaux ou dans certains cas les métalloïdes et leurs composés qui ont une masse volumique supérieur à 4,5 g/cm^3. C'est en générale le critère pondérale qui définit un élément en trace.

Le terme « métaux lourds » est progressivement remplacé par « éléments en traces métalliques » ETM ou par extension « éléments traces » car certain métaux ne sont pas particulièrement lourds(le zinc), tandis que certains éléments trace toxiques ne sont pas tous des métaux : l'arsenic par exemple.

Les éléments sont dits traces lorsque leur concentration est inferieur à un pour mille dans la croute terrestre ou 0,1 pour mille chez les être vivants (<100mg/kg matière sèche).

Les métaux lourds sont caractérisés par leur persistance, leur toxicité et leur pouvoir d'accumulation dans le milieu naturel. De plus ils peuvent être transportés de l'atmosphère et se déposer dans des régions éloignées du lieu d'émission tell que l'arctique **(Radouane-Salah, 2004)**.

1-7-1- Le zinc

Le zinc est indispensable au métabolisme des êtres vivants (oligo-éléments), en particulier comme coenzyme **(Casas, 2005).** C'est un des éléments les plus abondants de la croûte terrestre. On le trouve dans l'air, les sols, l'eau ainsi que dans tous les aliments.

A l'état métallique il prend l'aspect d'un métal brillant, de couleur blanc bleuâtre (Pichard, 2005) lorsqu'il est poli. De dureté faible à moyenne à température ambiante, il devient malléable et ductile lorsque il est chauffée (entre 100 °C et 150 °C), fragile, cassant et pulvérisable à 210 °C **(Habila, 2008)**.

Habituellement le zinc est rencontré en association avec le plomb, le cuivre, l'or et l'argent. Le zinc se présente sous forme de sphalérite (sulfure), smithsonite (carbonate), calamine (silicate), et franklinite (zinc, manganèse, oxyde de fer) **(Belli, 2008)**.

1-7-1-1-L'origine

Le zinc principalement sous forme de sulfure (blende) est assez uniformément distribué dans les roches magmatiques (40 à 120 $mg.kg^{-1}$). Sa concentration est un peu plus élevée dans les sédiments argileux (80 à 120 $mg.kg^{-1}$) et les schistes alors qu'elle est plus faible dans les roches mères sableuses. Il entre naturellement dans l'atmosphère à partir du transport par le vent des particules du sol, des éruptions volcaniques, des feux de forêts et d'émission d'aérosols marins **(Casas, 2005)**.

Les émissions anthropiques sont :

-corrosion des canalisations et des toitures.

-industries : métallurgie, traitement de surface, galvanoplastie, savonneries, fabrique de bougie. **(Gaujou, 1995)**.

1-7-1-2-Les propriétés physico-chimiques

Tableau II. Les propriétés physico-chimiques du zinc **(Benmerzouk, 2008)**.

Les propriétés physicochimiques	*Valeurs*
Formule brute	Zn
N° atomique	30
Masse atomique	65,39g
Masse volumique	7,14g/cm^3
Point d'ébullition	907C°
Point de fusion	419C°
Densité	7,14

1-7-1-3- L'utilisation

Le zinc est utilisé principalement dans la protection des métaux contre la corrosion (galvanoplastie, métallisation, traitement par immersion), il entre dans la composition de divers alliages (laiton, bronze, alliages légers).Il est utilisé dans la contraction immobilière, les équipements pour l'automobile, les chemins de fer et dans d'autres composés et sert d'agent réducteur en chimie organique et de réactif en chimie analytique **(Ben Habiles, 2008)**.

Il est utilisé aussi dans :

-la fabrication des insecticides et de produits pharmaceutiques.

-fabrication de pigments pour peintures **(Gaujous, 1995)**.

1-7-1-4-Toxicité

L'inhalation de grandes quantités de zinc (par exemple de poussières de zinc ou des émanations produites par la fusion ou le soudage du zinc) est à l'origine d'une maladie spécifique, de courte durée, connue sous le nom de fièvre des fondeurs.

L'ingestion des composés de zinc provoque des troubles du système digestif, des modifications hématologiques, ainsi que de la lésion du foie, du pancréas et du rein. Cependant, les composés de zinc en exposition prolongé, induisent par voie orale une irritation gastro-intestinal et une anémie, et par inhalation une irritation pulmonaire **(Habila, 2008)**.

1-7-2-Le cadmium

Le cadmium est un élément métallique de couleur blanc brillant agent, légèrement bleuté, sa teneur est principalement déterminée par la roche mère. Cet éléments trace est plus redouté car très toxique et qui montrerait la plus grand variabilité spatiale. Considéré comme mobile et assez facilement biodisponible, il risque soit de passée dans la chaine alimentaire par l'intermédiaire des végétaux soit migrer en profondeur pour aller contaminer les nappes phréatiques **(Benmerzouk, 2008)**.

1-7-2-1-L'origine

Le cadmium est un élément relativement rare et n'existe pas à l'état natif dans la nature. Il est présent dans la croûte terrestre à des concentrations d'environ 1 à 2 ppm, où il est souvent associé au zinc et au plomb **(Habila, 2008)**.

Les principaux minerais cadmifères sont les sulfures de zinc, la sphalérite et le quartzite, dans lesquels le cadmium constitue une impureté **(Habila, 2008 ; CNRC, 1979)**. Dans l'environnement, le cadmium provient pour la plus grande partie des usines élaborant ou traitant les métaux et des unités d'incinération des déchets.

1-7-2-2-Les propriétés physico-chimiques

Tableau III. Les propriétés physico-chimiques du cadmium **(Benmerzouk, 2008)**.

Les propriétés physico chimiques	*Valeurs*
Formule brute	Cd
N° atomique	48
Masse atomique	112,411g
Point d'ébullition	765 C°
Point de fusion	321 C°
Densité	8,65

1-7-2-3-L'utilisation

Le Cd est utilise en métallurgie comme materai au de recouvrement protecteur ; il est également employé dans les pigments, les détecteurs photographique, les stabilisateurs pour plastique, c'est un sous produit de l'industrie du zinc **(Ben-Habiles, 2008)**, et entre également dans la fabrication de verre et de porcelaine **(Radouane-Salah, 2004)**.

1-7-2-4-Toxicité

Une exposition de courte durée à de fortes concentrations de poussières ou de fumées, de composés de cadmium est responsable de troubles gastro-intestinaux (nausées, vomissements,

diarrhée). Ces troubles peuvent, dans les cas sévères, se compliquer d'une déshydratation grave de l'organisme **(Habila, 2008)**.

Cependant, une toxicité chronique peut se caractérisée par la formation d'un liséré de Cd au niveau du collet dentaire, par un début de dégénérescence des muqueuses nasopharyngées, avec hyposmie et anosmie, par un emphysème et par de graves lésions rénales **(Perraud, 2004)**.

مكتبة الكلية

CHAPITRE 2

MATERIEL ET METHODES

2-Présentation de la zone d'étude

2-1-Situation géographique et administrative

La zone humide de Béni- belaid est située dans le littoral Est de la Wilaya de Jijel, à quelques 32 km de son chef-lieu. Elle se trouve à quelques 4 Km au Nord-Est du chef-lieu de la commune de Kheiri Oued Adjoul, à 6,5 km au Nord de la Commune de Djema-Beni-H'bibi et à 4 Km l'Est de Sidi-Abdelaziz. Son site constitue le prolongement de la plaine de Belghimouz vers le Nord (Figure 01).

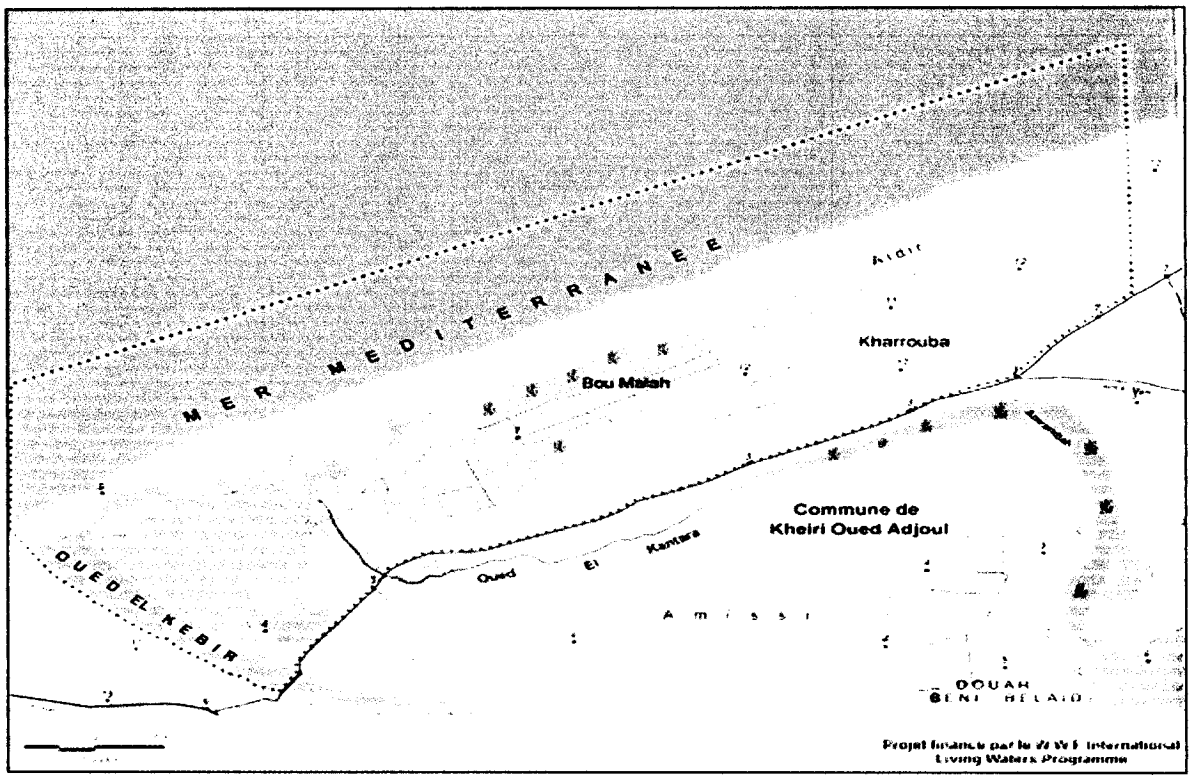

Figure 01. Cadre géographique de la réserve naturelle de Béni-belaïd **(Rapport d'office fédéral de l'environnement des forets et de paysages, 2003)**

Administrativement, elle appartient à la daïra d'El-Ancer. Elle est limitée au Nord par la mer, au Sud par des terrains agricoles, à l'Ouest par le rivage de l'Embouchure de Oued-El-Kébir et à l'Est par la jonction d'un bourrelet de dunes avec la plage. Sa superficie est de 600 ha.

L'accès au site se fait à partir de la RN°43 au niveau de l'agglomération de Belghimouz. Un deuxième accès est également possible moyennant le chemin de Wilaya (C.W 32).Ce dernier, bifurque à proximité de la commune Béni-H'bibi, traverse l'Oued-El-Kébir et rejoint le chef-lieu de la commune d'Oued Adjoul **(Rapport d'office fédéral de l'environnement des forets et de paysages, 2003).**

2-2-Réseau hydrographique

Le site de Béni-Bélaid qui constitue le prolongement Nord de la plaine alluviale de Belghimouz est drainé par un réseau hydrographique caractérisé par la fréquence élevée des confluences et la forte densité de drainage (crues rapides et puissantes). Sa nature de plaine favorise l'abondance des ressources en eaux fluviales.

Le débit de l'Oued El Kébir à El Ancer est de l'ordre de 390 hm, et à l'estuaire est de 412 hm.

Le surplus représente le débit de Oued Adjoul, qui sillonne diagonalement la plaine dans sa partie Nord. Lors des crues de faibles récurrences, il se produit des débordements et des inondations qui donnent lieu à la constitution de marécages persistants et temporaires dont celui du lac de Béni-Bélaid en témoigne **(Rapport d'office fédéral de l'environnement des forets et de paysages, 2003).**

2-3-Géologie-Pédologie

2-3-1-La géologie

La géologie de la région fait partie d'un grand contexte géomorphologique très compartimenté, reflet de la nette opposition topographique Tell-Hautes plaines qui le caractérise. Elle se caractérise également par un édifice géologique beaucoup plus complexe ; constituée une nombreuse série hétérogène empilée au cours de phases tectoniques successives.

La plaine de Béni-Bélaid est située dans l'une des séries complexes de la zone côtière du secteur des massifs anciens de la petite Kabylie, elle est délimitée par des chaînes montagneuses formées essentiellement de terrains métamorphiques et recouvertes de lambeaux oligo-miocène (argilo-gréseux) et traversées par des roches éruptives datant du miocène. Ces montagnes d'Age jeune sont très accidentées, entaillées par des vallées profondes à évolution morphologique très rapide. La plaine de Belghimouz en Est par exemple est caractérisée par des dépôts de charriages, d'alluvions d'argiles, de limons de sable fin et grossier du quaternaire **(Rapport d'office fédéral de l'environnement des forets et de paysages, 2003).**

2-3-2-La pédologie

La région de Jijel présente quatre principaux types de sol :

- sols bruns parfois lessivés, couvrant 50% de la superficie de texture moyenne à fine.

☞ sols bruns calcaires sur marne, de texture lourde, généralement peu épais sur les fortes pentes, caractérisés par une bonne capacité de rétention.

☞ sols peu évolués d'érosion, sur substrats calcaires.

☞ sols d'apports alluviales profonds, de texture variable, plus riche en éléments fertilisants **(Chérifi, 2006)**.

Dans les endroits nus du cordon dunaire où le sable est continuellement remanie par le vent, il est de couleur blanche ou beige friable et sans structure. Dans les endroits couverts de végétation (*Rétama, Tamarix*), le sable est friable en surface, de plus en plus humide et compact en dessous de couleur beige à gris. Au niveau de la partie inondée, le sol est formé de dépôts vaseux issus de la matière organique ainsi que de sédiments qui ont évolués avec le temps vers une couche compacte ou tourbière.

La pédogenèse de la région de zone donne des sols à dominance d'apports alluviaux, profonds, de texture variable plus riche en éléments fertilisants. **(Chérifi, 2006)**.

2-4-Etude du climat

Le climat est un facteur très important. Sa connaissance est nécessaire du fait qu'elle détermine la répartition générale de la végétation et de la faune, et de leur forme d'adaptation.

Le site en question est sous l'influence directe de la mer et se trouve protégé du reste par une chaîne montagneuse bordière à l'image d'une vallée élargie et ouverte uniquement d'un seul côté, le Nord. La zone à laquelle il appartient, est très pluvieuse. Cette dernière se trouve considérablement rehaussée par le rôle de compensation que joue le reste des facteurs climatiques.

Le climat de la zone d'étude est de type méditerranéen **(Mehmeh, 2005).**

2-5- L'Agriculture (l'agro-système)

L'agriculture est basée principalement sur les cultures maraîchères sous serre et en plein champ. En parallèle, les agriculteurs pratiquent un élevage extensif en laissant pâturer librement leur bétail surtout dans les prairies humides mais également dans la peupleraie et la zone dunaire. Les espèces végétales dominantes sont représentées par : ***Eryngium Barrelieri, Crypsis Alopecuroides, Xanthium Strumarium, Carlina sp, Vitex Agnus Castus, Euphorbia sp*** ...etc **(Rapport d'office fédéral de l'environnement des forets et de paysages, 2003).**

2-5-1-Les cultures sous serres

Selon les données de la délégation de l'agriculture, la superficie agricole totale est 3575 ha dont 12 ha sont réservés aux cultures sous serres pour un nombre total de 253 serres.

Les cultures maraîchères sont les plus actuellement en raison de revenues nettes supérieures par rapports au reste des cultures. C'est une forme d'adaptation aux conditions du marché et de l'évolution des systèmes culturaux vers une agriculture qui utilise les intrants chimiques.

Les principales cultures pratiquées dans la commune sont celles de première consommation telles que : la pomme de terre, la carotte, l'oignon, le poivron, ainsi que la fraise à grande échelle ces dernières années **(Rapport d'office fédéral de l'environnement des forets et de paysages, 2003).**

2-5-2-Les cultures de plein champ

Dans ces périmètres sont cultives des légumes et fruits comme le pastèque, le melon, la tomate ainsi que la fraise à grande échelle ces dernières années. Ces cultures occupent une superficie de 77,56 ha. Le choix de ces cultures a des objectifs d'abords financiers. Se sont des cultures qui permettent une récupération aisée des frais de production car les conditions naturelles sont très favorables.

2-6- Plan d'échantillonnage

Quatre stations ont été retenues au sein de notre zone d'étude en fonction de l'accessibilité du terrain (clôturé ou non). La première station est située à l'entrée de la réserve. La deuxième station située à environ 250 m de la première. La troisième station est située à environ 300 m de la deuxième, tan disque que la quatrième station est située en bas de la réserve vers le zone des lacs (Figure 02).

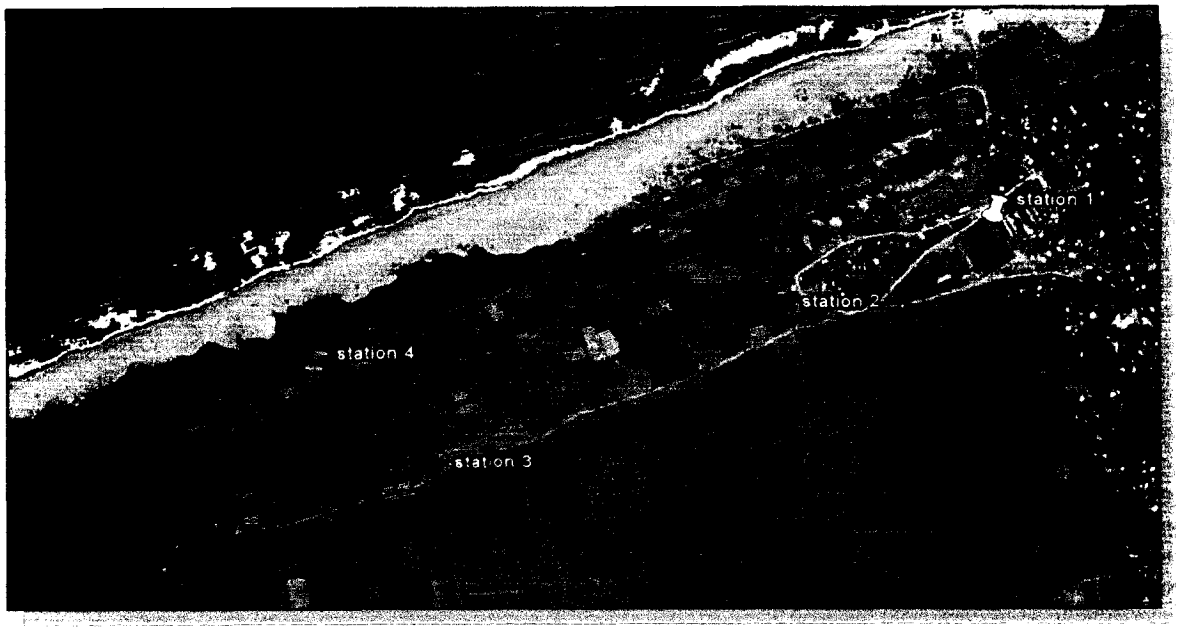

Figure 02. Localisation des stations d'échantillonnage **(2).**

2-7- Prélèvement des échantillons de l'eau

An niveau de chaque station, les échantillons de l'eau sont prélevés à l'aide d'une pompe à eau utilisée en irrigation des terres. L'échantillonnage était effectué en niveau de deux puits. Nous avons prélevé, ainsi, 08 échantillons de l'eau au total. Le pH et la conductivité électrique ont été déterminés sur les champs, tandis que pour les autres paramètres, ils ont fait l'objet des analyses au laboratoire. Pour cela, les échantillons ont été prélevés dans des bouteilles en polyéthylène et conservés au froid (0°C à 4 °C) en attendant le dosage (l'échantillonnage a été réalisé au matin).

2-7-1- Nature des analyses

2-7-1-1-Le pH

Il a été déterminé à l'aide d'un pH mètre électrique (modèle WTW H801) en plongeant l'électrode dans l'eau. Les résultats sont exprimés en unité pH.

2-7-1-2-La conductivité électrique

Elle est mesurée à l'aide d'un conductimètre de terrain (modèle 5WTW LF 90) équipé d'un dispositif de régulation ou de compensation de température qui permet une lecture directe à la température de référence de 20°C **(Rodier, 1996)**. Les résultats sont exprimés en $\mu S.cm^{-1}$.

2-7-1-3-les nitrates

Le dosage des nitrates fait appel à des méthodes relativement complexes avec une grande probabilité de constituer des interférences; de ce fait, la détermination des nitrates est délicate.

Les méthodes spéctrophotométriques exigent un échantillon limpide : les échantillons turbides doivent être filtrés sur membranes 0.45 µm. En présence de salicylate de sodium, les nitrates donnent du paranitrosalicylate de sodium, coloré en jaune et susceptible d'un dosage spectrophotométrique **(Rodier, 2005)**.

2-7-1-4-Les nitrites

La méthode à la sulfanilamide à une sensibilité de l'ordre de quelques µg/l. Il sera nécessaire d'en tenir compte pour l'interprétation des résultats et de prendre toutes précautions utiles pour la pureté des réactifs et la propreté de la verrerie.

Dans le milieu chlorhydrique, l'acide sulfanilique en présence d'ion ammonium et du phénol, forme avec les ions NO_2^- un complexe coloré en jaune dont l'intensité est proportionnelle à la concentration en nitrites **(Rodier, 2005)**.

2-7-1-5- Les orthophosphates

Les orthophosphates sont considérés comme le nutriment limitant pour la majorité des eaux stagnantes et vives. En milieu acide et en présence de molybdate d'ammonium, les orthophosphates donnent un complexes phosphomolybdique, qui, réduit par l'acide ascorbique, développe une coloration bleue susceptible d'un dosage spectrophotométrique. Le développement de la coloration est accéléré par l'utilisation d'un catalyseur, le tartrate double d'antimoine et de potassium **(Rodier, 2005)**.

2-8- Méthode de dosage du cadmium et du zinc dan le l'eau

2-8-1- Préparation des extraits de l'eau

Les échantillons de l'eau sont filtrés par le papier filtre sans cendre. Les filtres sont préalablement rincés avec l'eau à échantillonner.

L'acidification est faite à l'aide de l'acide nitrique (HNO_3) de qualité Supra pur à raison d'une goutte pour 10 ml (pH $\approx$ 2). Elle assure la conservation de l'échantillon, évite les précipitations et les adsorptions sur les parois.

Le dosage est effectué par spectroscopie d'absorption atomique (S.A.A).

2-9-Analyse statistique

Pour le calcul des statistiques élémentaires et pour une meilleure illustration des résultats nous avons procédé au calcul des moyennes, d'écart types. L'analyse statistique proprement dite est effectuée en faisant appel à l'analyse de la variance (ANOVA) à un facteur. Tous les calculs ont été effectués en utilisant le logiciel STATISTICA (version 6.0). Pour illustrer nos résultats, nous avons réalisé des histogrammes.

RESULTATS ET DISCUSSION

3-Paramètres physico-chimiques

Les résultats des paramètres physicochimiques des eaux sont consignes par leurs outils statistiques dans le tableau IV et représentés graphiquement dans les figures de 03 à 07.

- les résultats bruts de ces analyses sont consignés en annexe II.

Tableau IV. Résultats brutes des paramètres physico-chimiques dans les quatre stations étudiées.

	pH	CE	PO_4^{3-}	NO^-_2	NO^-_3
Minimum	7.56	402.00	0.15	0.10	2.41
Maximum	7.97	720.00	1.17	1.99	15.78
Moyenne	7.47	569.00	0.42	0.48	8.63
Ecart-type	1.18	124.44	0.41	0.67	5.03
IL [(1)]	*7.2 -7.6*	*<1000µs.cm^{-1}*	*0,5mg/l*	*0,1mg/l*	*50mg/l*
Nb [(2)]	**04**	0	**02**	**08**	0

[(1)] Intervalle limite des paramètres physico-chimiques selon **Rodier (1996)**.
[(2)] Nombre des valeurs supérieures à cet intervalle.

3-1- Le pH

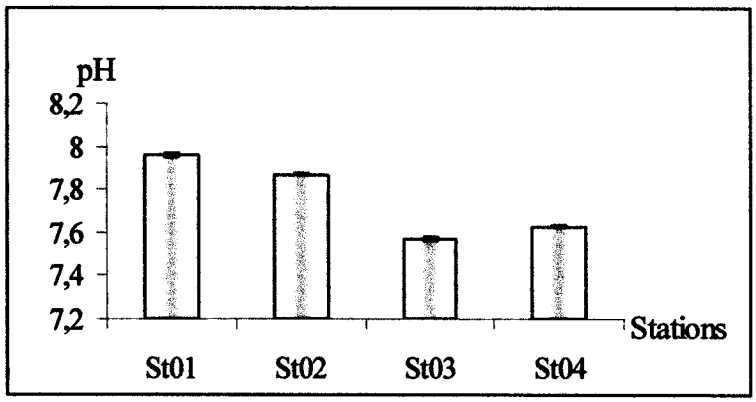

Figure 03. Les valeurs moyennes du pH enregistrés dans les stations étudiées.

Le pH d'une eau représente son acidité ou son alcalinité .D'après les résultats du tableau IV, nous constatons que les valeurs du pH varient entre un minimum de 7,56 et un maximum de 7,97 avec une moyenne de 7,47 et un écart-type de 1,18.

L'examen de la figure 03, révèle que la valeur moyenne la plus élevée est de 7,96 au niveau de la station (01), tandis que la valeur la plus faible était de l'ordre de 7,57, enregistré au niveau de la station (03).

Cependant, l'étude de la même figure 03, révèle que la variation du pH de l'eau diffère significativement d'une station à l'autre. Cette différence était vérifié par l'analyse de la variance qui montre en effet station hautement significatif ($F=510,23$; $p<0,001$).

Par ailleurs, d'après les résultats obtenus, nous constatons que moyennement, ils sont loin de dépasser la norme en vigueur recommandée pour les eaux d'irrigation (tableau IV).

3-2- La conductivité électrique

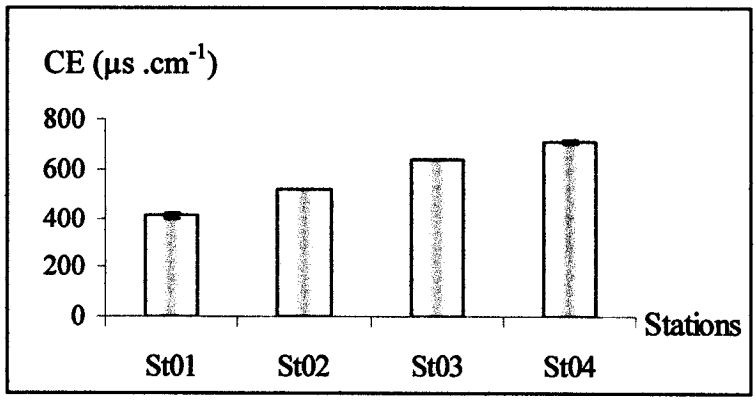

Figure 04. Les valeurs moyennes de la conductivité électrique enregistrées dans les stations étudiées.

D'après les résultats du tableau IV, il ressort que les valeurs de la conductivité électrique sont comprises entre en minimum de 402µs.cm^{-1} et un maximum de 720avec une moyenne de 569µs.cm^{1} et un écart-type de 124,44.

L'étude de la figure 04 montre que la valeur moyenne de la conductivité électrique la plus élevée est celle enregistrée au niveau de la station (04), elle est de l'ordre de 714,5µs.cm^{-1}, tandis que la valeur la plus faible est de l'ordre 408,5µs.cm^{-1} enregistrée au niveau de la station (01).

Cette variation stationnelle était vérifiée par l'analyse de la variance, qui révèle l'existence d'un effet station hautement significatif ($F=913,16$; $p<0,001$) (annexe III).

Cependant, en comparant ces résultats avec la norme recommandée pour les eaux d'irrigation (tableau IV), il s'est avéré qu'en moyenne, ils sont loin de dépasser la valeur limite.

3-3- les orthophosphates

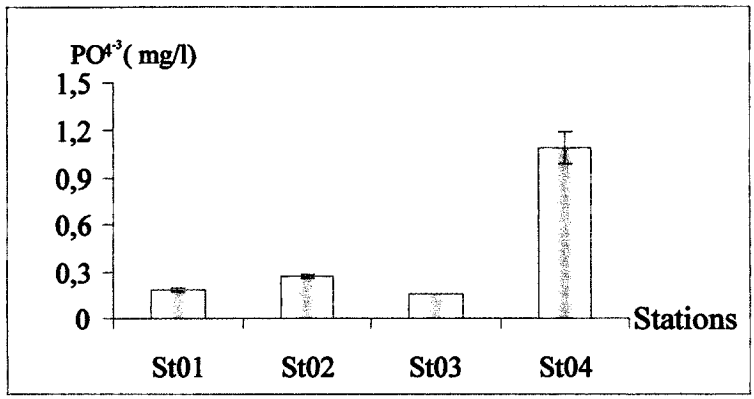

Figure 05.Les teneurs moyennes en orthophosphates enregistrées dans les quatre stations étudiées.

D'après les résultats du tableau IV, nous constatons que les teneurs des orthophosphates varient entre un minimum de 0,15 mg/l et un maximum de 1,17mg/l avec une moyenne de 0,42mg/l et un écart-type de 0,41.

Cependant, l'examen de la figure 05, révèle que la teneur moyenne des orthophosphates la plus élevée est celle de 01mg/l enregistrée au niveau de la station (04), tandis que la plus faible était de l'ordre de 0,155mg /l enregistrée au niveau de la station (03).

En effet, cette variation des teneurs moyennes en PO_4^{-3}d'une station à l'autre parait significative, ce qui était vérifié par l'analyse de la variance qui révèle un effet hautement significatif (*F=139,96 ; p<0,01*). (Annexe III).

Par ailleurs, en moyen les résultats obtenus restent toujours inferieur à la norme en vigueur recommandée pour les eaux d'irrigation (tableau IV).

3-4- les nitrites

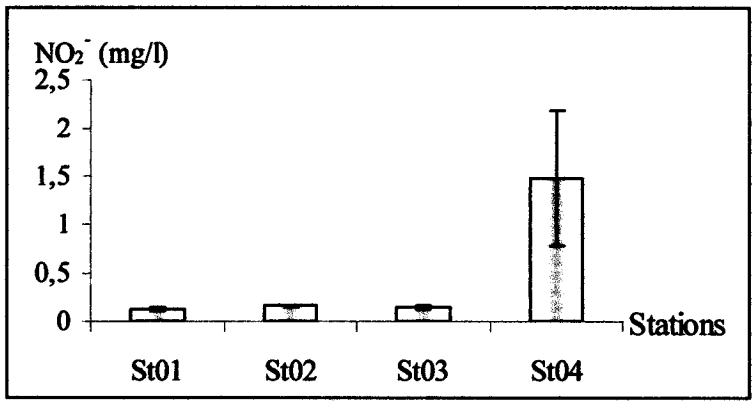

Figure 06. Les teneurs moyennes en nitrites enregistrées dans les stations étudiées.

D'après les résultats du tableau IV, les teneurs en nitrites détectées dans les eaux de la zone d'étude, varient de 0,1mg/l à 1,99mg/l avec une moyenne de 0,48mg/l et un écart-type de 0,67.

L'examen de la figure 06, permet de constater que la teneur moyenne en nitrite la plus élevée était de l'ordre de 1,482mg/l enregistrée au niveau de la station (04), tandis que la valeur la plus faible était de l'ordre de 0,122 mg/l enregistrée au niveau de la station (01).

Cependant, cette variation varie significativement d'une station à l'autre ($F=6,94$; $p<0,05$).

Par ailleurs, les teneurs en nitrites dans l'ensemble des stations dépassent largement la norme en vigueur recommandée pour les eaux d'irrigation (tableau IV).

3-5-les nitrates

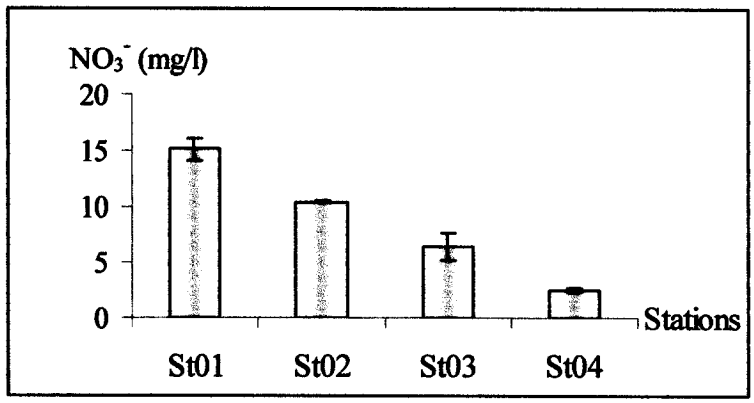

Figure 07. Les valeurs moyennes en nitrates enregistrées dans les stations étudiées.

D'après les résultats du tableau (IV), il ressort que les teneurs en nitrates varient de 2,41mg/l à 15,78mg/l, avec une moyenne de 8,63 mg/l et un écart-type de 5,03.

L'examen de la figure 07, montre que la teneur en nitrates la plus élevée était enregistrée au niveau de la station (01), elle était de l'ordre de 15,118mg/l, tandis que la plus faible valeur, était celle enregistrée au niveau de la station(04), elle était de l'ordre de 2,506mg/l.

En effet, l'analyse de la variance fait ressortir un effet station hautement significatif ($F=91,74$; $p<0,01$) (Annexe III).

Cependant, les teneurs en nitrates sont moyennement inferieures à la norme en vigueur recommandée pour les eaux d'irrigation (tableau IV).

4-les éléments traces métalliques étudiées

Tableau V. Résultats brutes des teneurs en Cadmium et en zinc dans les quatre stations étudiées.

	Cd	Zn
Minimum	1.125	0.330
Maximum	1.975	14.290
Moyenne	1.537	3.628
Ecart-type	0.244	5.728
IL [(1)]	*0,01ppm*	*0,1-0,2ppm, pas >0,2ppm*
Nb [(2)]	**08**	**08**

[(1)]Intervalle limite des paramètres physico-chimiques selon **Rodier (1996).**
[(2)]Nombre des valeurs supérieures à cet intervalle.

Les résultats des teneurs en éléments traces métalliques sont consignés par leurs éléments statistiques dans le tableau V, et en annexe II, et sous forme graphique dans la figure 08 à 09.

4-1-le cadmium

D'après les résultats du tableau V, il ressort que les teneurs en cadmium varient de 1,125ppm à 1,975ppm avec une moyenne de 1,537ppm et un écart-type de 0,244.

En effet, cette différence importante entre l'écart-type et la moyenne reflète l'existence d'une différence significative entre les stations, ceci était confirmé par l'analyse de la variance qui ressort un effet hautement significatif ($F=57,31$; $p<0,01$) (Annexe III).

Cependant, c'est la station (02) qui renferme la teneur la plus élevée en zinc (12,795ppm), comparativement à la station (03) qui renferme la teneur la plus faible (0,350ppm).

Par ailleurs, l'ensemble des stations présentent des teneurs en zinc largement supérieur à la valeur limité recommandée dans les eaux d'irrigation (tableau V).

5- Discussion globale des résultats

Pour les paramètres physico-chimiques, il ressort pour le pH que les valeurs obtenus sont acceptables et répondent à la norme en vigueur pour les eaux d'irrigation, cependant, les variations du pH sont généralement liée à la nature du sol traversée **(Rodier, 2005)**, ainsi que aux pratiques agricoles suivies **(Chippaux et al, 2002)**.

En effet, **(Sissoui et Mehidi, 2011)**, ont montré que le taux du calcaire total le plus élevées au niveau du sol était détectée à la station (01), ce dernier décroit au fur et à mesure de la station (01) à la station (04).C'est après irrigation et par phénomène de dissolution que ce dernier rejoint les eaux souterraines augmentant par la suite le pH de ces derniers.

En plus, il a était constaté que le propriétaire au niveau de la première station, pratique la technique de la brique poreuse (renfermant de la chaux CaO) pour la désinfection des eaux, ce qui contribue par conséquence à l'augmentation du pH au niveau de cette station.

Pour la conductivité électrique les résultats ont montré que ce paramètre augmente en allant de la

station (01) à la station (04), en effet une conductivité élevée, traduit soit des pH anormaux, soit le plus souvent une salinité provoquée par des rejets salins. Dans notre cas, la salinité provoquée pour les quatre stations (station 04) vient majoritairement des eaux de mer. En effet, plus on se rapproche de la mer, plus l'eau renferme notablement des sels dissous.

Les nitrates se retrouvent naturellement dans les eaux, ils proviennent en grande partie de l'écoulement des eaux sur le sol. Dans les terres à vocations agricole comme dans notre cas, leur présence est due à l'utilisation des engrais d'une part azotés, et d'autre part mixtes renfermant des nitrates à l'état pur.

Cependant, les variations de la concentration en nitrates de la station (01) à la station (04), peut s'expliquer par le stade de croissance de la végétation sous-serre ou en plein champs, qui conditionne le programme d'amendement. En effet au niveau de la station (01), la végétation traitée (la fraise) était en période de fructification, chose qui nécessite une attaque forte par les engrais azotés et mixte, pour assurer un bon rendement, tandis qu'au niveau de croissance diffère, ce qui nécessite l'utilisation des doses moins importantes. Au niveau de la quatrième station, la teneur faible en nitrate peut s'expliquer par le fait que le produit agricole était en plein récolte, et que les agriculteur ont cessé d'amender le sol depuis plusieurs semaines ;ceci à savoir que les nitrates constituent le stade final de l'oxydation de l'azote et il se retrouve naturellement dans les eaux du surface ainsi que dans les eaux souterraines surtout si le sol est de texture sableuse comme c'est le cas de notre zone.**(Rejsek, 2002)**.

Pour les nitrites, les teneurs pour les quatre stations sont supérieurs à la valeur limite recommandée pour les eaux d'irrigation. En effet, au niveau des eaux souterraines, la principale source de ces substances est le lessivage des engrais inorganiques azotés utilisés pour fertiliser les terres agricoles **(Gaudreau et Mercier, 1998)** ce qui est le cas dans notre zone d'étude. En effet la station (04) située à proximité du cordon dunaire, en aval des trois première station, laisse supposé qu'elle reçoit la plus grande partie des eaux drainées fortement chargées en nitrites.

En plus la présence des nitrites dans les eaux des puits dans la zone d'étude est due soit à l'oxydation bactérienne de l'ammoniaque, soit à la réduction des nitrates **(Kemp, 1970; Hébert et Légaré, 2000)**.

Pour les orthophosphates, la même constatation sera faite. C'est une oxydation du phosphore, et par la suite, il sera drainé, où il rejoindra la station (04) en grande quantité.

Pour les éléments traces métalliques étudiés, dans notre cas, les résultats obtenus ont montré que les teneurs en eaux de ces deux éléments ont au-delà de la valeur limite recommandée pour les eaux d'irrigation.

En effet, la présence des éléments traces dans les eaux d'irrigation, laisse supposer que leurs sources sont les engrais chimiques utilisés par les agriculteurs.

Plusieurs travaux **(Duchauffour, 1979 ; Baize, 1997; Ramade, 2000)**, ont confirmé que l'apport des fertilisants chimiques en matière d'éléments traces métalliques particulièrement Zn, Cu, Cd est de 45%.

Une fois dans le sol, ces derniers peuvent migrer verticalement ou latéralement pour atteindre les nappes souterraines.

CONCLUSION

Conclusion

Le travail réalisé était effectué au niveau de la zone de Béni-Belaid, connue ces dernières années dans la région de Jijel comme un véritable potager, en matière des légumes, par la production de la fraise à grande échelle. Cette activité agricole accélerée, nécessite l'application de certaines pratiques agricoles pour l'augmentation du rendement et l'amélioration de la qualité. Parmis ces pratiques, on cite l'utilisation des engrais chimiques et des fertilisants. Ces derniers renferment généralement, des intrants chimiques tels que les éléments traces métalliques (Zn et Cd dans notre cas).

-Des échantillons de l'eau ont été prélevés à partir des puits localisées dans le périmètre d'étude et soumis à des analyses physico-chimiques.

Les résultats obtenus, présentent une variabilité plus ou moins importantes pour le pH, CE, NO_3^-, NO_2^- et PO_4^{-3}. En moyenne les teneurs en NO_3^- et CE sont incluses dans l'intervalle limite des eaux d'irrigation, le pH et le PO_4^{-3} marquent certains dépassements de la norme de quelques échantillons, tandis que pour les nitrites (NO_2^-), la totalité des teneurs sont supérieures à la valeur limite des eaux d'irrigation.

Pour les éléments traces métalliques (Cd et Zn), les résultats des analyses montrent que les teneurs détectée pour les deux éléments sont au-delà de la valeur limite.

L'étude a montré que l'origine de ces éléments traces métalliques ainsi que les fluctuations des paramètres physico-chimiques sont dues à l'utilisation intensive des engrais chimiques.

-les résultats obtenus sont très intéressants d'un point de vue ecotoxicologique, surtout si nous savons que les produits alimentaires de la région sont commercialisés à grande échelle, et que certains agriculteurs utilisent l'eau des puits comme eau de boisson pour le bétail, risque de faire contaminer la chaine alimentaire.

LES REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1-Abdeljabar, M. (1993). Utilisation des Eaux Usées Traitées dans le Cadre du Plan Directeur des eaux du Nord.2ème Tranche Termes de Référence Techniques. Ministère de l'Agriculture, 24 p.

2-Azimi.S.(2004). Sources flux et Bilan des retombés atmosphériques des métaux En il de France. Thèse de Doctorat. Spécialité science et Techniques de l'environnement Université des ponts et Chaussées, 100 p.

3-Baiz, D. (1997). Teneurs totale en éléments traces métalliques dans les sols, Inra Edition, 408 p.

4-Belli.N. (2008). La contamination potentielle des eaux d'alimentation de la ville de Jijel par les métaux lourds serait-elle responsable de stress cellulaire. Thèse de magistère en vue de l'obtention du diplôme de magistère en biologie option ecotoxicologie.Jijel, 36,38p.

5-Benaabidate.L. (2000). Caractérisation hydrologique du bassin versant deSebou : hydrogéologie, qualité des eaux et géochimie des eaux thermales. Thèse Doctorat, 250 p.

6-Benhabiles.K. (2008). Evaluation biotoxicologique du risque de contamination de sols et des eaux naturelles par métaux lourds susceptible d'être présents dans des effluents de tannerie, Thèse de magistère en vue de l'obtention du diplôme de magistère en biologie, option ecotoxicologie,Jijel, 5,6p.

7-Benmerzouk D, BoutaouiN. (2008). Caractérisation pédologique et recherche des éléments traces métalliques dans les sols de la zone humide d'el-kennar, mémoire d'ingénieur d'état en écologie végétal et environnement, option pathologie des écosystèmes, 15-20p.

8- Bliefert.C; R. r Perrot. (2003). Chimie de l'environnement Air. Eau. Sol ; 200, pp 3- 5.

9-Boucheseiche.C ; E. Cremille ; T. Pelte ; K. Pojer. Quand les toxiques se jettent à l'eau ; Guide technique n° 7 – Pollution toxique et écotoxicoloie - Notions de base .sl, sd, 70p.

10-Bourrelier P et Bertelin J,(1998). Contamination des sols par les éléments en traces: les risques et leur gestion. Ed. Tec & Doc. 440p.

11-Casas.S. (2005). Modélisation de la bioaccumulation des métaux traces (Hg. Cd. Pb. Cu et Zn) chez la moule. *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS*, en milieu méditerranéen. Thèse doctorat Océanologie biologique, Environnement marin, Université du sud Tolon Var.

12-Cardot .C. (2002). Le traitement de l'eau procédée physicochimique et biologique .Sl.

13-Cheriffi H.(2006). Etude d'impacte du facteur d'occupation des terres sur la réservation des ressources naturelles dans une aire protégée, 4, 40,42p.

14-Chippaux V., Peltre M., Thiabaut G. (2002). Bioindicateurs et diagnostic des systèmes écologiques. Bulletin d'écologie, 17 (4), pp, 125-307.

15-Conseil national de recherches du Canada (CNRC).(1979). Les effets du cadmium dans l'environnement canadien». CNRC n° 16744. Ottawa (Ont.).

16-Desjardins.R.(1998). Le traitement des eaux de rivière ; 2ème édition école polythétique.sl. , édition debeoeck.

17-Di Bene Detto.M, Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne, les métaux lourds.sd, 45p.

18-Duchauffour P. (1979). Pédologie I: pédogenèse et classification.Ed; Masson. Paris, 447p.

19-Durent.L.(2000). Nappes superficielles et hydrologie des zones humides de fond des vallées.sl, 65p.

20-Gaudreau .D, Mercier. (1998). La contamination en milieu rural. Régie régionale de la santé et des services sociaux, Mowteregie, direction de la santé publique, Québèc.ISBN-98342-107.

21-Gaujous, D. (1995). La pollution des eaux aquatiques : aide mémoire. Lavoisier Tec et Doc. Paris ; 200p.

22-Habila.S.(2008). Etude de l'impact de barrage de Béni-Harroune Sur l'environnement : effets ecotoxicologiques. Thèse de magistère en vue de l'obtention de diplôme de magistère en biologie, option ecotoxicologie, Jijel, 28,29, 38p.

23-Hébert S ; Légaré S. (2000). Suivi de la qualité de l'eau des rivières et petits cours d'eau, Québec, Direction de suivie de l'état de l'Environnement, Ministère de l'Environnement, Envirodoc, N° 0141, rapport Qe-123, 24 p.

24-Kemp P. (1970). The Ecology of runing waters. Liverppool, 155p.

25-Krid, L, (2006). Evaluation spatio-temporelle de la qualité physico-chimique des eaux du lac El-Kannar, mémoire d'ingénieur d'état en vue de l'obtention de diplôme d'ingénieur d'état en écologie végétal et environnement, option pathologie des écosystèmes, 1p.

26-Lemière.B ; J.J. Seguin ; G. Le. Guern ; D. Guyonnet ; Ph. Branger. (2000). Guide sur le comportement des polluants dans le sol et les nappes , édition BRGM.

27-Mehidi, A ; Sissaoui,N.(2011). Evaluation de la contamination par les ETM des sols à usage agricole dans la région de Béni-belaid.Mém. Master, Phytopharmacie et géstiondes agro-système. Univ, Jijel.

28- Mehmeh .T.(2005).Évaluation spatio-temporelle de la qualité physico-chimique des eaux du lac d'El-Kannar.en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en écologie végétale et environnement. Option : pathologie des écosystèmes. Jijel. 2, 3, 4, 5,6p.

29- Mekircha, F.(2008). Evaluation du risque de contamination environnementale par les métaux lourds susceptibles d'être présents dans les produits fertilisent agricoles. En vue de l'obtention du diplôme de magistère en biologie, option ecotoxicologie, Jijel, 34p.

30- Microsoft Encarta.(2009).

31-OFEEP. (2003). Rapport d'office fédéral de l'environnement des forets et de paysages.DERN, 18p.

32-Painchaud , Ph. (1997). La qualité de l'eau des rivières du Québec états de tendances. ; rapport Ministère de l'Environnement et de la Faune, 67p.

33- Perraud.R, Eduard krahe.(2004). Guide pratique de toxicologie, De boeck, Paris, 166p.

34-Pichard.A. (2005). Le cuivre et ses dérivés,Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques ; INERS, 45p.

35- Ramade F, (2002). Dictionnaire encyclopédique d'écologie et de science de l'environnement ; 2ème Edition DUNOD, 101, 125p .

36-Ramade, F.(2000). Dictionnaire encyclopédique des pollutions, Ediscience internationale, Paris, 512 p.

37-Ramade, F.(1998). Dictionnaire encyclopédique des sciences de l'eau. Ediscience. Paris ; 786p.

38- Ramade,F.(1992). Précis d'Ecotoxicologie .Paris, 101, 125 p.

39-Redouane-Salah S.(2004). Etude de la toxicité des rejets métalliques du complexesidérurgique d'El-Hadjar (Annaba) sur deux modèles cellulaires : *Tetraselmis suecica* et *paramecium sp* .Thèse de magistère en vue de l'obtention du diplôme de magistère, option toxicologie,Jijel, p1, 8,9.

40-Rejsek, F. (2002). Analyse des eaux, aspect réglementaire et technique. Bordeaux ; 360p, 420p.

41-Rodier J. (2005). Analyse physico-chimique des eaux naturelles. **In**: l'analyse de l'eau : aux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer, DONOD, 8ème Ed, Paris.

42-Rodier J. (1996). L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer, chimie, physicochimie,microbiologie, biologie, interprétation des résultats, Paris (France), Dunod, 1384p.

43- Savary, P. (2003). Guide de l'analyse de la qualité de l'eau. Techni. Cité ; 283p.Sd.

Les sites web :

(1) http://www.algeria.strabon.org.

(2) http://www.google earth .com

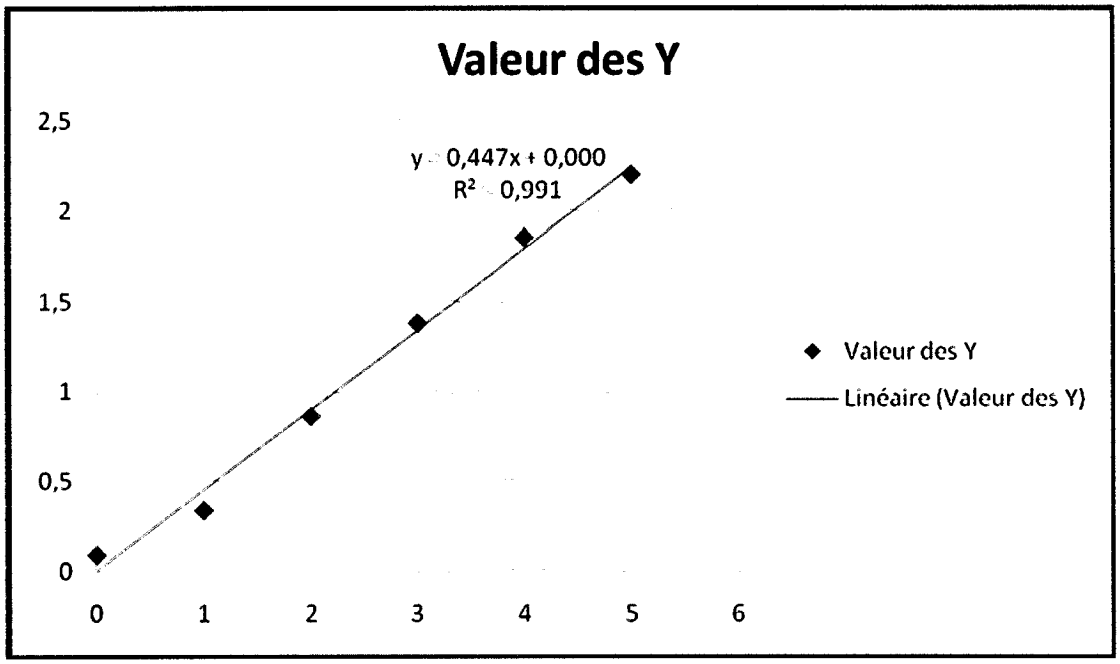

Figure 01 .Courbe d'étalonnage des orthophosphates.

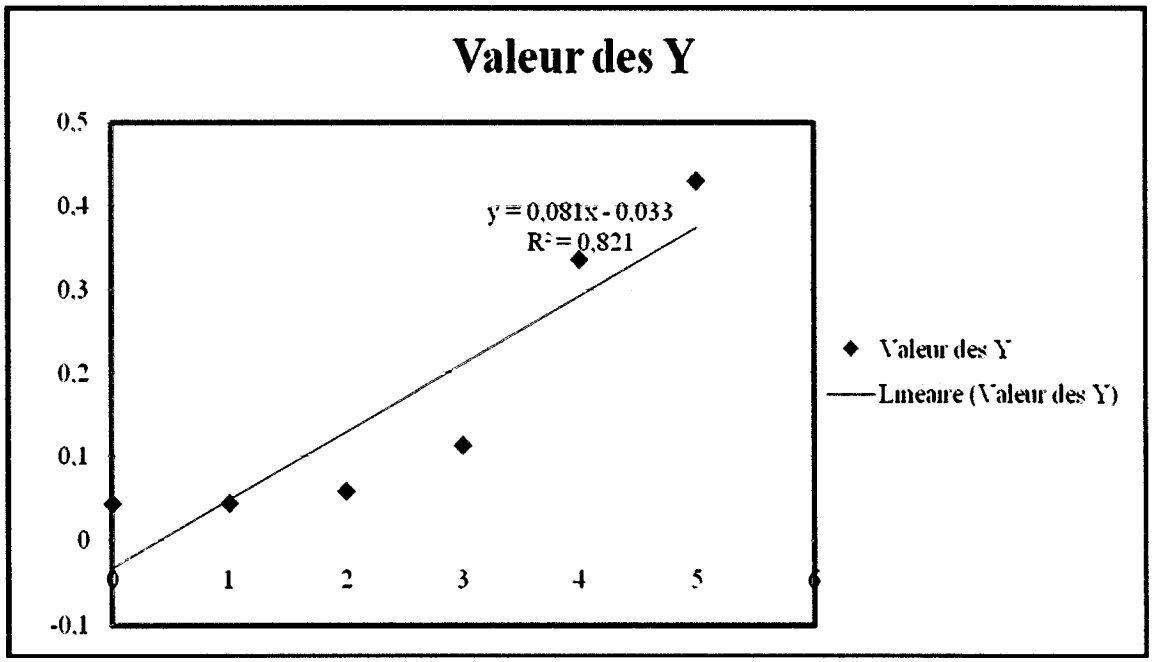

Figure 02. Courbe d'étalonnage des nitrites.

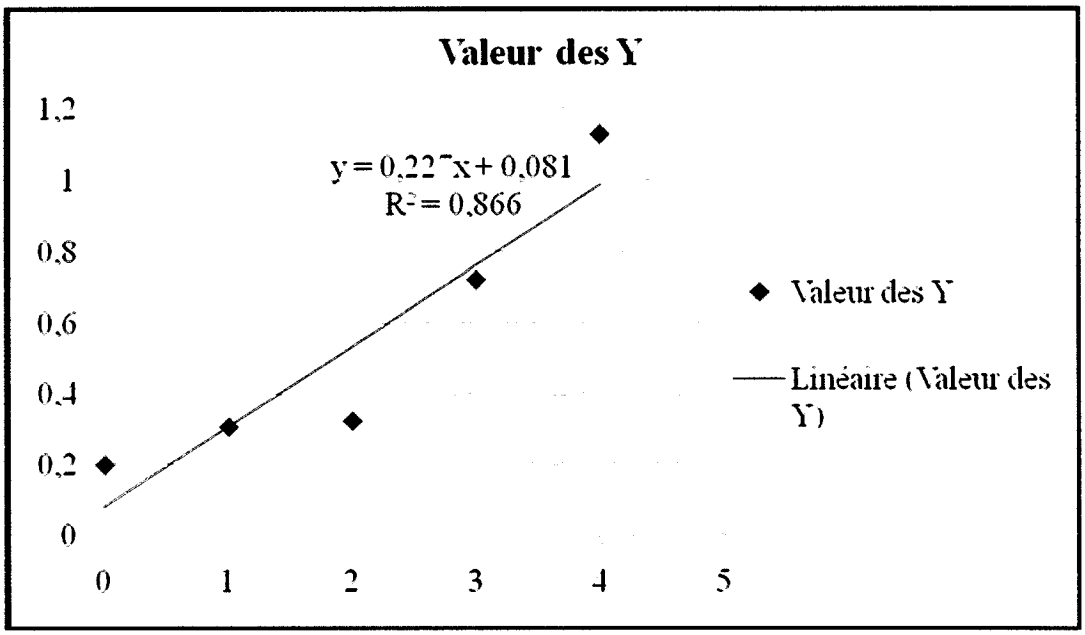

Figure 03. Courbe d'étalonnage des nitrates.

Résultats brutes des paramètres étudiés.

Tableau I. Résultats brutes des paramètres physico-chimiques dans les quatre stations étudiées.

Stations	pH	CE	PO_4^{3-}	NO^-_2	NO^-_3
St 01	7,950	415,000	,186	,141	15,781
St 01	7,970	402,000	,167	,103	14,455
St 02	7,870	519,000	,277	,163	10,361
St 02	7,880	515,000	,260	,154	10,477
St 03	7,560	635,000	,154	,163	5,563
St 03	7,580	637,000	,157	,138	7,374
St 04	7,560	720,000	1,020	,975	2,415
St 04	7,580	709,000	1,170	1,990	2,597

Tableau II. Résultats brutes des teneurs en Cd et en Zn dans les quatre stations étudiées.

Stations	Cd (ppm)	Zn (ppm)
St 01	1,615	0,49
St 01	1,975	0,365
St 02	1,675	11,3
St 02	1,375	14,29
St 03	1,495	0,365
St 03	1,485	0,335
St 04	1,125	0,33
St 04	1,555	1,55

Résultats statistiques

Test ANOVA pour pH

STATISTICA: ANOVA/MANOVA - [Synthèse de tous les Effets; plan: (pfe(eau)2011.sta)]

Fichier Edition Affichage Analyse Graphiques Options Fenêtre Aide

3, Options Colonnes Lignes

Suite... 1-STATIONS

Effet	dl Effet	MC Effet	dl Erreur	MC Erreur	F	niveau p
1	3	,082912	4	,000163	510,2308	,000013

Test ANOVA pour la CE.

STATISTICA: ANOVA/MANOVA - [Synthèse de tous les Effets; plan: (pfe(eau)2011.sta)]

Fichier Edition Affichage Analyse Graphiques Options Fenêtre Aide

3, Options Colonnes Lignes

Suite... 1 Galerie Graphique

Effet	dl Effet	MC Effet	dl Erreur	MC Erreur	F	niveau p
1	3	36082,33	4	38,75000	931,1570	,000004

Test ANOVA pour le PO_4^{-3}.

STATISTICA: ANOVA/MANOVA - [Synthèse de tous les Effets; plan: (pfe(eau)2011.sta)]

Fichier Edition Affichage Analyse Graphiques Options Fenêtre Aide

3, Options Colonnes Lignes

Suite... 1-STATIONS

Effet	dl Effet	MC Effet	dl Erreur	MC Erreur	F	niveau p
1	3	,405180	4	,002895	139,9645	,000166

Test ANOVA pour le NO_2^-.

STATISTICA: ANOVA/MANOVA - [Synthèse de tous les Effets; plan: (pfe(eau)2011.sta)]

Fichier Edition Affichage Analyse Graphiques Options Fenêtre Aide

3, Options Colonnes Lignes

Suite...

1-STATIONS

Effet	dl Effet	MC Effet	dl Erreur	MC Erreur	F	niveau p
1	3	,896728	4	,129047	6,948856	,045903

Teste d'ANOVA pour le NO_3^-.

STATISTICA: ANOVA/MANOVA - [Synthèse de tous les Effets; plan: (pfe(eau)2011.sta)]

Fichier Edition Affichage Analyse Graphiques Options Fenêtre Aide

3, Options Colonnes Lignes

Suite...

1-STATIONS

Effet	dl Effet	MC Effet	dl Erreur	MC Erreur	F	niveau p
1	3	58,31340	4	,635572	91,74947	,000383

Présenté par :

Boukaka Khadidja

Guermat Razika

Date de soutenance :

03 Juillet 2011

Thème : Contribution à l'évaluation de qualité physico-chimique des eaux d'irrigation de la région de Béni-belaid.

En vue de l'obtention de diplôme : Master, option : Toxicologie de l'Environnement.

Résumé

Dans le cadre de l'évaluation de la qualité des eaux d'irrigation dans la région de Béni-belaid quatre stations ont été choisies de l'entrée de la réserve jusqu'à la zone des lacs.

L'étude des paramètres physico-chimiques, a montré que pour les nitrates et la conductivité électrique, le pH et les orthophosphates la situation savère normale, alors que pour les nitrites la situation est préoccupante.

Pour les éléments traces métalliques, au niveau des quatre stations, les teneurs moyennes sont en totalité au-delà de la norme en vigueur.

Mots clés : Eaux d'irrigation, paramètres physico-chimiques, éléments traces, Béni-belaid.

Abstract

As part of assessing the quality of irrigation water in the region of Beni-Belaid four stations were chosen from the entrance to the reserve to the area lakes.
The study of physico-chemical parameters showed that for nitrate and electrical conductivity, pH and orthophosphate saver normal situation, whereas for nitrite the situation is worrying.
For trace metals, at the four stations, the average grades are totally beyond the current standard.

Keywords: Irrigation water, physic-chemical parameters, trace elements, Beni-belaid.

ملخص

في إطار تقييم نوعية مياه الري في منطقة بني بلعيد؛ تم اختيار أربع محطات من مدخل المحمية إلى بحيرات المنطقة.
وأظهرت دراسة المعايير الفيزيوكيميائيةانه بالنسبة للنترات والناقلية الكهربائية ، ودرجة الحموضة والفوسفات نسب التراكيز كانت عادية ، في حين بالنسبةللنتريت الوضع يبعث على القلق ؛أما بالنسبةلتتبع المعادن ، في الأربع محطات ، فمتوسط التراكيز المسجل قد تخطى الحد المسموح به.

الكلمات المفتاحية : مياه الري، المعايير الفيزيوكيميائية، العناصر النادرة، بني بلعيد.