

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie  
Département des Sciences Biologiques de l'Environnement  
Filière: Sciences Biologiques  
Option: Environnement et Santé Publique



Réf.....

Mémoire de Fin de Cycle  
En vue de l'obtention du diplôme

## **MASTER**

### *Thème*

**Analyse de quelques paramètres physicochimiques et de métaux lourds dans les zones humides de la Kabylie et leurs impacts potentiels sur la faune.**

Présenté par:

**Melle.Mazrou Lydia. & Melle.Tekili Damia**

Soutenu le : **22 Juin 2017**

Devant le jury composé de :

	<b>Grade</b>	
M.BENHAMICHE .N	Maitre de conférences C. A	Président
M. DAHMANA.A	Maitre assistant classe A	Encadreur
Mme. MOUNKOU.N	Maitre assistant classe A	Examineur

**Année universitaire: 2016/2017**

# *Remerciements*

*On tient avant tout à remercier Dieu tout puissant de ne donné la force et la volonté pour achever ce modeste travail.*

*on voudrait d'abord adresser toute notre gratitude et nos profonds remerciements à monsieur **DEHMANA**, on le remercie de nous avoir encadré, orienté, conseillé et l'intérêt qu'il a donné à notre travail et aussi pour sa disponibilité et ses avis éclairés.*

*Nous remercions notre Co-promoteur monsieur **KARAR** pour son aide, pour son soutien, et sa disponibilité.*

*Nous remercions également les membres du jury : monsieur **BENHAMICHE** et madame **MOUNKOU** pour avoir bien voulu prendre le temps d'évaluer et juger notre travail.*

*Nous remercions toute l'équipe du laboratoire de recherche en écologie et environnement.*

*Nous remercions également les enseignants de la faculté de science de la nature et de la vie pour tout le savoir qu'ils ont su nous transmettre durant ces années.*

*Enfin, nous remercions tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*

***Damia & Lydia***

# *Dédicace*

*C'est avec de profondes gratitudee et sincères mots que*

*Je dédie ce modeste travail de fin d'étude à mes chers parents, que nulle dédicace ne puisse exprimer mes sentiments, pour leur patience illimitée, leur encouragement contenu, leur aide. Que dieu les protège.*

*Mes chères sœurs : Radia, Melissa, Lyna*

*Mes deux grands mères*

*Mon oncle Boukhalfa, sa femme et ses deux enfants.*

*A ma chère cousine wardia*

*A tous les membres de ma famille sans aucune exception.*

*A tous mes amis en particulier (la psychologue Amel) et ma binôme, et tous ceux qui m'ont soutenue de près ou de loin.*

***Damia***

# *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail à mes chers parent, mon père **Akli**, et ma mère **Samia**, qui m'ont*

*Toujours aidé et soutenue durant toute ma vie, qui ont fait de moi tout*

*Ce que je suis aujourd'hui que dieu vous protège.*

*A mes adorables frères ; **Sofiane** et **Mourad**, merci infiniment pour ce que vous*

*Avezfait pour moi.*

*A mon cher fiancé pour son soutien et son amouret sa famille au complet*

*A ma chère copine **Sarah** pour sa gentillesse.*

*A mes tantes **Malika** et **Saliha** ainsi leurs enfants.*

*A ma chère binôme **Damia** et toute sa famille*

*Je dédie ce mémoire à toute la promotion ESP 2016/2017*

***Lydia***

## Liste des abréviations

PH: Potentiel Hydrique

DO: Oxygène Dissous

T: Température

ETM: Eléments Traces Métallique

Pb : plomb

Cd: Cadmium

Cu : Cuivre

O<sub>2</sub> : Oxygène

HNO<sub>3</sub>: Acide Nitrique

HCL : Acide Chlorhydrique

SAA : Spectrophotomètre D'absorption Atomique

ACP : Analyse Composante Principale

°C: Degré Celsius

μs: Microséisme

PNB : Produit National Brute

psu : practical salinity unit

## Liste des tableaux

<b>Tableau:1.1</b>	: flux des métaux lourds dans l'environnement.....	<b>10</b>
<b>Tableau:2.1</b>	Les différents sites d'échantillonnages.....	<b>16</b>
<b>Tableau: 3.1</b>	Mesure des paramètres physico-chimiques au niveau des onze sites de prélèvement.....	<b>21</b>
<b>Tableau: 3.2</b>	concentrations moyennes en métaux lourds (exprimées en ppm) au niveau de chaque site de prélèvement.....	<b>24</b>
<b>Tableau: 3.3</b>	Matrice de corrélation des paramètres mesurés dans les sites d'échantillonnages.....	<b>28</b>

---

## Liste des figures

<b>Figure: 1.1</b>	Caractéristiques des zones humides dans le continuum entre écosystèmes terrestres et écosystèmes aquatiques d'eau profonde.....	<b>4</b>
<b>Figure: 2.1</b>	Zone d'étude (Image Google Earth).....	<b>15</b>
<b>Figure: 2.2</b>	La spectrométrie absorption atomique à flamme.....	<b>19</b>
<b>Figure:3.1</b>	teneurs moyennes en plomb en ppm au niveau des 11 sites échantillonnés.....	<b>25</b>
<b>Figure: 3.2</b>	teneurs moyennes en cadmium en ppm au niveau des 11 sites échantillonnés.....	<b>26</b>
<b>Figure:3.3</b>	teneurs moyennes en cuivre en ppm au niveau des 11 sites échantillonnés.....	<b>27</b>
<b>Figure : 3.4</b>	Représentation des variables mesurées sur le plan factoriel PC1 et PC2 de l'analyse de la composante principale.....	<b>29</b>

# Sommaire

## Liste des abréviations

## Liste des tableaux

## Liste des figures

Introduction .....	1
<b>CHAPITRE 1 : synthèse bibliographique</b>	
<b><u>Partie 1</u> : Généralité sur les zone humide.....</b>	<b>3</b>
1-Définition des zones humides.....	3
2-Fonctions des zones humides.....	4
2-1-Fonctions biogéochimiques des zones humides.....	4
2-2-Fonctions hydrologiques des zones humides.....	5
2-3-Fonctions écologiques.....	5
3- Qualité physico-chimique de l'eau.....	5
4-La biodiversité des eaux douces et les menaces pesant.....	6
5-Importance des zones humides en Algérie.....	7
6-Menace sur les zones humides en Algérie.....	7
<b><u>Partie 2</u> : Les métaux lourds dans l'environnement.....</b>	<b>8</b>
1-Généralité sur les métaux lourds .....	8
2-Les métaux lourds dans les milieux aquatiques .....	9
3-Phénomène de Bioaccumulation.....	11
3.1-La bioaccumulation.....	11
3.2-La bioconcentration.....	11
3.3-La bioamplification.....	11
4-Les éléments à traces étudiés.....	11
4.1-Le cadmium(Cd).....	12
4.2-Le Plomb (Pb).....	12
4.3-Le cuivre.....	13
<b>CHAPITRE 2 : Matériel et méthodes</b>	
1- Description de la zone d'étude.....	14
1.1.-Situation géographique.....	14
1.2- Caractéristique globale du climat en Kabylie.....	14
2. Echantillonnage.....	15
2.1- Choix des sites.....	15
2.2- Méthode d'échantillonnage.....	16
3- traitement des échantillons prélevés.....	16
3.1.Matériel utilisé.....	16
3.2- Préparation des échantillons pour dosage.....	16
3.2.1- Minéralisation.....	17

3.2.2- Filtration.....	17
4- Dosage des métaux lourds par Spectrométrie absorption atomique.....	17
5-L'analyse composante principale.....	18

### **CHAPITRE 3 : Résultats et discussions**

1-les paramètres physico-chimiques.....	19
1.1.Le pH .....	19
1.2. La Température.....	20
1.2.L'oxygène Dissous.....	20
1.3.Conductivité.....	21
1.4. La salinité .....	21
2. Les concentrations moyennes en métaux lourds au niveau des sites Echantillonnés.....	21
3. Concentrations et niveaux de contamination de chaque métal.....	22
3.1. Le plomb.....	22
3.2. Le cadmium.....	23
3.3. Le Cuivre.....	24
4. Résultats de l'analyse en composante principale.....	25
5. Impact potentiel des métaux sur la faune aquatique.....	27
5.1. Impact potentiels sur les invertébrés d'eau douce.....	28
5.2. Impact potentiels sur les amphibiens.....	28
Conclusion.....	29
Références bibliographiques.....	30



### **Introduction :**

Toutes proportions gardées, l'eau douce est un élément plutôt rare à la surface de la terre. En effet, l'hydrosphère est constituée d'environ 97.5% d'eau salée contre seulement 2.5% d'eau douce. Les eaux de surface, qui conditionnent l'existence des écosystèmes aquatiques superficiels, représentent seulement 0.6% des eaux douces. Pourtant, les écosystèmes aquatiques continentaux jouent un rôle déterminant dans la vie de nombreuses espèces végétales et animales, dont l'homme (**Lévêque, 1996**).

Des centaines de polluants sont déversés chaque jour dans l'environnement. Parmi eux, les métaux lourds qui sont considérés comme des polluants graves de l'environnement aquatique à cause de leur rémanence et leur tendance à la bioaccumulation dans les organismes aquatiques (**Harte &Legre, 1991**).

Les problèmes associés à la contamination par les métaux lourds ont été tout d'abord mis en évidence dans les pays industrialisés, en raison de leurs développements industriels plus importants, et spécialement à la suite d'accidents dus à une pollution par le cadmium en Suède et le mercure au Japon (**Jobin, 2006**). Bien que le niveau des activités industrielles soit relativement moins élevé dans la plupart des pays africains, on y observe une prise de conscience croissante sur la nécessité de gérer rationnellement les ressources aquatiques (**Rashed, 2001**).

Pour gérer rationnellement et maîtriser la pollution des eaux, il faut arriver à étudier tout ce qui concerne la charge, la distribution et le sort des contaminants, y compris les métaux lourds qui se déversent dans les écosystèmes aquatiques. Comme tous les autres pays du monde, les eaux de surface en Algérie n'échappent pas au fléau de la pollution et l'activité anthropique demeure la cause principale de la dégradation de la qualité des eaux de surface (**Bendjama, 2014**).

Dispersées dans nos paysages naturels, agricoles ou péri-urbains, les zones humides sont aujourd'hui reconnues pour l'importance de leurs écosystèmes en tant que support de la biodiversité aquatique et de la préservation de la qualité de l'eau(**Maman et al., 2010**).Les écosystèmes aquatiques existants en Kabylie (lacs, retenues collinaires, oueds, cours d'eau, etc.) site de notre étude, sont de plus en plus menacés par ce type de pollution qui risque de diminuer ses fonctions écologiques et économiques et d'avoir des effets néfastes sur la santé humaine.

L'objectif assigné à ce travail de mémoire est de contribuer au diagnostic écologique de ces habitats aquatiques à travers l'analyse de certains paramètres physicochimiques et le dosage de métaux lourds au niveau d'un certain nombre de sites aquatiques répartis dans différentes localités en Kabylie.

Pour ce faire, ce mémoire est structuré en trois parties ; La première partie est consacrée à une synthèse bibliographique sur les zones humides et les métaux lourds, rappelant, leurs sources, leurs toxicités dans les milieux aquatiques (Chapitre 1), la deuxième partie matériels et méthodes évoque une description de la zone d'étude regroupe les différentes techniques mises en œuvre tout au long de ce travail. (Chapitre 2). La troisième partie, résultats et discussion dans laquelle nous avons interpréter et évaluer la qualité des onze sites de prélèvements (Chapitre 3). On termine ce manuscrit par une conclusion générale et des perspectives

## CHAPITRE 1: Synthèse bibliographique

### Partie 1 : Généralité sur les zone humides

#### **1. Définition des zones humides :**

Il n'existe pas une définition unique des zones humides, mais de multiples définitions qui mettent en avant différents aspects selon leurs auteurs. La définition la plus admise et universelle est celle de la convention Ramsar des zones humides d'importance internationale.

Au sens de la convention de Ramsar : « les zones humides sont définies étendues de marais, de fagnes, de tourbières ou d'eaux naturelles ou artificielles, permanentes ou temporaires, où l'eau est stagnante ou courante, douce, saumâtre ou salée, y compris des étendues d'eau marine dont la profondeur à marée basse n'excède pas six mètres ».

En outre, dans le but de s'assurer de la cohérence des sites, détermine que les zones humides que l'on inscrit sur la Liste de Ramsar des zones humides d'importance internationale peuvent « inclure des zones de rives ou de côtes adjacentes à la zone humide et des îles ou des étendues d'eau marine d'une profondeur supérieure à six mètres à marée basse, entourées par la zone humide » (**RAMSAR, 2006**).

En 1991, apparaît une définition scientifique : «Les zones humides se caractérisent par la présence, permanente ou temporaire, en surface ou à faible profondeur dans le sol, d'eau disponible douce, saumâtre ou salée. Souvent en position d'interface, de transition, entre milieux terrestres et milieux aquatiques, elles se distinguent par une faible profondeur d'eau, des sols hydro morphes ou non évolués, et/ou une végétation dominante composée de plantes hygrophiles au moins pendant une partie de l'année. Enfin, elles nourrissent et/ou abritent de façon continue ou momentanée des espèces animales inféodées à ces espaces. Les zones humides correspondent aux marais, marécages, fondrières, fagnes, pannes, roselières, tourbières, prairies humides, marais agricoles, landes et bois marécageux, forêts alluviales et ripisylves marécageuses, y compris les mares temporaires, étangs, bras morts, grèves à émergence saisonnière, vasières, lagunes, prés salés, marais salicoles, sansouires, rizières ,mangroves, etc. Elles se trouvent en lisière de sources, de ruisseaux, de fleuves, de lacs, en bordure de mer, de baies et d'estuaires , dans les deltas,

dans les dépressions de vallée ou les zones de suintement à flanc de collines» (Barnaud, 1991).

## 2. Fonctions des zones humides :

Les zones humides présentent des caractéristiques physico-chimiques et biologiques à l'origine de processus et de mécanismes écologiques dont les résultats sont qualifiés de « fonctions » (fuste & Lefeuvre, 2000). Parmi celles-ci, on distingue des fonctions biogéochimiques, hydrologiques et écologiques.

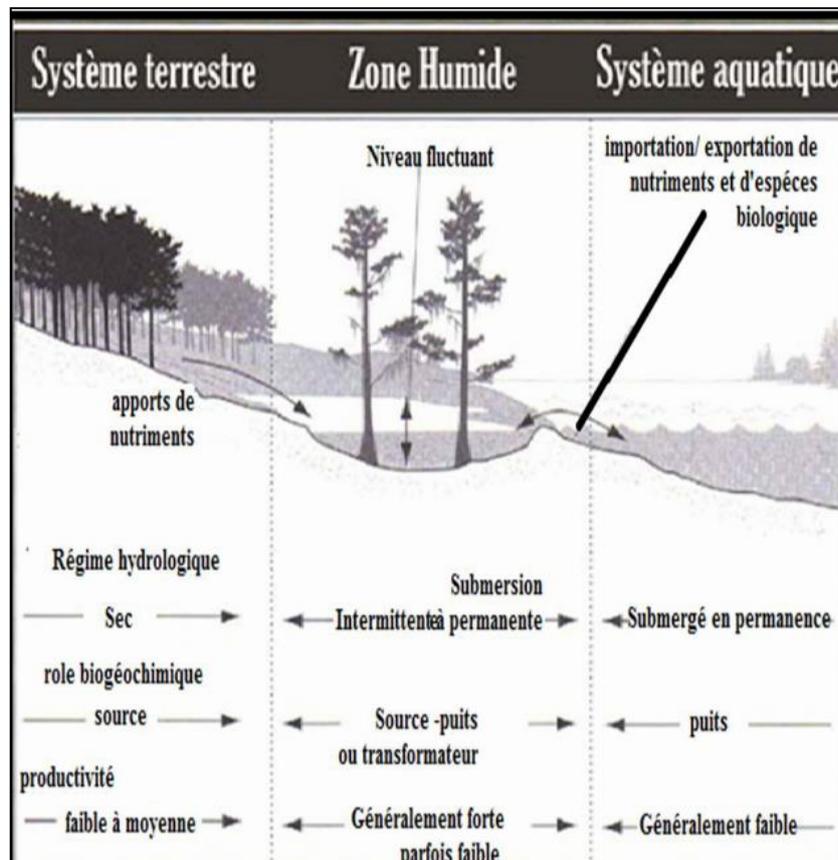


Figure 1.1 : Caractéristiques des zones humides dans le continuum entre écosystèmes terrestres et écosystèmes aquatiques d'eau profonde (Brenda, 2008).

### 2.1. Fonctions biogéochimiques :

Les zones humides sont le siège de processus biogéochimiques qui jouent un rôle majeur dans les processus d'épuration des eaux (Brenda & Iomaraocha, 2008). Outre des processus d'ordre physique (sédimentation, adsorption) mentionnés précédemment, des processus biologiques interviennent aussi. En effet, selon le type de végétation, les conditions d'oxydoréduction liées aux phases d'anoxie et

d'oxygénation du sol, de pH ou de températures, les zones humides réalisent des fonctions biogéochimiques de manière plus ou moins efficace et durable, et ont été reconnues par leur capacité à retenir des éléments nutritifs (**Viallard, 2012**).

### **2.2. Fonctions hydrologiques :**

La caractéristique principale qui différencie les zones humides des milieux terrestres est leur capacité à conserver l'eau en excédent dans le sol et à sa surface. Les zones humides peuvent n'exister que de façon temporaire sous certains climats, à l'occasion d'apports massifs d'eau pendant de courtes périodes. Les conditions hydrologiques des zones humides sont les caractéristiques principales qui permettent de les différencier des milieux terrestres bien drainés et des écosystèmes aquatiques d'eau profonde et de déterminer aussi leurs caractéristiques physico-chimiques (**Brenda&Iomaraochoa, 2008**).

### **2.3. Fonctions écologiques:**

Selon Lévêque, une fonction écologique correspond à un ensemble de processus physiques, chimiques et biologiques, et la propriété qui en découlent, participant au fonctionnement des hydrosystème. Ces fonctions peuvent être la productivité, le recyclage des éléments nutritifs, la recharge des nappes, etc. Si on les considère du point de vue de leur utilité pour l'homme, elles peuvent être positives ou négatives (**Lévêque, 1996**).

## **3- Qualité physico-chimique de l'eau :**

Qualité physico-chimique de l'eau informe sur la localisation et l'évaluation d'un niveau de pollution, en fonction d'un ensemble de paramètre. Basée sur des valeurs de références, elle s'apprécie à l'aide de plusieurs paramètres (**Rodier, 2009**).

- La température: C'est une caractéristique physique importante, elle joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la détermination du pH pour la connaissance de l'origine de l'eau des mélanges éventuels. Sa mesure est nécessaire pour accéder à la détermination du champ de densité et des courants. D'une façon générale, la température des eaux superficielles est influencée par la température de l'air et ceci d'autant plus que leur origine est moins profond (Rodier. 1997)
- La conductivité: La mesure de la conductivité est un moyen assez simple de détection d'une anomalie indiquant la présence probable d'une pollution, par comparaison de la valeur mesurée avec celle que l'on était en droit d'attendre. (**Lévêque, 1996**)

- **pH** : Ce paramètre donne le degré d'acidité ou d'alcalinité d'une eau. Le pH (potentiel hydrogène), est le reflet de la concentration d'une eau en ions H<sup>+</sup> :  $\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$ . (**Ramade, 2011**)
- **L'oxygène dissous** : La concentration en oxygène dissous est un paramètre essentiel dans le maintien de la vie, et donc dans les phénomènes de dégradation de la matière organique et de la photosynthèse (**Rodier, 1996**)

#### **4. La biodiversité des eaux douces et les menaces pesant**

Selon l'union internationale de la conservation de la nature (UICN, 2008), la diversité des espèces dans les habitats d'eau douce est proportionnellement élevée par rapport à celle des autres écosystèmes. Les habitats dulcicoles couvrent moins de 1% de la surface terrestre et ils abritent pourtant plus de 25% de tous les vertébrés décrits, plus de 126 000 espèces animales et près de 2 600 plantes macrophytes.

Les écosystèmes d'eau douce procurent de nombreux biens et services, comme l'apport de nourriture, d'eau et de matériaux de construction, le contrôle des inondations et de l'érosion. Les moyens de subsistance de nombreuses communautés humaines parmi les plus pauvres du monde dépendent de ressources prélevées dans ce type de milieux. La valeur de ces biens et services est équivalente au PNB de certains pays classés dans le tiers supérieur des économies mondiales. Les espèces d'eau douce fournissent d'importants services comme l'apport de protéines qui aide à la subsistance de certaines des populations les plus pauvres du monde.

Selon ce même rapport de l'**UICN, 2008**), la croissance de la population humaine, ainsi que le développement industriel et agricole, exerce une pression massive sur les systèmes d'eau douce du monde entier. Les hauts niveaux de prélèvement d'eau, la pollution, le drainage des zones humides et la canalisation des cours d'eau, la déforestation, entraînant une sédimentation, l'introduction d'espèces envahissantes et la surexploitation, ont des impacts majeurs sur la biodiversité des eaux douces.

#### **5. Importance des zones humides en Algérie:**

L'Algérie, de part la diversité de son climat et sa configuration physique originale, est riche en zones humides offrant des typologies spécifiques. Ainsi, dans la partie nord-est se rencontrent de nombreux lacs d'eau douce, des marais, des ripisylves et des plaines d'inondation (**Gherzouli, 2014**). La frange nord-ouest et les hautes plaines steppiques

abritent des plans d'eau salés et non salés et le Sahara renferme des oasis et des réseaux hydrographiques souterrains (**Zedam, 2015**).

En Algérie, comme dans tous les pays, on assiste à une montée du mouvement environnementaliste qui correspond à une patrimonialisation progressive de l'environnement. Cette action émerge de la prise de conscience d'une menace de disparition imminente de ces espaces singuliers. Mieux comprendre les notions de valorisation, de patrimonialisation et de préservation nous aide à mieux conserver nos richesses et trouver des solutions à des problèmes non négligeables rencontrés dans leur maintien. Dans cette effervescence, on remarque en Algérie une certaine volonté de sauvegarder et de gérer les milieux humides (**Gherzouli, 2013**).

### **5. Menace sur les zones humides en Algérie :**

Le Nord-est algérien est considéré comme un point chaud (de l'anglais *hot spot* ; les régions de haute biodiversité), menacé, de biodiversité animale et végétale. D'après Ramsar, (2007) L'Algérie comprend 50 zones humides Ramsar d'importance internationale, Celle-ci associe des zones humides continentales (marais, oueds, lacs, garâtes, zones inondables, mares permanentes et/ou temporaires et zones hydromorphes végétales), des zones humides littorales (dunes, estuaires, plages, falaises maritimes), des surfaces agricoles et/ou urbanisées connexes et des zones boisées (**Boussehaba et al., 2014**).

Cependant, ces zones humides subissent une dégradation et un déclin dues à de multiples causes dont les plus importantes sont les perturbations physiques (sécheresse ou inondation) mais aussi d'origine anthropique (drainage, perte et/ou la perturbation des habitats, dégradation de la qualité de l'eau, introduction fortuite ou volontaire d'espèces envahissantes, chasse et pêche non contrôlée, agriculture, pâturage et extraction de sable) (**Gherzouli, 2013**).

### **Partie 2 : Les métaux lourds dans l'environnement**

#### **1. Généralité sur les métaux lourds :**

Les métaux sont des éléments de la classification périodique formant des cations en solutions, d'un point de vue purement chimique. Le terme « métaux lourds » désigne les éléments métalliques naturels, métaux ou dans certains cas métalloïdes (environ 65 éléments), caractérisés par une forte masse volumique supérieure à 5 g.cm<sup>3</sup>, d'un point de vue physique, (**Adriano, 2001**).

D'un autre point de vue biologique, on en distingue deux types de métaux en fonction de leurs effets physiologiques et toxiques : métaux essentiels et métaux toxiques.

Les métaux essentiels sont des éléments indispensables à l'état de trace pour de nombreux processus cellulaires et qui se trouvent en proportion très faible dans les tissus biologiques (**Loué, 1993**). Certains peuvent devenir toxiques lorsque la concentration dépasse un certain seuil. C'est le cas du cuivre (Cu), du nickel (Ni), du zinc (Zn), du fer (Fe). Par exemple, le zinc (Zn), à la concentration du milli-molaire, est un oligo-élément qui intervient dans de nombreuses réactions enzymatiques (déshydrogénases, protéinase, peptidase) et joue un rôle important dans le métabolisme des protéines, des glucides et des lipides (**Kabata&Pendias, 2001**).

Concernant le deuxième type, les métaux toxiques, ils ont un caractère polluant avec des effets toxiques pour les organismes vivants même à faible concentration. Ils n'ont aucun effet bénéfique connu pour la cellule. C'est le cas du plomb (Pb), du mercure (Hg), et du cadmium (Cd).

Le terme métaux lourds, (*heavy métal* en anglais), implique aussi une notion de toxicité. Le terme « éléments traces métalliques » est aussi utilisé pour décrire ces mêmes éléments, car ils se retrouvent souvent en très faible quantité dans l'environnement (**Baker & Walker, 1989**).

Les métaux lourds peuvent provenir de deux principales sources ; une origine naturelle et une origine anthropogéniques. La principale source naturelle de métaux lourds provient de la croûte terrestre qui a soit résisté aux intempéries (dissous) et érodé (particules) de la surface de la Terre ou injecté dans l'atmosphère terrestre par l'activité volcanique. Deux sources représentent 80% de l'ensemble des sources; Incendies de forêt et de sources biogènes, Pour 10% chacune. Particules libérées Par l'érosion apparaissent dans l'atmosphère sous poussière. En outre, certaines particules sont issues de végétation. Les

émissions naturelles des six métaux les plus importants sont : 12 000 (Pb); 45 000 (Zn); 1 400 (Cd); 43 000 (Cr); 28 000 (Cu); et 29 000 (Ni) métrique Tonnes par an, respectivement (**Callender, 2003**).

Les sources anthropogéniques des métaux (générées par les activités humaine) sont nombreuses, notamment en milieu urbain par des émissions provenant du trafic automobile. Ces émissions sont liées à plusieurs phénomènes ; la combustion du carburant, la corrosion de la carrosserie, l'abrasion des freins et des pneumatiques des voitures. Les apports métalliques dans le milieu naturel sont également industriels (usines thermiques, combustion d'essence et de fuel, incinérateurs d'ordures ménagères, métallurgie). Les apports agricoles (usage de fertilisants, épandage de boues urbaine) et miniers sont classés parmi les contaminations ponctuelles (**Naah, 2013**).

Le tableau suivant présente les flux naturels et anthropiques des métaux lourds dans l'environnement.

**Tableau 1.1:** flux des métaux lourds dans l'environnement (**extrait de Berthelin & Bourrelier, 1998**)

<b>Eléments</b>	<b>Flux anthropogénique (1)</b>	<b>Flux naturel (2)</b>	<b>Rapport (1)/ (2)</b>
As	150	90	1,7
Cd	43	4.5	9.5
Cr	7810	810	9.6
Cu	9162	375	24.4
Pb	3665	180	20.4
Hg	17.8	0.9	19.8
Ni	1134	255	4.4
Zn	7467	540	13.8

## **2. Les métaux lourds dans les milieux aquatiques :**

Les métaux lourds sont susceptibles de s'accumuler dans les sédiments déposés au fond des cours d'eau et dans les matières en suspension transportées par ces derniers. Ils sont aptes à perturber la vie qui règne dans les lacs et les oueds, en particulier la vie piscicole, de manière directe (par ex., exposition au polluant) ou indirecte (par ex., manque de

nourriture). Les connaissances de la contamination en métaux lourds de nos cours d'eau, le souci de contrôler l'efficacité des mesures prises à la source ainsi que le déclin de la vie piscicole des lacs rendent nécessaire de se pencher régulièrement sur la qualité de l'environnement des milieux aquatiques (**Bendjama et al., 2014**).

Il est assez difficile de prévoir l'évolution des métaux dans l'environnement, car ils peuvent subir un grand nombre de transformations (oxydation, réduction, complication, etc.), et de plus cette évolution dépend fortement du milieu. En effet, la migration des métaux lourds vers la nappe phréatique est fonction de nombreux paramètres qui sont : (**Ghali, 2008**).

- La forme chimique initiale du métal ;
- La perméabilité du sol et du sous-sol ;
- La porosité du sol ;
- Le pH : dans un milieu acide, les métaux risquent de se solubiliser, alors que dans un milieu alcalin, ils peuvent former des hydroxydes métalliques ;
- L'activité biologique : certains micro-organismes ont la capacité d'intégrer des métaux, alors que d'autres les solubilisent par acidogènes ;
- Le potentiel redox du sol ;
- La composition minéralogique du sol : (complications des métaux par les substances humiques).

Selon ce même auteur les principales sources de contamination de l'eau sont les suivantes: les eaux usées domestiques et industrielles, la production agricole, les polluants atmosphériques, les anciennes décharges, l'utilisation de substances dangereuses pour l'eau, la navigation, etc.

A de faibles concentrations, beaucoup de métaux lourds, dont Hg, Cd, Pb, As et Cu inhibent la photosynthèse et la croissance du phytoplancton. Les effets observés à des niveaux trophiques supérieurs se manifestent notamment par un retard du développement des embryons, des malformations et une moins bonne croissance des adultes chez les poissons, les mollusques et les crustacés. En outre, tout au long de la chaîne alimentaire, certains se concentrent dans les organismes vivants. Ils peuvent ainsi atteindre des taux très

élevés dans certaines espèces consommées par l'homme, comme les poissons. Cette " bioaccumulation " explique leur très forte toxicité.

Les métaux lourds s'accumulent dans les organismes vivants et perturbent les équilibres et mécanismes biologiques, provoquant des effets toxiques. Ils peuvent affecter le système nerveux, les fonctions rénales, hépatiques, respiratoires, etc. (**Boukrah, 2008**).

### **3. Le phénomène de bioaccumulation :**

#### **3.1. La bioaccumulation :**

On désigne par bioaccumulation le processus d'absorption par lequel les êtres vivants peuvent accumuler dans leur organisme des nutriments, toute autre substance organique de synthèse, quelle que soit la voie de pénétration dans l'organisme considéré. Chez les organismes aquatiques, la bioaccumulation sera la somme des absorptions par contact et par ingestion, plus celle par voie transbranchiale. La bioaccumulation n'implique pas obligatoirement un accroissement de concentration d'un polluant quand il passe du biotope dans l'organisme considéré (**Ramade, 2007**).

#### **3.2. La bioconcentration :**

La bioconcentration est un cas particulier de bioaccumulation, elle est définie comme le processus par lequel une substance ou un élément se trouve présent dans un organisme vivant, à une concentration supérieure à celle de son milieu environnant. C'est donc l'accroissement direct de la concentration d'un contaminant lorsque 'il passe de l'eau à un organisme aquatiques, le facteur de concentration FC est défini comme une constante issue du rapport de la concentration d'un élément dans un organisme en état d'équilibre à sa concentration dans le biotope (**Ramade, 1992, 2007**).

#### **3.3. La bioamplification :**

La bioamplification est une concentration d'un toxique après consommation de plus petits organisme de la chaîne trophique, il s'agit dans ce cas de la possibilité pour un toxique d'être cumulé dans la chaîne trophiques, si le toxique n'est pas dégradé ou éliminé, il risque de s'accumuler de plus au niveau de chaque maillon de la chaîne alimentaire (**Ramade, 1992, 2007 ; Boutiba, 2004**).

### 4. Les éléments traces étudiés :

Notre étude est basée sur les trois métaux : plomb, cuivre et cadmium

#### 4.1. Le cadmium(Cd) :

Le cadmium est un métal blanc, mou et malléable, ayant des propriétés physiques proche de celle de zinc (**Callender, 2003**). Sa toxicité est connue depuis les années 50. Très toxique sous toutes ses formes (métal, vapeur, sels, composés organiques), le cadmium est l'un des rares éléments n'ayant aucune fonction connue dans le corps humain ou chez l'animal. Il faut éviter son contact avec des aliments. Chez l'Homme, il provoque notamment des problèmes rénaux et l'augmentation de la tension (**Plumlee & Ziegler, 2003**).

Les effets toxiques du Cd ne le sont pas seulement pour l'homme, mais aussi pour les végétaux et les animaux (**Benito et al., 1999**). La préoccupation sur le cadmium durant ces dernières années s'explique globalement par une écotoxicité élevée de ce métal, même à des concentrations très faibles, et d'une capacité de bioaccumulation dans de nombreuses espèces aquatiques (**Taylor, 1983**). L'accumulation du cadmium au sein de ces organismes est un phénomène bien connu. Par exemple chez les crustacés, il a été montré que le cadmium s'accumulait préférentiellement au niveau des branchies et de l'hépatopancréas, induisant alors des dommages cellulaires (**Silvestre et al., 2005**). Le cadmium est ainsi à l'origine de certaines anomalies de développement et destructions tissulaires, comme il a été montré par exemple chez le décapode *Penaeus japonicus* (**Soegianto et al., 1999**). Le cadmium peut également induire un stress oxydant chez les organismes exposés, avec des effets délétères sur les défenses anti oxydantes des individus (**Roméo et al., 2006**). Le cadmium a également été décrit comme toxique pour la reproduction ou la fécondité de diverses espèces, comme par exemple le cladocère *Daphnia magna* (**Biesinger & Christensen, 1972**).

#### 4.2. Le Plomb (Pb) :

Le plomb appartient à la famille des cristallogènes, c'est un métal gris bleuâtre malléable dans son état naturel. Il est mou et résistant à la corrosion. Le plomb est utilisé comme agent de traitement de certaines maladies en agriculture (**Greenwood & Earnshaw, 1984**).

Le plomb est un produit naturel de la désintégration de l'uranium, il est de symbole Pb et de numéro atomique 82. Le Pb natif est rare, et dû à son caractère chalcophile il est associé

au gisement de sulfures ; on l'extrait de sa source minérale principale, la galène (PbS) qui en contient 86.6% en poids, mais aussi des minerais associés aux Zn (la sphalérite), à l'argent et le plus abondamment au cuivre (**Salvarredy, 2008**).

La contamination des milieux aquatiques en Pb est en grande partie liée à sa rémanence et sa persistance après l'arrêt de son émission. Le plomb s'accumule dans le corps des organismes aquatiques et souffrent des conséquences d'empoisonnement.

Chez les crustacés, ces effets se font ressentir même si de très petites concentrations de plomb sont présentes. Les fonctions du phytoplancton peuvent être perturbées lorsque le plomb est présent. Le phytoplancton contient environ 5-10 ppm de plomb (masse sèche), les poissons d'eau douce environ 0.5-1000 ppb, et les huîtres environ 500 ppb (**Micak, 2001**).

Les plombs de chasses et les plombs de pêches peuvent contribuer à la contamination des milieux aquatiques (**Scheuhammer et al., 1996**) où à l'échelle européenne, les concentrations dissoutes en Pb varient de <0.005 à 6.4 µg/L (Foregs Geochemical Atlas). En France, des concentrations similaires ont été rapportées dans le Nord du pays par l'Agence de l'eau Artois-Picardie en raison de la présence d'une ancienne entreprise métallurgique (**Billon et al., 2009**).

### 4.3. Le cuivre

Le cuivre est un élément relativement rare qui se rencontre en tant que constituant mineur dans divers minerais de métaux non ferreux. De la concentration moyenne cadmium dans la lithosphère 0.098 mg.kg<sup>-1</sup>. Il se rencontre donc dans les roches superficielles à l'état de traces avec une concentration moyenne de 50 ppb (de 1 à 250), ce qui en fait un élément plus rare que le mercure et le zinc aux minerais duquel il est associé (**Ramade, 2007**).

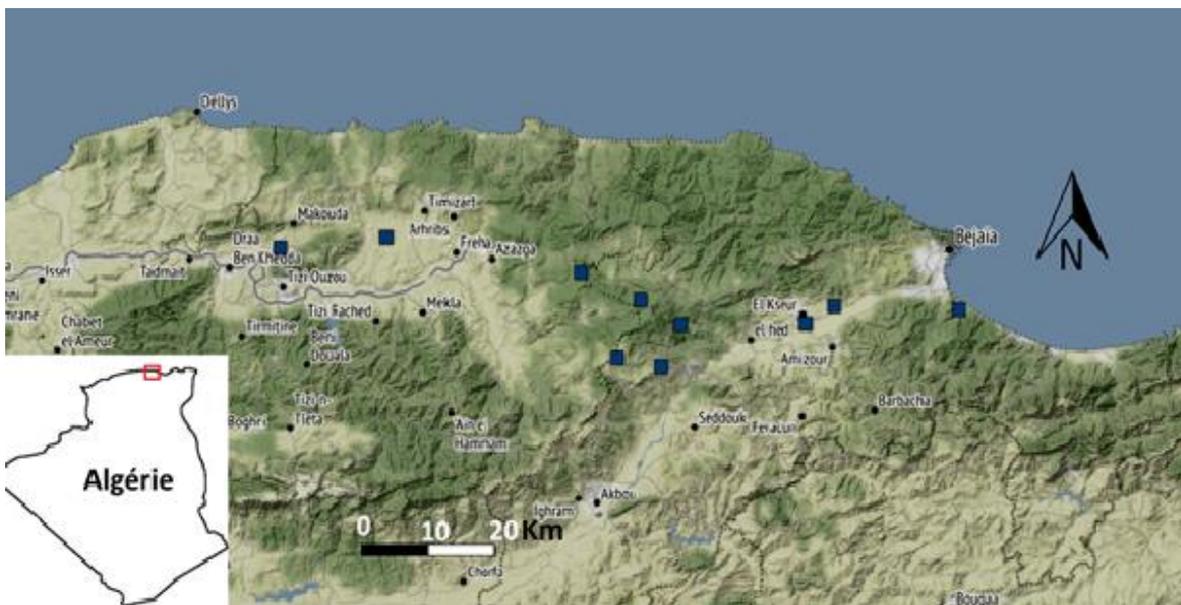
Le cuivre, à très faible dose est un oligo-élément indispensable à la vie. Il est notamment nécessaire à la formation de l'hémoglobine et remplace même le fer pour le transport de l'oxygène chez une espèce d'arthropode, la limule, dont le sang est bleu. Le cuivre contamine les eaux environnantes à des doses et concentrations infimes (10 µg /l) pour de nombreux organismes : algues, mousses, microorganismes marins, champignons microscopiques (**Fergusson, 1990 ; Alloway & Ayres, 1997**).

## CHAPITRE 2: Matériel et méthodes

### 1. Description de la zone d'étude :

#### 1.1. Situation géographique :

La zone d'étude est répartie sur la Kabylie du Djurdjura et la Kabylie de la Soummam. Elle est naturellement limitée au Nord par la Mer Méditerranée, à l'Ouest par l'oued Isser, au Sud jusqu'aux hauteurs de la localité d'Akfadou, à l'Est par le golf de Bejaia (Figure.2.1)



**Figure.2.1** : Zone d'étude (Image Google Earth 2014, réalisée sous Qgis)

#### 1.2. Caractéristiques globale du climat en Kabylie:

Le climat dans toute la Kabylie est de type méditerranéen, pluvieux et froid en hiver, chaud et sec en été. Les précipitations moyennes annuelles sont de l'ordre de 1200 mm/an. Les températures annuelles moyennes sont de 3°C pour les minimales et de 26°C à 34°C pour les maximales(Meddour, 2010).

#### Les précipitations :

Selon Meddour, 2010, La pluviométrie annuelle de la Kabylie est variée, elle augmente avec chaque élévation de l'altitude (chaîne littorale, massif ancien kabyle, versant nord du Djurdjura), la diminution par contre sensible dans les dépressions de Tizi-Ouzou (Vallée du moyen Sebaou), les moyennes annuelles dépassent (500 mm-600 mm) partout et plus de

## Chapitre 2 : Matériel et méthodes

---

(1000 mm-1100 mm) dont les versant sont bien exposés aux vents humides. Le maximum est enregistré à Tagma (1174mm/an), la zone arrosée correspond aux montagnes de la chaîne littorale (Aghrib,elmaHarach) et massif forestier d'Akfadou qui est humide avec (1100 mm-1200mm).Au-delà de 1200 m, les hautes sommets du nord (Akfadou, Djurdjura), les précipitations annuelle est plus importantes.

### La température :

Les régions montagnardes étant plus froides (14 à 12 C) et beaucoup moins au-delà de 1500m d'altitude, le littoral bénéficie d'un climat doux en hiver et régulier (18-19 C)(Meddour, 2010).

## 2. Echantillonnage :

### 2.1. Choix des sites :

Le choix des sites d'échantillonnage a été fait en fonction du type de milieu (retenue collinaires, oueds et les lacs naturels), et selon la nature des rejets industriels, domestiques. Et par leur statut de fournisseurs d'eau et de matière à la population qui vit à proximité. Les pressions anthropiques (urbaines, agricoles, et industriel et domestiques) représentent des risques pour la qualité des ressources naturelles, pouvant aussi mettre en péril la santé humaine. Nous avons pu cibler 11 sites pour nos prélèvements durant le mois d'avril comme c'est indiqué dans le tableau suivant :

**Tableau 2.1:** Les différents sites d'échantillonnage en Km (utm) :

Les sites	Type du site	longitude	Latitude
1. Lac Ikker (Tibane)	Lac naturel	4.6354	36.61862
2. Lac Antenne (Chemini)	Lac naturel	4.5678	36.62867
3. Oued Soummam (El Kseur)	Oued	4.86144	36.66951
4. Lac El Kseur	Retenue collinaire	4.90566	36.68963
5. Lac de Mahvouva (Timizart)	Retenue collinaire	4.20711	36.77034
6. Lac Alsous (Tifra)	Lac naturel	4.66611	36.66722
7. Lac noir (Adekkar)	Lac naturel	4.60327	36.69651
8. Lac El Maghra (Boukhelifa)	Retenue collinaire	5.10065	36.68552
9. Oued Tagma (Yakouren)	Cours d'eau	4.50992	36.72957
10. Lac Belloua (Timizart)	Retenue collinaire	4.04122	36.75857
11. Bassin de Sidi Ali lebhar	Retenue collinaire	5.075812	36.726953

### 2.2. Méthode d'échantillonnage :

A l'arrivée aux sites les paramètres physicochimiques (Température, PH, salinité, conductivité, oxygène dissous) sont enregistrés à l'aide d'un instrument de mesure multi paramètre de terrain (modèle **HANNA 9828**) L'utilisation de cet appareil consiste à faire prolonger la sonde appropriée dans l'eau, après calibrage puis attendre quelques secondes jusqu'à la stabilisation de l'affichage sur l'écran avant de relever le résultat de la mesure.

Les échantillons de l'eau sont obtenus au niveau des lacs, oued et retenues collinaires. A partir des fioles en verre, nous prélevons huit échantillons pour chaque site qui sont immédiatement transportés au laboratoire dans des glacières.

De nombreuses réactions (chimiques, physiques ou biologiques) peuvent se produire au sein d'un échantillon destiné à l'analyse, modifiant sensiblement les concentrations de certains éléments (**Rodier, 2009**).

Pour le prélèvement des échantillons de l'eau, nous avons utilisé une fiole (volume=500ml) pour faciliter le remplissage. Puis une addition pour chaque récipient remplis 2ml de substance conservatrice qui est dans notre cas l'acide nitrique 1% afin d'éviter toute dégradation des échantillons lors de leur stockage.

Les récipients contenant les échantillons sont étiquetés de façon claire. Il est préférable de préparer les récipients la veille du prélèvement toute la verrerie du laboratoire est lavée au détergeant ensuite rincé par l'eau de robinet puis immergée dans l'acide Nitrique 1% pendant 24h suivi d'un rinçage à l'eau distillé puis les égoutter (**ISO, 1986**).

### 3. Traitements des échantillons prélevés :

#### 3.1. Matériel utilisé :

Le matériel utilisé lors du traitement au laboratoire est : Tube à essai, Erlenmeyer, Eprovette graduée, Entonnoir, Papier filtre, Les détergents, Plaque chauffante, Acide nitrique 67%, Acide chlorhydrique 37% et l'eau pure.

## Chapitre 2 : Matériel et méthodes

---

### 3.2. Préparation des échantillons pour le dosage :

Après l'arrivée au laboratoire, on a préparé 11 erlenmeyer rodés de 100ml qui ont été ensuite remplis avec les différents échantillons.

#### 3.2.1. Minéralisation:

Nous avons utilisé la minéralisation par voie humide. Elle consiste en l'attaque à chaud par un ou plusieurs acides fortes dans le but de solubiliser les métaux lourds, associés à la matière organique, en solution (**Bernhard, 1977**). Dans notre cas les échantillons ont subi une minéralisation après l'ajout de 5ml de l'acide chlorhydrique dans chaque erlenmeyer à l'aide d'une plaque chauffante afin de concentrer le mélange, jusqu'à réduction du volume entre 15 et 20ml. En évitons toute ébullition de l'échantillon (**ISO, 1986**).

#### 3.2.1 Filtration :

Après le refroidissement des échantillons on a filtré à l'aide d'un papier filtre de façon à retenir sur le filtre les matériaux insolubles susceptibles de boucher le nébuliseur. Ensuite 80ml de l'acide nitrique ( $HNO_3$ ) sont rajoutés pour que le contenu soit ajuster jusqu'à 100ml et versé le filtrat dans une fiole jaugée de 100ml. (**ISO, 1986**).

Le mélange obtenu est conservé dans des tubes à essai étiquetés jusqu'au moment du dosage des métaux lourds par spectrométrie d'absorption atomique.

### 4. Dosage des métaux lourds par Spectrométrie absorption atomique :

La spectrométrie d'absorption atomique (SAA) est une méthode d'analyse quantitative s'adressant essentiellement aux métaux lourds. Elle est basée sur la propriété des atomes, de l'élément à doser, qui peuvent absorber des radiations de longueurs d'ondes déterminées. La solution de l'élément à analyser est nébulisée dans une flamme, ce qui provoque successivement ; l'évaporation du solvant, la vaporisation de l'élément sous forme de combinaisons chimique et en fin la dissociation de ces combinaisons avec production d'atomes libres à l'état fondamental (**Rodier, 2009**).



**Figure 2.2:** La spectrométrie absorption atomique à flamme

Le dosage des métaux étudiés (Pb, Cd, Cu) a été réalisé avec la spectrométrie d'absorption atomique à flamme au niveau du laboratoire de génie des procédés de l'université de Bejaia.

En spectrométrie d'absorption atomique avec flamme, la solution analysée est aspirée dans un nébuliseur qui la transforme en brouillard fin

Ce brouillard est ensuite aspiré vers le brûleur, où la flamme évapore l'eau et casse les molécules en atomes isolés.

### **5. L'analyse en composante principale :**

C'est une méthode factorielle qui permet la description simplifiée de mesure difficilement manipulable, composée de variables à aspect quantitatifs issus d'un plan d'eau d'observation espace-temps (**Escouffier, 1967**).

L'information synthétisée repose sur la réduction du nombre de caractères et sur la construction simultanée de nouveaux caractères synthétiques (**Bourache & Saporta, 1983**) ces dernières forment les composantes principales qui sont obtenues par combinaison linéaire des caractères initiaux. L'ACP établit particulièrement les corrélations entre les variables (**Mohrit, 2005**).

## CHAPITRE 3 : Résultats et discussions

L'analyse de la qualité de l'eau a été abordée sur un total de 11 zones humides réparties sur le territoire de la Kabylie. Au vue de la multitude de paramètres pouvant être utilisés pour l'évaluation de la qualité de l'eau, nous avons opté pour certains parmi ceux habituellement utilisés dans le diagnostic écologique, particulièrement les paramètres physicochimiques et les métaux lourds, qui sont synthétisés dans les parties suivantes.

### **1. Les paramètres physico-chimiques :**

Les résultats des analyses des caractéristiques physico-chimiques des plans d'eau échantillonnés sont indiqués dans le tableau 3.1.

**Tableau 3.1 :** valeurs des paramètres physico-chimiques au niveau des 11 sites échantillonnés

Les sites	pH	Conductivité (µS/cm)	T (°C)	Oxygène dissous (mg/L)	Salinité (psu)
1. Lac Ikker (Tibane)	8.05	292	18.32	1.69	0.14
2. Lac Antenne (Chemini)	7.69	45	15.49	1.18	0.02
3. Oued Soummam (El Kseur)	7.80	6864	22.31	5.56	3.77
4. Lac El Kseur	8.18	466	22.19	3.32	0.22
5. Lac de Mahvouva (Timizart)	8.98	389	22.83	5.91	0.19
6. Lac Alsous (Tifra)	6.59	200	20.62	2.52	0.09
7. Lac noir (Adekkar)	6.93	88	17.18	2.58	0.04
8. Lac El Maghra (Boukhelifa)	6.89	923	21.27	2.56	0.46
9. Oued Tagma (Yakouren)	7.43	141	9.14	2.85	0.07
10. Lac Belloua (Timizart)	8.09	611	22.14	3.51	0.30
11. Bassin de Sidi Ali lebhar	7.56	1014	19	2.44	0.5
Normes	6,5-8,5	300 et 1.200	-	<7	-

#### **1.1. Le pH :**

Sur l'ensemble des sites, les valeurs du pH oscillent entre 6.59 et 8.98. Le pH s'avère quasiment neutre au niveau des sites (2), (3), (9) et (11) légèrement acide dans les sites (6), (7) et (8) légèrement basique dans les sites (1), (4), (5) et (10). Selon **Rodier (2005)**, le pH des eaux naturelles est généralement compris entre 6,5 et 8,5. Suivant cette ordre de grandeur admise, les sites analysés dans cette étude semblent tous de type d'eaux douce.

### 1.2. La Température :

Les températures relevées instantanément sur le terrain des 11 sites varient entre [9.14 et 22.83°C]. En fonction des sites, les températures restent quasiment la même [22.14 à 22.83°C] au niveau des sites (3), (4), (5), (10), tandis qu'elle varie considérablement [de 9.14 à 21.27°C] dans le reste des sites.

Selon **Ramade (2000)**, la température, considérée comme un facteur écologique majeur dans les biotopes terrestres et aquatiques, peut varier en fonction du temps (l'heure) et de l'espace (lieu de relevé). Celle d'un plan d'eau peut en effet être fortement influencée par les conditions environnementales, entre autres, l'altitude, l'exposition, la profondeur, etc.).

Dans ce sens, le fait que les températures soient quasiment similaires et relativement douces [22.14 à 22.83°C] au niveau des sites (3), (4), (5) et (10), cela peut être lié à la profondeur relativement élevée de ces sites, représentés surtout par des petits lacs de barrages de types retenus collinaires, permettant de tamponner la température. Au niveau des autres sites, les écarts importants de températures notés entre eux [de 9.14 à 21.27°C], peuvent s'expliquer par la faible profondeur de l'eau, qui caractérise particulièrement les plans d'eau stagnants de type mares temporaires par exemple, où la température de la lame d'eau dépend essentiellement du rayonnement solaire incident mais aussi du recouvrement de l'herbier aquatique (**Ramade, 2000**).

### 1.3. L'oxygène Dissous :

Les teneurs en oxygène dissous dans l'eau sont différentes d'un site à un autre, avec une valeur maximale de 5.56 mg/l et une valeur minimale de 1.18 mg/l. Ce paramètre physicochimique est en effet utilisé essentiellement pour les eaux de surface et constitue un excellent indicateur de leurs qualités (**Hebert et al., 2000**). Suivant **Sabater (2000)**, la saturation en oxygène diminue lorsque la température et l'altitude augmentent.

Les normes algériennes caractérisent la qualité de l'eau à partir des seuils en oxygène dissous suivants: supérieur à 7 mg/l, l'eau est considérée de bonne qualité, de 3 à 7 mg/l l'eau est de qualité passable à médiocre et, inférieur à 3mg/l, l'eau est qualifiée de mauvaise qualité. Si on se réfère à ces seuils, nous pouvons conclure que les sites (1, 2, 6, 7, 8 et 9) sont de mauvaise qualité et les sites (3, 5, 10) sont de qualité passable à médiocre, du fait qu'ils soient peu oxygénés.

### **1.4. La conductivité :**

Les valeurs de conductivité des onze sites sont différentes d'un site à un autre avec une valeur élevée du site 3 (oued Soummam) qui est de  $6864\mu\text{S}/\text{cm}$  et une valeur faible du site (2) (mare dite Antenne Chemini) qui est de  $45\mu\text{S}/\text{cm}$ .

La conductivité est en fonction de la température de l'eau : elle est plus importante lorsque la température augmente (**Sel Lr, 1996**). De même, L'eau douce devrait avoir une conductivité comprise entre 300 et  $1.200\mu\text{S}/\text{cm}$ . Si une eau présente une conductivité inférieure à 300, on peut en déduire qu'elle est pauvre en ions. Une eau dont la conductivité est supérieure à  $1.200\mu\text{S}/\text{cm}$  ne peut plus être considérée comme une eau douce (**Dalmas, 2000**).

La valeur  $6864\mu\text{S}/\text{cm}$  est enregistrée au niveau de troisième site (Soummam) est la valeur la plus élevée cela est due fort probablement aux activités anthropiques, elle peut être due à la contamination par les rejets urbains, industriels et domestiques ainsi que la géologie des sols, Nous constatons une augmentation des teneurs de la salinité. En ce qui concerne Les sites 1, 2, 6,7 ont une conductivité inférieure à 300 qui caractérise l'eau douce qui est due peut être à l'absence d'ions de fait que ce sont des lacs naturels et la nature géologique des terrains. Les sites 4, 5, 8,10 qui sont des retenues collinaires, les valeurs enregistrées sont dans la fourchette [ $300\mu\text{S}/\text{cm}$  -  $1.200\mu\text{S}/\text{cm}$ ].

### **1.1. La salinité :**

Les valeurs de la salinité des sites varient de [0.02 à 0.46psu], traduisant des sites d'eau douce à l'exception du site (3) avec une valeur élevée de salinité qui est de l'ordre de 3.77 (eau salée dans la station de l'oued Soummam).

## **2. Les concentrations en métaux lourds au niveau des sites échantillonnés**

Le tableau 3.2 montre les résultats du dosage des métaux lourds (cuivre, cadmium, plomb) obtenus après dosage par la spectrométrie d'absorption atomique. Les échantillons de l'eau ont été prélevés sur une durée d'une semaine, de mois d'Avril, au niveau de la Kabylie

Nous avons pu doser les trois métaux cuivre, cadmium et plomb, néanmoins la teneur de cuivre et de plomb n'a pas pu être détectée dans tous les échantillons.

**Tableau3.2** : Concentrations moyennes en métaux lourds (exprimées en ppm) au niveau des sites de prélèvement.

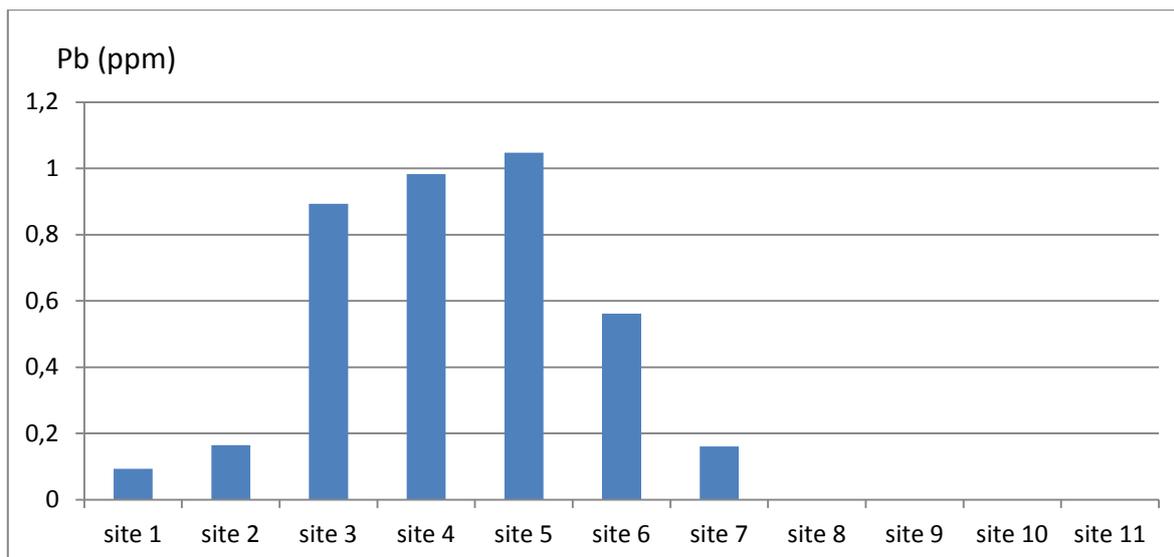
Métal	plomb	cadmium	Cuivre
Site 1	0.0936	0.0170	0.0479
Site 2	0.1649	0.0150	0
Site 3	0.8934	0.0137	0
Site 4	0.9826	0.0115	0
Site 5	1.0472	0.0125	0
Site 6	0.5615	0.0129	0
Site 7	0.6105	0.0162	0.0048
Site 8	0	0.0278	0
Site 9	0	0.0183	0
Site 10	0	0.0244	0.0094
Site 11	0	0.0322	0

Les résultats du tableau, montrent des doses variables des trois métaux lourds (Cu, Pb, cd) au niveau des sites échantillonnés. Ces données indiquent clairement que la concentration moyenne de cadmium de cuivre et de plomb est différente d'un site à un autre. Les données indiquent également que les teneurs les plus faibles sont celles de cuivre.

### 3. Concentrationset niveaux de contamination de chaque métal :

#### 3.1. Le plomb :

Les résultats illustrés dans la figure 3.1 révèlent des concentrations variables du plomb. La teneur en plomb contenu dans les sites échantillonnés sont comprise entre 0 à 1.0472ppm .La teneur du plomb a été détectée dans 7 sites sur les 11 sites échantillonnés.



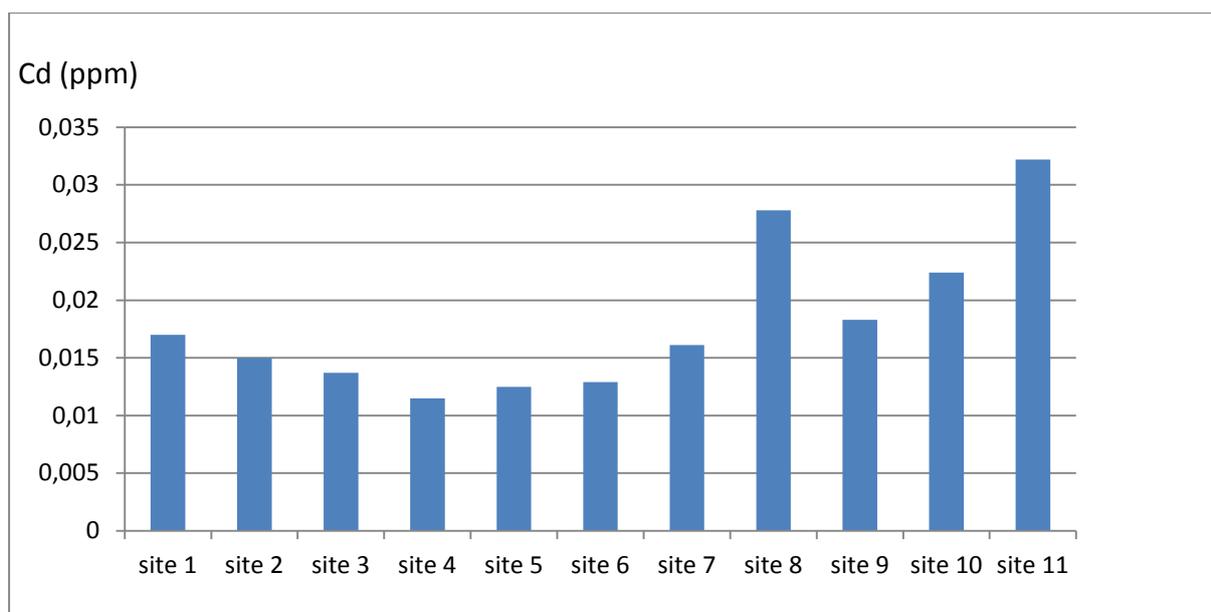
**Figure 3.1 :**teneurs moyennes en plomb en ppm au niveau des 11 sites échantillonnés

Les teneurs les plus importantes s'observent principalement au niveau des sites (3, 4, 5) proche du trafic routiers, selon **kantin et al., 1997** les apports de plomb se font généralement par voie atmosphériques, due à la combustion des carburants automobiles. Le site 3 (Soummam) reçoit des rejets de type industriel, domestique, qui fait que la teneur de plomb est élevée. Les sites (1,2, 6,7) qui sont des lacs naturels ont aussi des teneurs qui dépassent la norme (0.05 ppm) qui est introduit par l'érosion des roches naturellement ou par des pollutions y est amené par ruissellement.

Toutes les teneurs en plomb révélées dans les eaux de ces sites (figure 3.1) dépassent la norme qui est de l'ordre de 0.05 ppm, ce qui nous permet de déduire qu'ils sont écologiquement pollués. On peut supposer que le plomb peut avoir des effets écotoxicologiques sur la biogéocénose (**kantin et al., 1997**).

### 3.2. Le cadmium :

Les résultats illustrés dans la figure n 02 révèlent des concentrations variables du cuivre. La concentration du Cd dans les onze sites (figure 02), montre une valeur maximale de 0.322 ppm enregistrée au niveau du site (11), et une valeur minimale de 0.01150. Enregistrée au niveau du site (4). La teneur du cadmium a été détectée dans les 11 sites échantillonnés



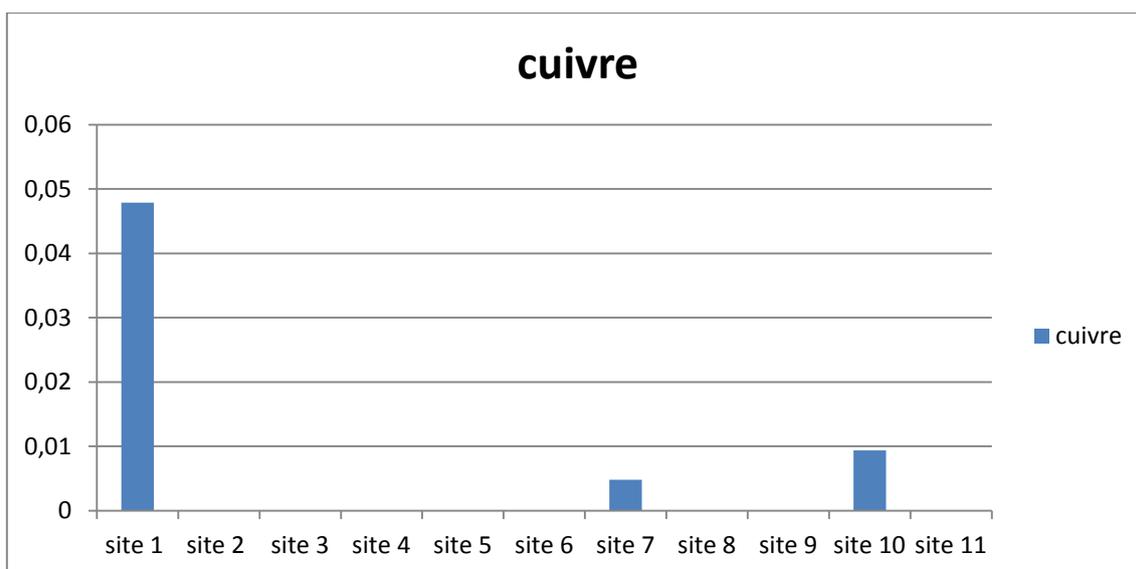
**Figure 3.2 :** teneurs moyennes en cadmium en ppm au niveau des 11 sites échantillonnés

Les activités industrielles sont la principale source d'émission dans l'air. Le cadmium retrouvé dans l'eau est issu de l'érosion des sols, sa présence est surtout d'origine anthropique comme les rejets industriels (**Martin-Garin et al., 2004**). Le cadmium se produit naturellement dans une pierre phosphate et cela peut représenter la forte concentration de cadmium dans certains engrais phosphatés (**Geisy, 1978., Oronsaye, 2001**)

Les teneurs de cadmium les plus importantes s'observent principalement au niveau des sites (11, 10, 9,8) due potentiellement aux rejets industriels et domestiques. Les teneurs des sites (1, 2, 3, 4, 5, 6,7) ont des teneurs qui dépassent la norme qui est de l'ordre de (0.005ppm) ce qui nous permet de déduire que tous les sites sont pollués par le cadmium. Cela nous permet de présumer que ces sites susceptibles d'avoir des effets écotoxicologiques sur la biocénose.

### 3.3.Le Cuivre:

Les résultats illustrés dans la figure n 03 révèlent des concentrations variables du cuivre. La concentration de cuivre dans les sites échantillonnés varie entre 0a 0.0479 ppm (figure n 03). La teneur du cuivre a été détectée dans seulement trois sites (site 01, site 07 et site 10) sur les 11 sites échantillonnés



**Figure 3.3 :** teneurs moyennes en cuivre en ppm au niveau des 11 sites échantillonnés

En terme du niveau de contamination, une teneur en Cuivre a été détectée au niveau de trois sites (1, 7 et 10) mais qui demeure en dessous du seuil admis qui est de l'ordre de 1ppm (valeur guide environnementale de la commission européenne). Ce constat nous permet de considérer la qualité de l'eau de ces plans d'eau comme étant dans un état encore acceptable à l'heure actuelle.

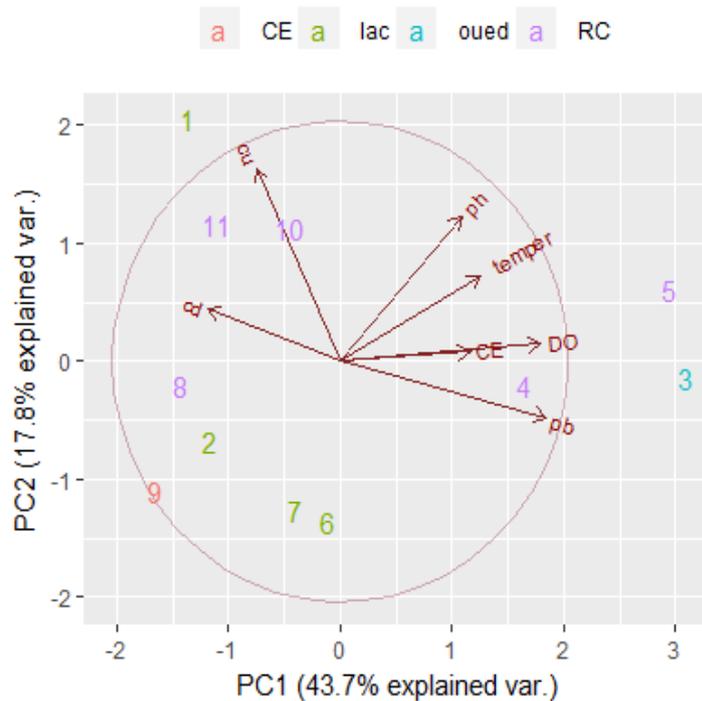
#### **4. Résultats de l'analyse en composante principale :**

Dans le but d'établir une relation entre les différents paramètres physicochimiques et métalliques et pour mieux évaluer la qualité de l'eau des sites échantillonnés (retenues collinaires, lac, cours d'eau), sept variables ont été utilisées ; température, pH, conductivité, oxygène dissous, Cd, Cu et Pb. Le tableau 3.3 et la figure 3.4 donnent respectivement les corrélations entre variables et facteurs et la projection des variables dans l'espace des axes PC1 et PC2.

**Tableau 3.3** : Matrice de corrélation des paramètres mesurés dans les sites échantillonnés.

	Pb	Cd	Cu	T	DO	CE	PH
Pb	1						
Cd	-0.74	1					
Cu	-0.43	0.1	1				
T	0.49	-0.04	-0.02	1			
DO	0.67	-0.25	-0.35	0.50	1		
CE	0.33	-0.12	-0.11	0.33	0.58	1	
PH	0.35	-0.28	0.17	0.29	0.52	0.07	1

Ainsi, une corrélation négative entre le plomb et le cadmium, et une corrélation positive entre le plomb et l'oxygène dissous, on remarque une corrélation positive entre l'oxygène dissous et la conductivité d'une part et entre l'oxygène dissous et le PH, Une corrélation est aussi à signaler entre la température et l'oxygène dissous.



**Figure 3.4:** Représentation des variables mesurées sur le plan factoriel PC1 et PC2 de l'ACP

L'analyse du plan factoriel PC1 et PC2 montre que plus de 61,5 % sont exprimés. L'axe PC1 possède une variance de 43,7 % et l'axe PC2 une variance de 17,8 %. La projection des stations de prélèvement sur le plan factoriel PC1 x PC2 nous confirme l'existence de trois groupes de sites plus ou moins distincts (Figure 3.4).

- 1) Le premier groupe est représenté par la catégorie des retenues collinaires (sites 8, 10 et 11) et exprimé par l'axe PC2 (Figure 3.4). Ce dernier nous indique que cette catégorie de sites présente des indices de pollution par le cadmium.
- 2) Le deuxième groupe exprimé par l'axe PC1 comprend les retenues collinaires (site 5 et site 4) et le oued Soummam (site 3) caractérisés par une eau dont l'oxygène dissous est élevée et chargée par le plomb qui pourrait avoir un effet néfaste sur la qualité de ces eaux, indiquant une pollution urbaine et industriel.
- 3) Le troisième groupe constitué des sites suivant : les lacs (site 2, site 7, site 6) et le court d'eau (site 9) et retenue collinaire (site 8) situés sur le côté négatif de l'axe PC1 sont loin des variables légèrement chargée par le Cd qui pourraient avoir un effet néfaste sur la qualité de cette eau qui dépassent les normes.

### **5. Impact potentiel des métaux lourds sur la vie aquatique :**

Dans le contexte de cette étude, l'analyse pratique de certains paramètres physicochimique et de métaux lourds a permis d'avoir un aperçu préliminaire sur la qualité de l'eau de surface au niveau d'un certain nombre de zones humides en majorité de type stagnantes. Cela constitue un essai de diagnostic écologique de l'état de santé de ces habitats aquatiques. Cependant, la mise en évidence de la contamination de certains sites surtout par les métaux lourds devrait amener à évaluer même relativement l'impact de cette pollution sur le milieu et les biocénoses de ces écosystèmes aquatiques, voire aussi de la santé publique, afin de contribuer à éclairer les acteurs concernés par la protection de l'environnement à l'échelle locale.

Ainsi et à défaut d'évaluer expérimentalement dans cette étude le niveau de bioaccumulation des contaminants par les organismes vivants dans les sites contaminés identifiés, nous avons jugé utile de compenser ce volet en complétant notre analyse par un apport bibliographique de l'impact que peut avoir cette pollution sur quelques exemples d'espèces animales préalablement les taxonomiquement voisines de celles identifiées dans nos sites par des travaux antérieures.

### 5.1. Impacts potentiels sur les invertébrés d'eau douce :

Dans ce contexte, des doses létales ont été mise en évidence pour certaines espèces d'invertébrés d'eau douce. Ainsi, selon Phipps et al. (1995), la dose létale de plomb causant la mortalité de 70% d'individus expérimentés de l'Amphipode crustacés de l'espèce *Hyalellaazteca* est identifiée à 16 µg/L.

D'après Makie (1989), la DL50 du plomb pour le Gastropode *Amnicolalimos* est de 10300 µg/l. Dans notre cas on présume que si les sites échantillonnés dépassent ce seuil toxique, cela provoquera un risque sur les gastropodes du milieu.

Selon Phipps et al., (1995), la dose létale 50 de cadmium chez les Amphipodes (crustacés) espèces (*Hyalellaazteca*) est de 2.8 µg/l. Concernant nos sites d'échantillonnages on peut suggérer quesi y'a des amphipodes qui vient dans ce milieu, cela provoquera un risque de mortalité sur les gastropodes de ces milieux.

### 5.2. Impacts potentiels sur les amphibiens

Chez les amphibiens, Ilona et al. (2011) a testé l'effet de certains métaux polluants aquatiques tels le cadmium sur la métamorphose et la morphologie érythrocytaire de la Grenouille rieuse *Pelophylaxridibundus* (Amphibien anoure) dans les conditions expérimentales de laboratoire. En effet, ces auteurs ont démontré que l'exposition à des concentrations élevées des ions de Cadmium (2,4 mg/L) a induit une mortalité élevée des têtards durant 20 jours de la phase de métamorphose et une diminution de leur survie après 30 et 60 jours d'exposition. De même, des différences morphologiques ont été détecté sur les cellules érythrocytaires (hématies) des juvéniles de ces grenouilles avec des différences de surface de périmètre (déformations) par rapport aux individus témoins (non contaminés).

Ces auteurs ont donc conclu un effet dangereux du développement des amphibiens dans des habitats aquatiques contaminés par les métaux lourds. La vulnérabilité de cette catégorie d'organismes aquatiques est en effet liée à leurs particularités biologiques, notamment leur peau nue et leur respiration cutanée et branchiale pendant leur phase de vie larvaire (têtards) entièrement aquatique et aussi en phase terrestre post métamorphose.

### **Conclusion:**

Cette étude a permis de dégager un aperçu sur l'état de santé des zones humides continentales présentes en Kabylie. Des analyses de terrain et de laboratoire ont été réalisées au niveau de 11 sites représentant différents types de milieux ; retenues collinaires, mares temporaires, lacs permanents et cours d'eau. L'analyse de la qualité de l'eau a concerné 5 paramètres physicochimiques et 3 métaux lourds relevés instantanément sur le terrain.

Ainsi, les résultats obtenus ont permis de déduire l'état de l'eau de surface et le degré de leur contamination par les métaux polluants. Ainsi, les données relatives à la qualité physicochimique de l'eau ont montré globalement que les plans d'eau échantillonnés sont en majorité des habitats d'eau douce, avec un pH neutre dans quatre sites (Antenne, Soummam, Tagma et Sidi Ali Albher), légèrement basique dans 4 sites qui sont (Ikker, Al Kseur, Mahvouva et Belloua) et légèrement acide dans les trois autres sites (Alsous, Lac Noir Et Maghra). La mesure de la salinité a permis de confirmer le caractère d'eau douce de 10 sites sur 11. Le site 3 (Soummam) étant de type eau salée.

Concernant les éléments métalliques (cadmium, plomb et cuivre) mesurés par spectrométrie d'absorption atomique, les résultats révèlent la détection de concentrations de cadmium dans tous les plans d'eau échantillonnés et des concentrations de plomb dans sept sites. Par contre, le cuivre n'a été décelé que dans trois et avec des teneurs très faibles. Concernant le cadmium, les concentrations s'avèrent supérieures aux normes dans tous les sites. Le plomb dépasse aussi les teneurs limites dans 8 sites.

De cette étude, on conclut que nos résultats révèlent l'existence d'une relation entre la pollution et les pressions anthropiques au niveau des zones humides étudiées, en suggérant par là qu'il est important de faire des prélèvements continus afin de surveiller la qualité des eaux de surface.

Pour maintenir la qualité des eaux de surface de la région de la Kabylie, il est primordial de surveiller et de contrôler par un suivi permanent sur des périodes annuelles de quelques paramètres physicochimiques et métaux lourds afin de sauvegarder le rôle réel des écosystèmes aquatiques, Dosage des métaux lourds dans les tissus de quelques espèces aquatiques pour étudier la bioaccumulation de ces métaux et d'orienter les autorités à prendre des mesures pour préserver la qualité d'eau essentielle pour l'environnement et la santé publique.



## References:

- Adriano, D.C. (2001). Trace elements in terrestrial environments: Biochemistry, bioavailability and risks of metals. Springer-Verlag, New York.
- Annani, F. (2013). Essai de biotypologie des zones humides du constantinois. Département de biologie. Thèse doctorat. Université Annaba. P227
- Baker, A.J.M., & Walker, P.L. (1989). Ecophysiology of metal uptake by tolerant plants. In: Heavy metal tolerance in plants - Evolutionary aspects. Shaw, A. (Eds). CRC Press, 155-177.
- Barnaud G. (1991) Qu'est-ce qu'une zone humide ? Compte-rendu des avis d'experts, Définition scientifique et juridique. Muséum National d'Histoire Naturelle – Laboratoire d'évolution des Systèmes Naturels et Modifiés, 1991.
- Benito, V., Devesa, V., Fernandez, M., Ferrer, M., Hiraldo, F., Gonzalez, M J., Montoro, R., Munoz, O., & Suner, M A. (1999). Trace elements in blood collected from birds feeding in the area around Donana National Park affected by the toxic spill from the Aznalcollar mine. *Science of the Total Environment*, 242(1-3): 309-323
- Bendjama, A .2010.thèse de doctorat Variation de la qualité des eaux et son impacte sur le sol des zones humide de PNEK. Université badji Mokhtar Annaba
- Bendjama, A., Boukari, A., Chouchane, T., Djabri, L., & Tlili, S. (2014) .La contamination métallique des eaux lacustres des zones humides du PNEK située au Nord-est algérien, Actes de la conférence internationale de 2014 sur l'énergétique appliquée et la pollution, organisée par le laboratoire LEAP, décembre 14-15, 2014, Constantine
- Biesinger, K.E., & Christensen, G.M. (1972) Effects of various metals on survival, growth, reproduction, and metabolism of *Daphnia magna*. *Journal of the Fisheries Board of Canada* 29, 1691-1700.
- Berthelin, J. Bourrelrier, P H. (1998). Contamination des sols par les éléments en traces : les risques et leur gestion. Académie des sciences. Rappel n°42. Technique et documentation.
- Bernhard, M. (1977). Manuel des méthodes de recherche sur l'environnement aquatique : 3ème partie échantillonnage et analyse du matériel biologique, FAO. Document technique sur les pêches N158 ; 1397
- Billon, G., Magnier, A., Lourino-Cabana, B., Baeyens, W., Fischer, J.C., & Ouddane, B. (2009). Suivi en continu d'éléments traces métalliques dans le canal de la Deule. Agence de l'eau Artois-Picardie, Université de Lille Geosystèmes, CNRS.
- Boulkrah, H. (2010). Etude comparative de l'adsorption des ions plomb sur différentes adsorbants. Mémoire de Magister
- Bourache, J.M., & Saporta, G. (1983). L'analyse des données (que sais-je) n 1854.Press universitaire, France

- Boussehaba, A., Toubal, A., Toubal, O., & Samraoui, B. (2014). Biodiversité méditerranéenne et changements globaux : cas du complexe de zones humides de Guerbès-Senhadja (Algérie). *Articles* .Volume 8. p. 273-295|.
- Burgat, M., Labat, R., Lim, P., Richard, G M., & Roqueplo, C. (1977). Action ecotoxologiques de certains métaux (Cu, Zn, Pb, Cd) chez les poissons dulçaquicoles de la rivière de Lot. *Annls Limnol.* 13 (2). 191-207.
- Brenda, X., & Iomaraochoa, S. (2008). Etude conjuguée géochimique /hydrologique des relations nappe-rivière dans une zone humide: cas de la zone humide alluviale de mannequin, France. Thèse doctorat. Université TOULOUSE III - paul sabatier .France. P243.
- Callender, E. (2003). Heavy Metals in the Environment-Historical Trends. In: B.S. Lollar (Ed.), *Environmental Geochemistry. Treatise on Geochemistry.* Elsevier-Pergamon, Oxford, pp. 67-105
- Dalmas, P. (2000). Mesures de conductivité sur une eau pure ou comment appliquer la norme USP24-NF19. Article paru dans la Gazette du Laboratoire, 4p.
- El Mohrit. (2005).Evaluation de qualité de la cote atlantique marocaine (porte laayon, foug l'Oued et laasilia).Diplôme d'étude supérieur. Université Ibn Tofail.Maroc
- Escoffier, B. (1979).*Rev.stat.App.*27(4) :37-46
- Fustec É., Lefeuvre J.C. (Éd.), 2000. Fonctions et valeurs des zones humides. Dunod, Paris, 426 p.
- Ghali, S. (2008). Étude de la carbonisation d'un précurseur végétal, les noyaux d'olives. Utilisations dans le traitement des eaux. Mémoire de Magister. République Algérienne démocratique et populaire Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique. Université de 20 août 55-SKIKDA. Faculté des sciences et sciences de
- Gherzouli, C. (2013). Anthropisation et dynamique des zones humides dans le nord-est algérien .Apport des études palynologiques pour une gestion conservatoire. Thèse de Doctorat. Université Toulouse 2 Le Mirail
- Giesy, J. P. (1978). Cadmium inhibition of leaf decomposition in an aquatic microcosm. *Chemosphere*, 7: 457 – 475. l'ingénieur.
- Greenwood, N., & Earnshaw, A. (1984).*Chemistry of the éléments.* Première édition. Pergamon Press, Oxford. 248 pp.
- Harte, J., Holdren, C., Schneider R., & Shirley, C. (1991). *Toxics A to Z, A Guide to Everyday Pollution Hazards.* University of California Press, Oxford, England, p. 478.
- Hebert, S., & Legre, S. (2000). Suivi de la qualité de l'eau des rivières et petits cours d'eau. Direction du suivi de l'état de l'environnement, Ministère de l'Environnement Gouvernement du Québec, 5 p.

- Ilona E. Stepanyan, Anush S. Tsarukyan et Yury P. Petrov, 2011. Effect of molybdenum, Chrome and Cadmium ions on metamorphosis and erythrocytes morphology of the marsh frog *Pelophylax ridibundus* (Amphibia : Anura). Journal of environmental science and technology 4 (2) : 172-181.
- ISO. (1986). Qualité de l'eau : Dosage du Cobalt, Nickel, Cuivre, Zinc, cadmium et Plomb- méthodes par spectrométrie d'absorption atomique. Suisse : ISO 8288,
- ISO. (1994). Qualité de l'eau : Dosage du cadmium par spectrométrie d'absorption atomique. Suisse : ISO 5961, 10p
- JORA., 2006. Journal officiel de la république Algérienne. Décret, ministériel n°06-141, du 19 Avril 2006, définissant les valeurs limitent des rejets d'effluents liquides industriels.
- Kabata, A., & Pendias, H. (2001). Trace elements in soils and plants. CRC Press, London
- Loué, A. (1993). Oligo-éléments en agriculture. Ed. Nathan, 45-177.
- McGeer, J.C., McDonald, D.G., Szebedinszky, C., & Wood, C.M. (2000) Effects of chronic sublethal exposure to waterborne Cu, Cd or Zn in rainbow trout. 2. Tissue specific metal accumulation. Aquatic Toxicology 50, 245-256
- Meddour, R. (2010). Bioclimatologie, phytogéographie et phytosociologie en Algérie exemple des groupements forestiers et preforestiers de la Kabylie Djurjurenne. (T. d. pp40-43, Éd.) Tizi Ouzou.
- Martin-Garin, A., & Simon, O. (2004). Fiche Radionucléide, Cadmium et environnement. Direction de l'environnement et de l'intervention-Service d'étude du comportement des radionucléides dans les écosystèmes
- Micak, N. (2001). Total and organic lead distribution in water, sediment and organism from the eastern Adriatic coast. Chemical speciation and bioavailability.
- MACKIE, G.L. (1989) Tolerances of five benthic invertebrates to hydrogen ions and metals (Cd, Pb, Al). Archives Of Environmental Contamination and Toxicology vol 18 n°1/2, 215-223.
- Naah, M. (2013). Impact temporel du développement urbain du bassin versant de la rivière minoga sur la qualité du lac municipal de Yaound (Cameron). Thèse de doctorat. Université Paris-Est. L'Ecole des Ponts Paris Tech. Spécialité: Sciences de l'environnement
- Oronsaye, J. A. O. (2001). Ultrastructural changes in the kidneys of the stickleback, *Gasterosteus aculeatus* (L.) exposed to dissolved cadmium. Journal of Aquatic Sciences, 16: 53 – 56.
- Phipps, G.L., Mattson, V.R., Ankley, G.T. (1995). Relative sensitivity of three freshwater benthic macro invertebrates to ten contaminants. Archives of Environmental Contamination and Toxicology vol 28 n°3, 281-286.

- Plumlee, G.S., & Ziegler, T.L. (2003). The medical geochemistry of dust, soils and other earth materials. In: B.S. Lollar (Ed.), *Environmental Geochemistry. Treatise on Geochemistry*. Elsevier-Pergamon, Oxford, pp. 264-310.
- Reggam, A., Bouchelaghem, H., & Houhamdi, M. (2015). Qualité Physico-Chimique des Eaux de l'Oued Seybouse (Nord-Est de l'Algérie): Caractérisation et Analyse en Composantes Principales (Physico-chemical quality of the waters of the Oued Seybouse (North-eastern Algeria): Characterization and Principal Component Analysis). *J. Mater. Environ. Sci.* 6 (5) 1417-1425
- Ramade, F. (1984). *Eléments d'Ecologie: Ecologie fondamentale*. Me Graw-Hill, 397 p
- Ramade, F. (1992). *Précis d'écotoxicologie*. édition Masson. 224p
- Ramade, F. (1996). *Pollution. Encyclopaedia Universalis 572-585 ISBN*
- Ramade, F. (2007). *Introduction a l'écotoxicologie*. édition TEC et DOC Lavoisier .978-2-7430-0944-1.p332
- Ramade, F. (2011). *Introduction a l'écochimie, Les substances chimiques de l'écosphère a l'homme*. Edition Lavoisier. Paris
- RAMSAR. (2006). *Le manuel de la convention de RAMSAR: Guide de la Convention sur les zones humides (Ramsar, Iran, 1971), 4eme édition*.
- Roméo, M., Dellali, M., Gharbi-Bouraoui, S., & Gnassia-Barelli, M. (2006). Responses of Hexaplex (Murex) trunculus to selected pollutants. *Science of The Total Environment* 359, 135-144.
- Rapinel, S. (2012). *Contribution de la télédétection a l'évaluation des fonctions des zones humides : de l'observation a la modélisation prospective*. Thèse doctorat. Université RENNES 2. France. P385.
- Rashed, M.N. (2001). Monitoring of Environmental heavy metals in fish from Nasser Lake, Egypt. *Environnement International* 27: 27-33.
- Rodier, J. (1997). *L'analyse De L'eau (Eaux Naturelles, Eaux Résiduaire Et Eaux De Mer)*, 8<sup>ème</sup> Edition, Dunod, Paris, p 66.
- Rodier, J. (2009). *L'analyse de l'eau*. 9eme édition, Dunod
- Sabater, S., Armengol, J., Comas, E., Sabater, F., Urruti, I. & Urrizalqui I. (2000). Algal biomass in a disturbed Atlantic river: water quality relationships and environmental implications. *Sci. Total Environ.* 263, 185-195.
- Salvarredy, A.M. (2008). *Contamination en métaux lourds des eaux de surface et des sédiments du Val de Milluni (Andes Boliviennes) par des déchets miniers. Approches géochimique, minéralogique et hydrochimique*. These de doctorat. Université de Toulouse. Sciences de l'Univers, de l'Espace et de l'Environnement .délivré par l'Université Toulouse III - Paul Sabatier

- SEL. LR. (1996-2000). Le protocole de surveillance FOGEM. La surveillance FOGEM des zones humides côtières du Languedoc-Roussillon Annexe 2000-2005. 7p.
- Scheuhammer, A.M., & Norris, S.L. (1996). The ecotoxicology of lead shot and lead fishing weights. *Ecotoxicology* 5, 279–295. Doi: 10.1007/BF00119051
- Schill, R.O., Görlitz, H., & Köhler, H.R. (2003). Laboratory simulation of a mining accident: acute toxicity, hsc/hsp70 response, and recovery from stress in *Gammarus fossarum* (Crustacea, Amphipoda) exposed to a pulse of cadmium. *BioMetals* 16, 391-401
- SEL. LR. (1996-2000). Le protocole de surveillance FOGEM. La surveillance FOGEM des zones humides côtières du Languedoc-Roussillon Annexe 2000-2005. 7p.
- Silvestre, F., & Trausch, G. (2005) Hyper-osmoregulation capacity of the Chinese mitten crab (*Eriocheir sinensis*) exposed to cadmium; acclimation during chronic exposure. *Comparative Biochemistry and Physiology - Part C* 140, 29-37.
- Soegianto, A., & Trilles, J.P. (1999) Impact of cadmium on the structure of gills and epipodites of the shrimp *Penaeus japonicus* (Crustacea: Decapoda). *Aquatic Living Resources* 12, 57-70.
- Squilbin M., Villers J., Yourassowsky C. (2005) . Qualité physico-chimique et chimique des eaux de surface: cadre général Institut Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement / Observatoire des Données de l'Environnement, 16p
- Taylor, D. (1983). The significance of the accumulation of cadmium by aquatic organisms. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 7, 33-42
- UICN. (2008). Biodiversité des eaux douces-une ressource cachée et menacée. La Liste rouge de l'UICN des espèces menacées
- Viallard, J. (2012). La gestion des zones humides dans les dossiers loi sur l'eau : amélioration des avis techniques pour une meilleure mise en œuvre des mesures compensatoires zones humides ». Faculté des sciences et techniques-filière eau et environnement. Mémoire magister. Université de limoges. P129.
- Zedam, A. (2015). Etude de flore endémique de la zone humide de Chott El Hodna, Inventaire-Préservation. Thèse de doctorat. Université Ferhat Abbas Sétif 1

## **ANNEXE :**

Tableau : Valeurs guides des teneurs en métaux lourds dans les eaux de surface en ppm

**(Directive de la CE pour les eaux de surface)**

Eléments	Valeurs guides
Plomb	0.05
Cuivre	1
Cadmium	0.005

## **Résumé :**

L'étude réalisée a pour objectif de caractériser les paramètres physico-chimique et métallique des eaux de surface de la zone de la Kabylie

Les résultats représentatifs, des caractéristiques physico-chimique (T, DO, PH, CE) ainsi que le dosage du cadmium, plomb et le cuivre dans les zones humides révèlent que les paramètres physico-chimique sont variés et reflètent l'état réel et la nature des eaux douce et saumâtres des zones humides de la Kabylie.

Les échantillons ont été analysés pour la concentration en métaux lourds (cd, Pb et Cu) par la spectrométrie d'absorption atomique(SAA) révèlent que ces sites présentent des indices de contamination par le cuivre tandis qu'ils sont indemnes de toute contamination par le cuivre.

Cette étude confirme que les zones humides de la région de la Kabylie présente un problème de pollution des eaux de surface, cette pollution est d'origine naturelle (nature géologique des sédiments et nature des eaux) et anthropique (domestique et activité agricole).

**Mots clés :** zones humides, métaux lourds, Kabylie, paramètres physico-chimiques.

## **Abstract:**

The objective of this study is to characterize the physicochemical and metallic parameters of the surface waters of the Kabylia zone Representative results, physicochemical characteristics (T, DO, PH, CE) as well as the determination of cadmium, lead and copper in wetlands reveal that the physicochemical parameters are varied and reflect the actual state and Nature of the fresh and brackish waters of the wetlands of Kabylia.

The samples were analyzed for the concentration of heavy metals (cd, Pb and Cu) by atomic absorption spectrometry (SAA), indicating that these sites show copper contamination rates while they are free from contamination by the copper.

This study confirms that wetlands in the Kabylia region have a problem of surface water pollution. This pollution is of natural origin (sedimentary nature and nature of water) and anthropogenic (domestic and agricultural) pollution.

**Key words:** wetlands, heavy metals, Kabylie, physicochemical parameters.