

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

Ministère de l'Enseignement Supérieur

et de la Recherche Scientifique

Centre Universitaire de Jijel

Abdelhak Benhamouda

Institut des Sciences de la Nature

٥٣٢

ABB.08.2003

01  
02

## MEMOIRE

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLÔME UNIVERSITAIRE  
D'ETUDES APPLIQUEES EN BIOLOGIE

### THEME :

Contribution à l'Etude  
de la Contamination de la  
Végétation par le Plomb et le  
Cadmium au niveau de Oued  
Mouttas (Wilaya de JIJEL)



Membres de jury :

Président : Bouljedri Mohamed

Examineur : Krika Abderrezzak

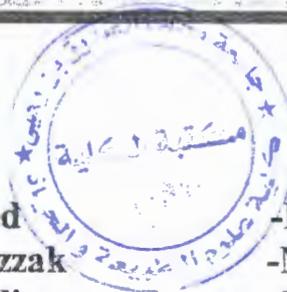
Encadreur : Bounamous Azzedine

Réalisé par :

-Boudehane Fouzia

-Moures Messaouda

-Laïb Saïda



Promotion 2002/2003

N° d'ordre....

# الإهداء

أهدي هذا العمل المتواضع :

- إلى أعز إنسانة عليا في الوجود، إلى التي تركت فراغا كبيرا في حياتي أمني رحمها الله.

- إلى أبي العزيز.

- إلى كافة إخوتي و أخواتي و أولادهم أخص بالذكر أخي الحبيب خير الدين.

- إلى كل رفيقات دربي.

- إلى كل من ضحى و مازال يضحى من أجل أن ترقى الجزائر.

- إلى كل الشعب الفلسطيني الصامد.

- إلى قسم السنة الثالثة تحاليل دفعة 2003 كل باسمه. فوزية

أهدي هذا العمل المتواضع إلى :

- أمني ، أبي، إخوتي و أخواتي كل باسمه.

- إلى أولاد أختي.

- إلى كل أصدقائي و صديقاتي.

- إلى فرع الثالثة ABB دفعة 2003 كل باسمه.

- إلى كل روح طاهرة سقت بدمها أرض هذا الوطن العزيز.

# مقدمة

أهدي ثمرة جهدي إلى الوالدين الكريمين اللذين مهدا لي الطريق نحو النجاح.

إلى أخي العزيز حسان و أخواتي كل باسمها .

إلى ابن عمي السعيد الذي ساعدني في إنجاز هذا العمل.

إلى كل أصدقائي و صديقاتي.

إلى طلبة السنة الثالثة ABB دفعة 2003 كل باسمه.

مسودة

# REMERCIEMENTS

Nous remercions DIEU tout puissant qui nous a aidé à réussir dans nos études.

Et nous tenons à exprimer nos plus respectueux remerciement à :

- Mr l'encadreur Bounamous Azzedine
- Mr Krika Abederrezzak et Mr Laib Essaïd pour leurs compréhension et leurs aides et conseils
- Nos collègues Ouaja, Naili et M Djemem pour leur aide.
- Sans oublier l'équipe du laboratoire de biologie surtout M<sup>elle</sup> Sonia et l'équipe du bureau d'étude pour leur aides
- Tous ceux qui nous ont aidé de près ou de loin pour la réalisation de ce mémoire.

Messaouda, Fouzia et Saïda

# Sommaire

<b>Introduction.....</b>	<b>1</b>
<b>Chapitre I : Synthèse bibliographique</b>	
<b>1- Les métaux lourds</b>	
a- Définition des métaux lourds.....	2
b- Origine des métaux lourds.....	2
b-1- Origine naturelle.....	2
b-2- Origine artificielle.....	2
c- Les risques des métaux lourds.....	3
c-1- Sur le sol.....	3
c-2- Sur les plantes.....	3
c-3- Sur la santé humaine.....	3
d- Le processus de transfert.....	4
<b>1-1- Le plomb</b>	
a- Présentation et propriétés physico-chimiques.....	4
b- Les composés toxiques du plomb.....	5
c- Utilisation du plomb et les sources de contamination.....	6
d- La biodisponibilité.....	7
e- Les voies d'exposition (pénétration).....	8
f- La toxicité du plomb.....	8
f-1- La contamination du sol.....	8
f-2- La contamination des végétaux.....	9
f-3- L'intoxication des animaux.....	9
f-4- L'intoxication de l'homme.....	9
<b>1-2- Le Cadmium</b>	
a- Présentation et propriétés physico-chimiques.....	10
b- Les composés toxiques de cadmium.....	11
c- Utilisation de cadmium et les sources de contamination.....	12
d- Teneur dans les sols et dans les plantes.....	13
e- Biodisponibilité.....	13
f- Mode de pénétration du cadmium.....	14
g- La toxicité du cadmium.....	14
g-1- Contamination du sol.....	14
g-2- Contamination des végétaux.....	14
g-3- L'intoxication de l'homme.....	15
g-3-1- Intoxication aiguë.....	15
g-3-2- Intoxication chronique.....	15

## **Chapitre II : Matériel et méthodes**

1-Présentation de la zone d'étude.....	17
2-Plan d'échantillonnage .....	23
2-1-Prélèvement des échantillons.....	23
2-2-Le choix de l'espèce.....	24
2-3-Préparation des échantillons.....	24
3-Méthode de dosage de plomb et de cadmium dans la végétation.....	24
3-1-Préparation des extraits des plantes .....	24
3-2-Appareillage : la spectroscopie d'absorption atomique.....	25
3-3-Analyse statistique.....	30
<b>4-Résultats et discussion</b> .....	<b>31</b>
<b>Conclusion</b> .....	<b>40</b>
<b>Références bibliographiques</b>	

## INTRODUCTION :

La pollution de l'environnement est devenue en quelques décennies un des problèmes majeurs pour l'humanité.

En réalité la pollution de l'environnement ne se réduit jamais uniquement au rejet d'un contaminant dans un milieu donné à proximité de la source d'émission et n'entraîne pas seulement des conséquences directes sur la santé des habitants de la zone concernée.

Elle est également soumise, au même titre que les substances naturelles, au jeu des phénomènes bio-géo-chimiques, physico-chimiques et biologiques qui peuvent ainsi par diverses transformations, les neutraliser ou au contraire les disperser et exalter leur toxicité.

Parmi ces polluants les métaux lourds qui contribuent de manière évidente à la pollution de la biosphère. On les retrouve dispersés dans le sol, l'eau et l'air. Cette répartition dans l'environnement est cependant hétérogène. En effet, si les teneurs en contaminants métalliques sont naturellement faibles dans le sol, l'eau et l'air, elles peuvent parfois atteindre des niveaux élevés en raison de phénomènes géologiques, comme par exemple « le dégazage » ou par suite d'activités industrielles spécifiques, ils peuvent ainsi contaminer tous ces milieux et ceux-ci vont donc à leur tour contaminer les plantes s'y développant.

C'est dans ce contexte que nous sommes intéressés à l'étude de la contamination de Oued Mouttas par le Plomb et le Cadmium.

## **1-Les métaux lourds :**

### **a- Définition des métaux lourds :**

On regroupe sous le nom de métaux lourds certains éléments lourds, dotés de propriétés chimiques particulière et qui sont susceptibles de s'incorporer à la biomasse, où ils perturbent le système enzymatique. Certains métaux lourds sont indispensables à faibles doses (oligo-éléments) à l'organisme, tels que le cuivre (Cu), le molybdène (Mo), le zinc (Zn), la manganèse (Mn) et le sélénium (Se). D'autres, par contre sont toxiques : le plomb (Pb), le cadmium (Cd), le mercure (Hg), le nickel (Ni), le chrome (Cr), l'arsenic (As), et l'étain (DUCHAUFOR, 1991).

### **b- Origine des métaux lourds :**

Les métaux lourds se trouvent dans la plus grande partie des roches de la lithosphère et pratiquement dans tous les sols. L'activité humaine y contribue aussi, soit directement (fertilisants, différents types de déchets, pesticides,...), soit indirectement (automobiles,...). Donc il est possible de classer leurs origines en deux catégories :

#### **b-1-Origine naturelle :**

Les sols contiennent naturellement des éléments traces qui proviennent directement de l'altération et de l'érosion des roches mères et des matériaux géologiques (SILLANPAA, 1972 ; cité in ABDUL RIDA, 1992).

Les retombés atmosphériques (aérosols, poussières,...) sont aussi une source naturelle d'apport d'éléments traces. Ainsi, les organismes jouent un rôle très important dans le cycle des éléments traces dans la nature. Ils les absorbent pour satisfaire leur besoin biologique puis les libérant à la surface ou dans le sol (LISK, 1972 ; cité in EL-OKKI, 1998).

#### **b-2-Origine artificielle :**

La présence des métaux lourds dans le sol est le résultat des activités humaines, industrielles, agricoles ou ménagère ( RAMADE, 1974). Ainsi, les retombées atmosphériques gazeuses, surtout au niveau des zones industrielles et les

ordures ménagères, les boues d'épuration, les déchets industriels divers et les activités minières sont les plus importantes sources de métaux lourds (EL-OKKI, 1998).

### **c-Les risques des métaux lourds :**

#### **c-1-Sur le sol :**

Les métaux lourds présents dans les sols contaminent les êtres vivants à leur contact. Un flux continu de métaux lourds est rejeté dans l'environnement sous formes d'effluents liquides, gazeux ou solides, principalement d'origine industrielle .

Ces flux ont amené les sols à de stades de déséquilibre biologique très grave. La chronicité de ces apports et leur abondance provoquent un empoisonnement quasi-irréversible des sols. En effet, l'accumulation de ces métaux dans le sol peut diminuer ou ralentir l'activité biologique qui se traduit par le ralentissement de la dégradation de la matière organique. (AMRI, 1999).

#### **c-2-Sur les plantes :**

Selon DUVIGNEAUD et DENAEYER-DESMET (1960, 1973), les plantes poussant sur des sols hautement métallifères ou dans les milieux « mal-balancés » chimiquement font apparaître, pour certaines, des phénomènes de « résistance » ou de « tolérance » et pour d'autres plantes, un phénomène de « sensibilité » envers les éléments toxiques présents en excès, en adaptant des attitudes distinctes vis-à-vis des nouvelles conditions (AMRI, 1999).

#### **c-3-Sur la santé humaine :**

La chaîne alimentaire est constituée par la biomasse végétale, consommée par les herbivores eux-mêmes servant de nourriture au carnivores y compris l'homme c'est à dire les risques pour la santé liés à la contamination des sols et/ou des aliments.

- ❖ Modes d'action de certains cancérogènes, et validités des modèles permettant de réaliser une évaluation quantitative du risque pour les composés génotoxiques.

- ❖ Risque de nature allergologique et/ou toxicologique liés à la contamination des aliments, à la consommation d'aliments transgéniques et plus généralement de toutes variétés nouvelles (anonyme, 2000).

#### **d-Le processus de transfert :**

Les précipitations (pluie, neige) et l'irrigation sont les principales sources d'eau des sols. Une partie est évacuée par évaporation ou ruissellement de surface. Une partie pénètre dans le sol et se dirige alors soit vers les racines des plantes, soit par gravité, vers les horizons profonds et les nappes phréatiques. Au cours de ces transports, l'eau se charge en éléments en traces dissous (DENAËYER et al, 1974).

Ce transfert d'éléments en traces d'un point à un autre du sol (en l'espèce des horizons de surface au horizons profonds) a lieu soit par advection lorsque les éléments se déplacent à la même vitesse et selon les mêmes trajectoires que la masse d'eau, soit par diffusion lorsque le déplacement est retardé, le circuit est complexe. L'importance de ces transferts est très variable selon la nature des sols et les métaux (perméabilité, acidité...) (DENAËYER et al, 1974).

### **1-1-Le Plomb :**

#### **a-Présentation et propriétés physico-chimiques du plomb :**

De nombre atomique 82 et de masse atomique 207,2, le plomb se classe dans le groupe IV<sub>A</sub> avec le carbone, le silicium, le germanium et l'étain. Le plomb est un élément ubiquitaire qui représente 0,002% de la croûte terrestre (DERACHE, 1986).

Il se présente sous forme de composés organiques et inorganiques. Sa densité est de 11,34g/cm<sup>3</sup>, son point de fusion est de 327,43°C, son point d'ébullition est de 1740°C et sa valence est +2 et +4. Il existe 20 isotopes du plomb dont 16 sont radioactifs. Le plomb est un métal gris bleuté, brillant, qui se ternit à l'air

(CHRISTENSEN ET KRISTIANSEN, 1994). Il est mou, malléable et flexible. Il est relativement sensible à la fatigue mécanique et thermique, le gaz carbonique accroît sa résistance, l'oxygène la diminue. Il a une faible conductivité électrique. De plus, sa masse élevée lui confère un important pouvoir d'absorption des rayonnements

électromagnétiques  $X$  et  $\gamma$  notamment. Le plomb donne des alliages avec de nombreux métaux, en particulier avec l'étain, le bismuth, le cadmium, l'antimoine, le fer, le cuivre et l'argent. L'ion  $Pb^{2+}$  montre une tendance importante à former des liaisons avec N et S dans des complexes. Au niveau des protéines,  $Pb^{2+}$  se liera donc facilement au niveau des sites contenant des ligands N et S. On observera donc une association étroite entre plomb et groupements sulfuriques dans les systèmes biologiques (SAHILI, 1999).

### **b-Les composés toxiques du plomb :**

#### **b-1-L'oxyde de plomb (PbO) :**

Les deux formes de l'oxyde de plomb sont le massicot et le litharge, sont à peu près insolubles dans l'eau (1/7000), la solution est cependant alcaline (BRIK et al, 1998).

#### **b-2-L'hydrate d'oxyde de plomb (Pb (OH)<sub>2</sub>) :**

Il se forme quand on traite les sels solubles de plomb par les alcalis. C'est une poudre blanche très peu soluble, devenant anhydre à 130°C. La litharge et le massicot sont solubles dans les acides, y compris les acides organiques (BRIK et al, 1998).

#### **b-3-Le minium (Pb<sub>3</sub>O<sub>4</sub>) :**

C'est un oxyde de plomb qui se forme lorsqu'on chauffe longtemps le plomb vers 350 à 400°C. Il se forme d'abord du massicot, qui s'oxyde à l'air donne le minium, c'est une poudre rouge insoluble dans l'eau. Quand on le chauffe, il devient plus foncé, puis à température élevée, il se décompose en protoxyde PbO et oxygène. (BRIK et al, 1998).

#### **b-4-Sulfure de plomb (Galène) (Pb SO<sub>2</sub>) :**

Le sulfure précipité par l'hydrogène sulfure est noir et insoluble dans les acides étendus, sauf dans l'acide nitrique (BRIK et al, 1998).

**b-5-Chlorure de plomb (Pb cl<sub>2</sub>) :**

Il s'obtient en dissolvant litharge dans l'acide chlorhydrique, ou en précipitant un sel soluble de Pb par un chlorure alcalin. C'est une poudre blanche, très peu soluble dans l'eau froide (1/135) et plus soluble dans l'eau bouillante (1/33) (BRIK et al 1998).

**b-6-Carbonate de plomb (Pb CO<sub>3</sub>) :**

Insoluble dans l'eau, connu sous le nom de céruse, elle était employée autrefois en peinture. Elle est très toxique (BRIK et al, 1998).

**b-7-Chromate de plomb (Cr O<sub>4</sub> Pb) :**

Matière colorante jaune employée en peinture est obtenue par précipitation d'un sel soluble de Pb par un chromate alcalin. Il est insoluble dans l'eau (BRIK et al, 1998)..

**b-8-Acétate de plomb [(C<sub>2</sub>H<sub>3</sub>O<sub>2</sub>)<sub>2</sub>Pb] :**

Il est appelé aussi sel de saturne. On l'obtient par l'action de l'acide acétique sur la litharge. Il est très soluble dans l'eau 100 parties d'eau dissolvent 66 parties de sel froid et 200 parties à 100°C, il est également soluble dans l'alcool. Sa solution dissout en abondance la litharge en donnant des acétates de plomb liquides (BRIK et al 1998).

**c-Utilisation du plomb et les sources de contamination :**

Le plomb et ses dérivés minéraux et organiques interviennent dans de nombreux procédés industriels : parmi ceux-ci, on compte l'extraction des minerais de plomb et de zinc, la métallurgie du plomb et du zinc, des industries de la construction (tuyaux d'évacuation d'eau), la fabrication de munitions pour armes à feu (plomb de chasse) (DERACHE, 1986).

La fabrication et la réparation des accumulateurs au plomb (INRS, LAUWERYS ; cité par FTAISSA, 1998).

Certains sels et oxydes de plomb sont utilisés comme pigments dans la peinture, les vernis, les matières plastiques, les laques, les enduits, les encres, etc... (THOMAS, 1984).

Le plomb entrait autre fois dans la fabrication d'insecticides comme l'arséniate de plomb, dont l'utilisation présentait un double risque d'intoxication par le plomb et l'arsenic, l'utilisation de ce composé est interdite en agriculture depuis 1972. Le plomb est également utilisé pour la fabrication de barrières antibruit et anti-vibration. La propriété du plomb d'absorber intensément les rayons permet de l'utiliser pour fabriquer des écrans protégeant des radiations corpusculaires et électromagnétiques. Le plomb est aussi utilisé dans la soudure, d'où le danger d'inhaler ses vapeurs lors du découpage des pièces métalliques à base de plomb à l'aide de chalumeau ou d'arc électrique. On l'utilise également dans la fabrication des gaines de câbles, dans l'industrie automobile, pour le polissage des soudures, dans la taille de diamants. Les sels organiques de plomb sont utilisés comme lubrifiants. Le plomb tétraéthyle et le plomb tétraméthyle sont utilisés comme antidétonants dans l'essence (IMPENS, CURSTRISE et BONNIE, SANCHEZ-CAMAZANO et al ; cité par FTAISSA, 1998) (SAHILI, 1999).

Enfin dans les usines de fabrication de l'acide sulfurique le plomb est utilisé pour le garnissage des tours à acide, pour la construction des serpentins de refroidissement et d'autres pièces d'équipements (GLINKA, 1981).

#### **d-La biodisponibilité :**

L'absorption racinaire du plomb est actuellement considérée comme passive. Elle est réduite par le chaulage et les basses températures bien que le plomb soit dans les sols un élément très peu soluble, il peut s'accumuler dans les racines et plus particulièrement dans les membranes cellulaires. En règle générale, les concentrations en plomb d'une plante sont étroitement corrélées aux concentrations en plomb du sol, mais cette corrélation doit être nuancée et tenir compte en particulier de l'organe (racines, tiges, feuilles etc...) la translocation du Pb racinaire vers les parties épigées d'une plante est un phénomène très limité (COLLERY, 1997).

Ce qui fait que le plomb n'est pas un toxique systématique en ce sens qu'il ne diffuse pas dans le système vasculaire de la plante, son absorption racinaire n'est

effective qu'au delà de 1000 ppm dans le sol. L'absorption racinaire du plomb dépend, entre autres facteurs, de la concentration total dans le sol, de la concentration dans la solution du sol et de la spéciation (KABATA-PINDIAS et KABATA, 1992 ; in COULLERY, 1997).

Les feuilles et les fruits peuvent par contre subir une contamination plus ou moins importante par dépôt de poussière de Pb au voisinage immédiat d'usines ou d'autoroutes, il en résulte donc un risque de contamination pour l'homme et les animaux par consommation de ces végétaux contaminés (DERACHE, 1986).

Mais ces poussières sont retirées à 90% par lavage (ZIMMERLI, 1989 ; in COULLERY, 1997).

### **e-Les voies d'exposition (pénétration) :**

Le plomb peut pénétrer dans l'organisme humain par trois voies :

- ❖ Par inhalation de vapeur de plomb d'abord ou de poussières (oxyde de plomb).
- ❖ Par ingestion, qu'il s'agit du plomb d'abord inhalé et ingéré à la suite des processus d'épuration pulmonaire, ou du plomb ingéré directement avec les aliments ou avec les poussières se trouvant sur les mains ou les objets portés à la bouche notamment chez les jeunes enfants.
- ❖ Par voie cutanée, plus rarement (DITTEL, 1975).

### **f-La toxicité du plomb :**

#### **f-1-Contamination du sol :**

Le taux d'absorption est fonction des propriétés du sol. Ainsi, le plomb présente une grande affinité pour les substances humiques. Le pH, en particulier, joue un rôle important dans la disponibilité de plomb à partir de dérivés. Plus le pH est faible, plus le degré de désorption dans la solution du sol est fort. Cependant, le plomb étant très immobile - plus que le cadmium par exemple - il demeure dans les horizons supérieures et n'est pas absorbé dans les mêmes proportions par les plantes. Ainsi, les sols constituent un milieu d'accumulation important pour les dérivés du plomb. Une contamination complémentaire se produit à la suite de l'épandage de

boues d'épuration plombifères sur les terres agricoles. Un danger pour les eaux souterraines n'existe que si les taux de contamination sont très élevés (Anonyme, 2003).

### **f-2-Contamination des végétaux :**

Les plantes absorbent principalement le plomb contenu dans le sol et dans de moindres proportions, du plomb provenant de l'atmosphère. Le plomb est toxique au niveau de la croissance, celle-ci est certes stimulée au début d'une application mais, à partir de 5 ppm, on observe un fort retard de croissance, des altérations de couleurs ainsi que des anomalies morphologiques. Le plomb a pour effet de perturber la photosynthèse, la respiration ainsi que d'autres cycles du métabolisme. Enfin, le plomb fait entrave à l'absorption des éléments nutritifs essentiels en provenance du sol.  $Pb^{++}$  a peut d'effet sur la croissance des plantes supérieures. De manière générale, il nuit plus à la qualité des plantes qu'aux rendements. Par comparaison avec sa toxicité pour l'être humain, le plomb n'est que faiblement toxique pour les plantes (UBA, 1976).

### **f-3-L'intoxication des animaux :**

Par évacuation des usines non ferreux, le plomb se dépose sur les végétaux et les fourrages par l'intermédiaire duquel les animaux peuvent l'accumuler de façon continue. Chez les animaux le plomb peut produire des intoxications aiguës qui se manifestent par l'extabilité musculaire exagérée, convulsions semblables à l'épilepsie, parfois s'ajoute des troubles digestifs sous formes de diarrhée, l'animal maigrit, souffre des troubles d'équilibre, ne peut plus se tenir debout et meurt (MATEI, 1974 cité in AIT AHCENE, 1994).

### **f-4-L'intoxication de l'homme :**

L'intoxication plombique se traduit par des troubles cliniques, des anomalies biologiques et des histo-pathologies variés. Le plomb se fixe en particulier sur le squelette où il est en étroite dépendance avec le métabolisme calcique. Le plomb passe très vite dans le sang et exerce une toxicité sur les tissus mous où son action est accentuée par son aspect accumulatif. Le saturnisme en est l'expression la plus grave, il résulte d'une exposition chronique aux sels du plomb.

Les principaux tissus touchés par la toxicité du plomb sont :

- ❖ Le sang où il se fixe aux enzymes catalytiques et aux enzymes de la synthèse de l'hémoglobine, perturbant ainsi le transport de l'oxygène.
- ❖ Le foie où l'action enzymatique de dégradation de certains composés exogènes est inhibé.
- ❖ Le système respiratoire où il altère les macrophages plombiques, diminuant ainsi leur capacité d'élimination de poussières et agents défectueux.
- ❖ Le système nerveux centrale et périphérique où la fixation du plomb se traduit par la dégénérescence du comportement, de la motricité, de l'apprentissage et de la mémorisation (BOUSSABOUA, 1984 cité in AIT AHCENE, 1994).

## 1-2-Le Cadmium :

### a-Présentation et propriétés physico-chimiques :

Le cadmium, dérivé du mot à la fois grec et latin Cadmia, tire son nom de la mine de zinc de Kadmos près de Thèbes (Grèce). C'est un métal rare, n'a pas de minéral spécial, dont sa concentration moyenne dans la croûte terrestre est de l'ordre de 0,15 mg/kg. Il est largement distribué dans le sol. On le trouve naturellement associé au Zn, Pb et au Cu ( LEVESQUE, 1979 cité in ABDUL RIDA, 1992) (HADRI, 2001).

Le cadmium est un métal mou, blanc bleuâtre, ductile et malléable (GLINKA, 1981).

C'est un élément du groupe II<sub>B</sub> de la classification périodique, de masse atomique 112,41g (CROS et ARRIBET, 1969).

Sa masse volumique est de 8,642g/cm<sup>3</sup> à 20°C, son point de fusion est de 320,9°C, son point d'ébullition est de 767°C et sa tension de vapeur est de 0,013Pa à 180°C, il est soluble dans l'acide nitrique, mais plus difficilement soluble dans l'acide chlorhydrique et dans l'acide sulfurique. (MERIAN, 1984).

La teneur du Cd dans le sol est principalement déterminée par la teneur de la roche mère, les concentrations moyennes dans les sols se situent entre 0,06 et 1,1 ppm (ROUSSEAU, 1988) (COULLERY, 1997) donne un maximum « normal » de 0,7 mg de Cd /kg matière sèche (cité in COULLERY, 1997).

Dans l'atmosphère, sa concentration varie de 1 à 6 mg/m<sup>3</sup> en zone rurale, 4 à 20 mg/m<sup>3</sup> en zones urbaines et de 20 à 60 mg/m<sup>3</sup> en zones industrielles. Le cadmium possède des propriétés physico-chimiques proches de ceux du zinc. Cependant, il est moins réducteur il s'oxyde moins facilement, le cadmium résiste à la corrosion. Le cadmium est fortement absorbé par les argiles, les matières organiques, les boues, les acides humiques avec lesquels il forme des complexes. Le cadmium est utilisé dans la fabrication de batteries et de piles (ABDUL RIDA, 1992 cité in HADRI, 2001).

### **b-Les composés toxiques du cadmium :**

#### **b-1-Oxyde de cadmium (CdO) :**

Lorsqu'on chauffe fortement le cadmium , il brûle à l'air en se transformant en oxyde de cadmium de couleur brune (GLINKA, 1981).

#### **b-2- L'hydroxyde de cadmium Cd (OH)<sub>2</sub> :**

Ne possède pas de propriétés acides prononcées et ne se dissout pas dans les alcalis, en quoi il diffère de l'hydroxyde de zinc de couleurs blanc (GLINKA, 1981).

Soluble dans les acides (ALEXEEV, 1980).

#### **b-3-Le sulfure de cadmium (Cd S) :**

Parmi les sels de cadmium nous mentionnerons le sulfure de cadmium Cd S qui précipite sous forme d'une poudre jaune lorsqu'on fait agir l'hydrogène sulfurique sur une solution d'un sel de cadmium, on l'utilise pour fabriquer des peintures jaunes et des verres colorés (GLINKA, 1981).

#### **b-4-Chlorure de cadmium (Cd cl<sub>2</sub>) :**

Il est facilement soluble dans l'eau (1400 g/l), solide cristallin, incolore (MERLAN, 1984).

**b-5-Cyanure de cadmium [Cd (CN)<sub>2</sub>] :**

Le cyanure de potassium KCN donne avec l'ion Cd<sup>++</sup> un précipité blanc amorphe de Cd(CN)<sub>2</sub> qui se dissout facilement dans un excès de réactif avec formation de l'ion complexe [Cd (CN)<sub>4</sub>]<sup>-</sup> (ALEXEEV, 1980).

**c-Utilisation de cadmium et les sources de contamination :**

Le cadmium est utilisé dans la fabrication de batteries et de piles, la production de pigments colorés, comme stabilisant des matières plastiques et dans le traitement de surface des métaux lourds (ABDUL RIDA, 1992 cité in HADRI, 2001).

Le cadmium métallique est utilisé comme anticorrosif pour le fer et comme alliage dans l'industrie automobile, ses dérivés sont utilisés dans la fabrication de fongicides, d'accumulateurs Ni-Cd et de photopiles pour réacteurs nucléaires (MERIAN, 1984).

Le cadmium est utilisé dans le plaquage par galvanoplastie, dans la soudure sur aluminium, comme constituant des alliages facilement fusibles, comme désoxydant dans le plaquage au nickel, dans la gravure, dans les batteries cadmium-nickel et dans les barres de contrôle des réacteurs, certains composés du cadmium sont utilisés dans les écrans de télévision, comme colorant dans les glaçures et émaux, dans la teinture et l'impression, et dans la fabrication des semi-conducteurs et des redresseurs (EDOUARD BASTARACHE, 2001).

Le cadmium minéral est rare ; présence fréquente à l'état isomorphe dans la quasi-totalité des minerais de zinc (95% de la production de cadmium). Le cadmium est séparé du zinc par distillation ou par précipitation d'une solution de sulfate au moyen de poussière de zinc (MERIAN, 1984).

Le cadmium est relativement toxique, les cultures vivrières peuvent être contaminées par les retombées atmosphériques au voisinage d'industries métallurgiques, d'usines d'incinération d'ordures, dans les environs des routes et autoroutes, l'utilisation des combustibles fossiles dégage aussi du cadmium dans l'atmosphère, d'autre part le cadmium peut être apporté au sol par les boues des stations d'épurations des eaux, les composts urbains et les engrais, parmi ces derniers

se sont surtout les engrais phosphatés qui sont susceptibles de contaminer les terres par cadmium (QUINCHE, 1995 IN COULLERY, 1997).

#### **d-Teneur dans les sols et dans les plantes :**

Le cadmium est peu abondant dans les roches ignées et sédimentaires où il ne dépasse pas 0,3 ppm, il se concentre préférentiellement dans les roches argileuses et les schistes. La géochimie de cadmium est étroitement associée à celle du zinc, mais en diffère toutefois, puisque cadmium présente une grande affinité pour le soufre, et une plus grande mobilité en milieu acide (ROUSSEAU, 1988)(COULLERY, 1997).

Les concentrations ne semblent pas être strictement reliées à une typologie, bien que leurs teneurs les plus fortes se rencontrent dans les histosols et les teneurs les plus faibles dans les podzols. La moyenne de 0,53 ppm, calculée pour les couvertures pédologiques mondiales, représente un seuil au delà duquel la contamination anthropique peut être soupçonnée (ALLOWAY, 1995, in COULLERY, 1997).

Le cadmium est rapidement libéré des roches par altération, il donne en solution  $Cd^{++}$ , mais aussi des ions complexes comme  $Cd\ Cl^-$ ,  $Cd\ OH^+$ ,  $Cd\ HCO_3^+$ ,  $Cd\ Cl_3^-$ ,  $Cd\ Cl_4^-$ ,  $Cd\ (OH)_3$ ,  $Cd\ (OH)^-$ , de même que les chélates organiques (KABATA-PINDIAS et KABATA, 1992, in COULLERY, 1997).

#### **e-Biodisponibilité :**

En règle générale, l'absorption racinaire du cadmium est contrôlée par le pH, ainsi, elle est maximale en milieu acide, lorsque le pH augmente, la mobilité du cadmium peut s'accroître au travers de la formation de complexes ou de chélates mobiles, on démontre alors que sous ces conditions particulières, l'absorption du cadmium devient alors indépendante du pH (BABICH et al, 1978, in COULLERY, 1997).

S'il est démontré que toutes les espèces cadmiées de la solution du sol sont à priori, absorbables par les plantes, on a pu aussi montrer que l'absorption du

cadmium est plus ou moins importante suivant le genre, l'espèce ou la variété considérés ; l'absorption peut être passive et également active. Généralement les plus hautes concentrations observées se trouvent dans les racines, et les plus basses dans les organes de réserves (grains, fruits, tubercules) avec la séquence suivante (DISERENS, 1996, IN COULLERY, 1997)

$$[\text{Cd}]_{(\text{racines})} > [\text{Cd}]_{(\text{tiges})} > [\text{Cd}]_{(\text{feuilles})} > [\text{Cd}]_{(\text{grains})}$$

Généralement les racines contiennent 10 fois plus de cadmium que les tiges, les racines jouent en sorte un rôle de barrière (JARVIS et al, 1976, in COULLERY, 1997).

de  
↓  
**f-Mode de pénétration du cadmium :**

Environ 50% du cadmium sont inhalés et 6% ingérés, la distribution se fait pour 90% sous forme liée aux globules rouges, la fixation tissulaire est importante avec un stockage prolongé (temps de la demi-vie biologique supérieur à 15 ans ) principalement dans le foie et le rein, l'élimination est biliaire et rénal, la première étant faible, une élimination est également possible par les phanères (AMRI, 1999)

**g-La toxicité du cadmium :**

**g-1-Contamination du sol :**

La capacité de rétention des sols face au cadmium dépend de leur teneur en bases échangeables, dans la mesure où le cadmium est absorbé sur les particules organiques du sol, son transport par lessivage est pratiquement nul, l'horizon où s'accumule le cadmium est la rhizosphère. Lorsque le pH est égal à 6,5 la disponibilité du cadmium est au plus bas, mais sa fixation par les plantes augmente à mesure que le pH du sol diminue (GROKLAUS, 1989).

**g-2-Contamination des végétaux :**

Le cadmium freine les activités de photosynthèse et de transpiration, et augmente le taux de respiration. De faibles concentrations de cadmium dans le sol suffisent pour provoquer des lésions sérieuses, et en particulier un rabougrissement des tiges ainsi que d'intensives stries jaunâtres sur les feuilles les plus âgées.

L'absorption s'opère par les racines, mais aussi par la tige et les feuilles. En dehors des pertes de récolte, les risques sont surtout liés à la contamination (par accumulation) de plantes comestibles, par lesquelles le cadmium parvient dans la chaîne alimentaire (ANONYME).

### **g-3-L'intoxication de l'homme :**

Les divers composés du cadmium présentent des effets toxiques variables selon leur solubilité et donc leur facilité d'assimilation par l'organisme (DICHL, 1975).

#### **g-3-1-Intoxication aiguë :**

Se caractérise par :

##### **a-Fièvre des fondeurs :**

L'inhalation de fumées d'oxyde de cadmium, générées lorsque le cadmium métallique ou des éléments cadmiés sont portés à haute température, entraîne des symptômes semblables à ceux de la fièvre des fondeurs qui ressemble à un état grippal débutant, le traitement est uniquement symptomatique (BASTARACHE, 2001).

##### **b-Atteinte pulmonaire :**

L'exposition à des niveaux plus élevés peut causer de sérieux dommages pulmonaires et ultimement la mort. Les symptômes pulmonaires et les signes cliniques sont le reflet de lésions variant de l'irritation naso-pharyngée et bronchique à l'œdème pulmonaire avec aussi possiblement : maux de tête, frissons, douleurs musculaires, nausées, vomissements et diarrhée (BASTARACHE, 2001).

#### **g-3-2-Intoxication chronique :**

Se caractérise par :

##### **a-Atteinte rénale :**

L'exposition chronique au cadmium, par inhalation ou ingestion, a comme conséquence des atteintes rénales qui peuvent continuer de progresser même après la cessation de l'exposition (BASTARACHE, 2001).

**b-Par voie digestive :**

L'absorption d'une faible quantité de ces substances est suivie de troubles gastro-intestinaux (nausées, vomissements, diarrhée). Ces troubles peuvent, dans les cas sévères, se compliquer d'une déshydratation grave de l'organisme (DICHL, 1975).

Les autres conséquences de l'exposition chronique au cadmium sont : anémie, décoloration jaunâtre des dents, rhinite, ulcération occasionnelle du septum nasal, dommages au nerf olfactif et perte de l'odorat (BASTARACHE, 2001).

**Quel est le risque de cancérogénicité des sels de cadmium ?**

Des résultats positifs ont été obtenus chez certains animaux (le rat, mais pas la souris de hamster...). Des enquêtes épidémiologiques récentes ne confirment pas les observations qui ont pu être faites antérieurement montrant un excès de cancers de la prostate chez les travailleurs exposés aux composés de cadmium. En conséquence, les experts estiment maintenant que le cadmium ne doit pas être considéré comme agent cancérogène pour la prostate. Dans plusieurs enquêtes épidémiologiques en milieu professionnel, on relève des indications d'un possible excès de cancers du poumon. Toutefois ces enquêtes ne permettent pas de séparer les effets éventuels du cadmium de ceux d'autres facteurs appelés « facteurs de confusion », tels que le tabagisme, la pollution atmosphérique et l'exposition professionnelle à d'autres substances toxiques. Cependant, le comité mis en place par la commission des communautés européennes a décidé de classer le sulfate et l'oxyde de cadmium comme cancérogènes « probables » par inhalation pour l'homme et le sulfure de cadmium comme cancérogène « possible » pour l'homme (DICHL, 1975).

## 1-Présentation de la zone d'étude :

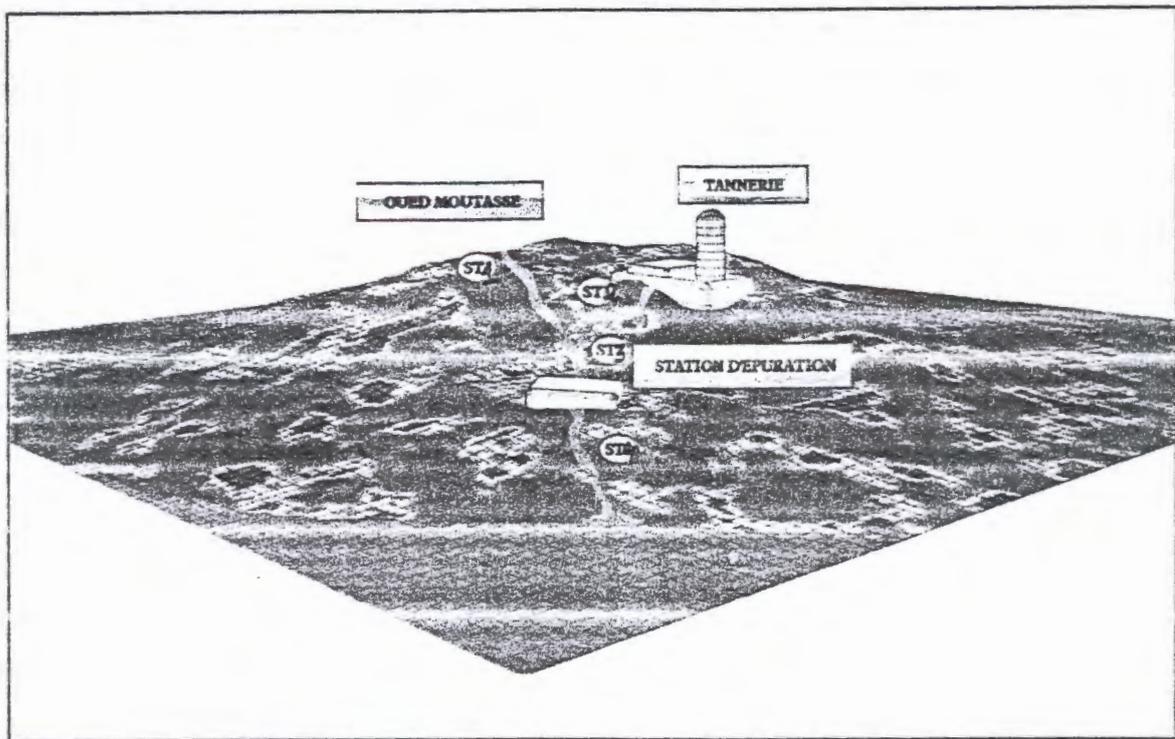


Figure 01 : Zone d'étude

### 1-1- Situation géographique :

Notre zone d'étude, située au nord ouest de la commune de Jijel, est localisée sur le plateau Haddada à 3 Km du chef lieu de la Wilaya de Jijel. Elle est traversée par deux cours d'eaux ; oued Mouttas et oued Mdaber. Au sud, la zone est limitée par un ensemble de collines, au nord, par la mer méditerranée. La partie nord est formée de criques rocheuses très accidentées et intercalées par une petite baie (Meridjet El-Kala).

### 1-2- Réseau hydrographique :

La région de Jijel est riche en ressources hydriques, les écoulements superficiels sont importants et estimés à  $1.2 \text{ m}^3/\text{an}$ . (convention portant étude d'un système de traitement des eaux des nappes des oueds Kebir et Djen-Djen phase I et II).

Oued Mouttas est un affluent, chargé des eaux usées urbaines et industrielles, est caractérisé par un faible débit ( $1 \text{ l/mn}$ ).

### **1-3- Aperçu géologique et pédologique :**

La zone d'étude appartient au domaine massif métamorphique et atlasique connu localement sous le nom de chaîne des Babors. Un ensemble de terrains sédimentaires du secondaire et le tertiaire, ainsi que des terrains métamorphiques peuvent être aperçus dans cette région. L'ensemble est composé de collines qui sont de formation marneuse et d'une plaine littorale étroite. Il y a dépôt alluvionnaire sur le littorale et le long des cours d'eaux.

Les sols sont de type brun calcaire à vertique présentant une texture lourde, d'épaisseur variable, développée sur marne (convention portant étude d'un système de traitement des eaux des nappes des Oueds Kebir et Djen- Djen phase I et II).

### **1-4- Aperçu climatique :**

Du fait de son emplacement géographique, la région de Jijel possède un climat méditerranéen caractérisé par un hiver doux (température moyenne en janvier : 8,3°C avec un minimum de 1,8°C). L'été est par contre, sec et chaud avec une température moyenne en août de 30° atteignant un maximum de 42°C. les précipitations sont fréquentes entre octobre et avril (moyenne de 1100 mm par an) mais accusant des irrégularités inter annuelles assez amples. Les neiges sont insignifiantes et ne persistent que deux à trois semaines sur les hautes montagnes. Globalement la région de Jijel appartient à étage humide (convention portant étude d'un système de traitement des eaux des nappes des Oueds Kebir et Djen- Djen phase I et II).

### **1-5- Le couvert végétal :**

La végétation naturelle en place est un maquis dense protégeant les collines. En général, la zone d'étude est occupée essentiellement par les cultures maraîchères, en plus d'une dominance de phragmites couvrant les berges de oued Mouttas.

### **1-6- Activité socio- économique de la Wilaya de Jijel :**

Aux diverses activités, la région de Jijel est liée principalement à la pêche, la récolte de liège et l'agriculture. Mis à part la central thermique à l'est de la commune et la tannerie à l'ouest, la région n'a connu que l'implantation d'unités de petite taille en même temps que la création d'entreprises publiques locales.

La population de notre zone d'étude est disséminée le long de l'oued dans quelques hameaux ou ferme isolée.

La région étant rurale, la principale activité est agricole axée essentiellement sur les cultures maraîchères. Le cheptel est limité à un élevage familial de chèvres, moutons et de quelques bovins (rapport de l'inspection de l'environnement, 1999).

#### **1-6-1- Présentation de la tannerie de Jijel :**

La tannerie de Jijel (TAJ) est une unité par action, entrée en production en 1967, spécialisée dans le traitement des peaux de bovins. Implanté sur le plateau Haddada. Distante de 3.0 Km de la ville de Jijel. La tannerie de Jijel s'étend sur une superficie de cinq hectares dont 15500 m<sup>2</sup> bâtis, l'usine à une capacité de production de 4500 tonnes/ an, avec un effectif de 302 employés.

Depuis 1997, la tannerie de Jijel est dotée d'une station d'épuration d'une capacité de 2500 m<sup>3</sup>/ jour. Réalisée sur une assise de 10234 m<sup>2</sup> dont 2500 m<sup>2</sup> bâtis, elle traite actuellement 1000 m<sup>3</sup>/ jour correspondant aux rejets résultants aux tonnes de cuir produit journallement (rapport de la tannerie, 1999).

##### **1-6-1-1- évacuation des eaux résiduaires :**

La production des eaux résiduaires est irrégulière et variable suivant le mode de tannage. Ainsi, du point de vue chimique, les eaux résiduaires de tanneries présente une composition variable, de ce fait, la composition des eaux résiduaires à de fortes fluctuations, rendant à peu près impossibles une épuration efficace. D'une manière générale, le volume d'effluent de la tannerie de Jijel correspond à une mise en eau moyenne de 5060 tonnes de peau de bovins par an qui est estimée à 404800 m<sup>3</sup> par an, ce rejet liquide est chargé en matière organique (due essentiellement à la matière première) et en matière minérale. Ces rejets sont de deux sortes :

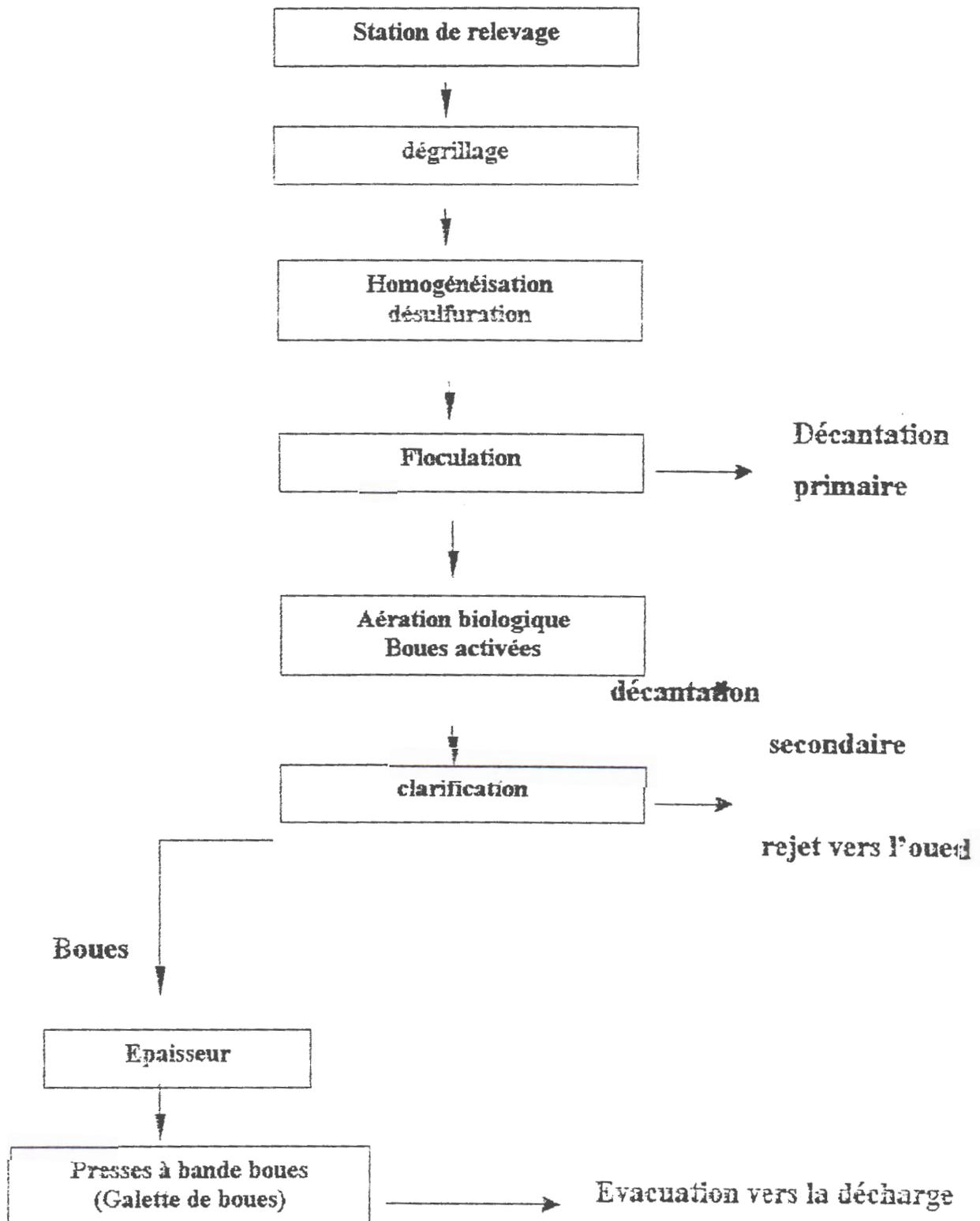
- ❖ Effluents alcalins chargés en produits soufrés et qui proviennent de la phase initiale de tannage ;
- ❖ Effluent acides chargés essentiellement en chrome et en produits et qui proviennent de l'opération de tannage (le flux polluant moyen en chrome est évalué à 1.98 Kg/tonne de peau brute, la teneur moyenne en chrome relevée dans les bains résiduels de tannages est de 6.00 g/l, ce qui correspond à une perte en sels de chrome évaluée à 3,3%).

Les rejets de la tannerie de Jijel sont évacués dans un réseau séparatif (eau de rivière, eau de tannage), construit sous forme de caniveaux en béton armé pour un dégrillage afin de débarrasser les eaux de tous les résidus solides susceptibles de causer un bouchage des conduites et des pompes. Les eaux polluées sont envoyées vers la station d'épuration pour y subir différents traitements (rapport de la tannerie, 1999).



### 1-6-1-1-2- Processus d'épuration :

Le diagramme suivant montre les différentes opérations des eaux usées de la tannerie de Jijel.



**1-6-1-3- Les effets des eaux résiduaires de tanneries :**

Les effets des eaux résiduaires de tanneries sur les émissaires sont d'ordinaire très prononcés, et ont provoqué, dans bien des cas, des situations intolérables. L'une des principales causes de ces désagréments réside dans le fait que la plupart des tanneries se trouvent au bord de cours d'eau à faible débit et dont le pouvoir d'auto-épuration n'est certes pas augmenté par les eaux résiduaires. À divers points de vue, les pollutions organiques des eaux résiduaires, leurs fortes fluctuations de réaction et de composition, leur teneur en substances toxiques, très élevées à certains moments (sulfure de sodium, composés de chrome, certains tannins), peuvent, en fonction du débit du cours d'eau, donner lieu à des proliférations de champignons, à des formations de mousse, à un appauvrissement de l'oxygène, à des mortalités de poissons et à d'autres préjudices pour la pêche, à des phénomènes de putréfaction, à des dégagements d'odeurs ou même à une suppression complète du pouvoir biologique d'auto-épuration (MEINCK et al, 1970).

## 2-Plan d'échantillonnage :

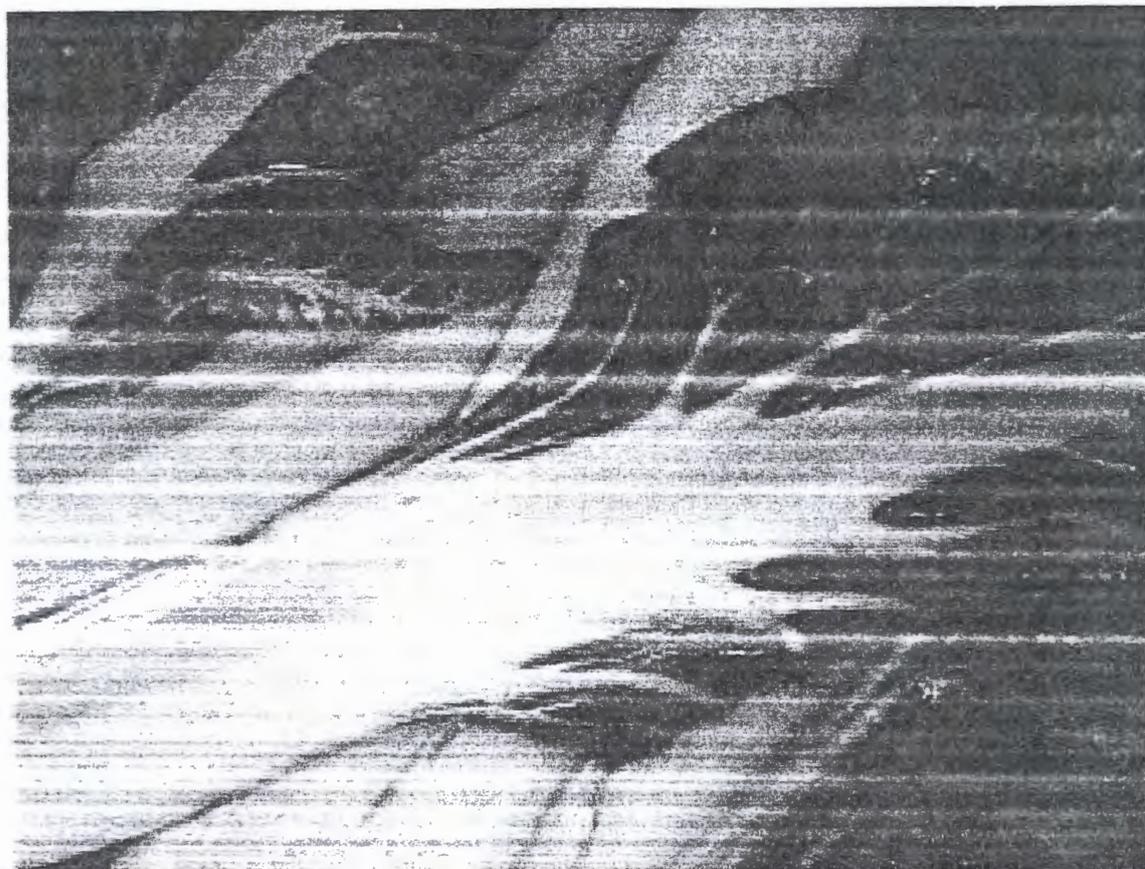


figure 02 : Beta macrocarpa Guss (espèce étudiée)

Quatre stations ont été localisées au sein de notre territoire d'étude. Ainsi, il est s'avère difficile d'avoir des situations de références exempte de pollution, donc localisée en amont de toute activité anthropique (industrielle principalement) seule la proximité des sources alimentant ces oueds répondait à une telle exigence, c'est le cas de la station St1 située en amont de l'oued. La station St2 est située directement au point de diverset des rejets de la tannerie, la station St3 est localisé juste avant l'entrée de la station d'épuration, tandis que la station St4 est localisée après la station d'épuration avant l'arrivé à l'embouchure de l'oued.

### 2-1-Prélèvement des échantillons :

Au sein de chaque station, on prend de l'espèce (Beta macrocarpa Guss), considérée comme une espèce représentative de l'ensemble des stations et se

développant au lit de l'oued, été récolté dans son ensemble, chaque pied est conservé dans des sachets en plastique étiqueté.

### **2-2-Le choix de l'espèce :**

Nom latin : Beta macrocarpa Guss

Famille : Chénopodiacées.

C'est une plante bisannuelle qui se sème en avril et qui exige beaucoup d'eau pour pousser. La surface de leur feuille est importante. Plante très fibreuse, elle contient également beaucoup de vitamine C et de beta-carotène. Elle propose un apport en fer intéressant.

C'est pour toutes ces propriétés morphologiques et nutritionnelles qu'on a choisi cette espèce comme un cas d'étude.

### **2-3-Préparation des échantillons :**

Chaque échantillon (partie aérienne) est mis à sécher dans une étuve ventilée à 105°C pendant 48 heures, une fois sèche, les échantillons sont découpés, puis dans un mortier en porcelaine dure.

broyé

### **3-Méthode de dosage de plomb et de cadmium dans la végétation :**

#### **3-1-Préparation des extraits des plantes :**

Les extraits de plantes sont préparés selon la méthode décrite par (HOENING et al, 1979). Elle consiste en une digestion. Le plomb et le cadmium sont extraits avec une solution sulfonitrique – eau oxygénée pour cela, un volume (1ml) d'acide sulfurique, 3 volumes (3ml) d'acide nitrique concentré et 3 volumes (3 ml) d'eau oxygénée à 30% sont ajoutés à 1g d'échantillon de plantes séchées et réduites en poudre, dans un erlenmeyer rodé de 250 ml, fixé à un réfrigérant. L'ensemble est chauffé jusqu'à l'ébullition qui est maintenue durant 15 mn.

Après refroidissement et rinçage du réfrigérant par quelque ml d'eau déminéralisée, le contenu de l'erlenmeyer est filtré sur papier filtre sans cendre à vitesse moyenne de filtration dans une fiole jaugée de 50 à 100 ml, selon le besoin.

### 3-2-Appareillage : la spectroscopie d'absorption atomique :

Il existe plusieurs techniques de dosage des métaux lourds. Actuellement les plus utilisées sont l'analyse par activation neutronique, la spectrométrie d'émission atomique utilisant la torche à plasma comme source d'énergie, la spectrométrie d'absorption atomique (S.A.A) utilisant la flamme ou le four graphite.

Nous avons choisi le spectrophotomètre d'absorption atomique (S.A.A) analyte 100 de marque PERKIN-ELMER comme outil de dosage de plomb et de cadmium dans les extraits des plantes :

La spectrométrie atomique étudie les émissions ou absorptions de lumière par l'atome libre, c'est à dire lorsque celui-ci voit son énergie varier au cours d'un passage d'un électrons d'une orbite électronique à une autre.

Généralement seuls les électrons externes de l'atome sont concernés. Ce sera la cas si les énergie mises en jeu sont modérées.

Les principales techniques mettant en jeu la spectroscopie atomique utilisée en analyse chimique sont :

- ❖ L'émission d'arc ou d'étincelle (analyse qualitative préalable).
- ❖ L'émission de flamme et l'absorption atomique (analyse quantitative des éléments à faibles teneurs).

#### 3-2-1-Principe :

L'absorption des radiations électromagnétiques des régions visibles et UV du spectre par les atomes libres résulte d'un changement dans la structure électronique. On l'observe lorsque la radiation caractéristique (de résonance en général) d'un élément passe dans un nuage de vapeur atomique de l'échantillon. L'échantillon est vaporisé par aspiration de la solution dans une flamme ou par évaporation d'une surface chauffée électriquement.

#### 3-2-2-La loi d'absorption en absorption atomique :

L'intensité de l'absorption dépend directement du nombre de particules, Absorbant la lumière selon la **loi de Beer Lambert** selon laquelle l'absorbance est proportionnelle au coefficient d'absorption spécifique  $a$ , au trajet optique  $b$ , et à la concentration  $c$ .

$$A = abc$$

Où  $A = \log I_0/I$ .

$I$  = intensité après absorption par les atomes

$I_0$  = intensité initiale de la source lumineuse.

Cependant en pratique, cette relation n'est pas toujours vérifiée. On n'obtient pas toujours une droite d'étalonnage. C'est le cas si la concentration devient trop élevée. La gamme de dosage est le domaine dans lequel la droite d'étalonnage est pratiquement une droite. Il est limité pour les faibles concentrations par la limite de détection et pour les fortes concentrations par l'erreur sur la fidélité : à une très forte variation de la concentration correspond une faible variation de l'absorbance. La gamme de dosage est généralement donnée par le constructeur. Elle dépend de la raie de dosage utilisée.

### 3-2-3-Perturbation :

Un certain nombre de phénomènes peuvent entacher d'erreurs les résultats obtenus. On leur a donné le nom général de perturbations ( ou interférences ou interactions).

On peut les classer en perturbations spectrales, physiques, chimiques, d'absorption non spécifique :

- ❖ Les perturbations spectrales : une raie d'absorption d'un composant de la matrice coïncide avec la raie d'émission de résonance de la source
- ❖ Les perturbations physiques : il s'agit essentiellement des phénomènes de viscosité et de tension superficielle. Une faible viscosité et une faible tension superficielle conduiront pour une même concentration à des valeurs de l'absorbance plus élevées.
- ❖ Les perturbations chimiques : les atomes présents dans la flamme n'absorbent que s'ils sont à l'état fondamental. S'ils sont excités ou ionisés ils n'absorbent pas. Par ailleurs s'ils forment avec les atomes et

radicaux présents dans la flamme des oxydes, hydroxydes, des hydrures, ils ne contribueront pas à l'absorption.

- ❖ Les perturbations d'absorption non spécifiques : elles sont dues à la présence dans la flamme de molécules qui absorbent l'énergie de la lampe à cathode creuse. Cette absorption moléculaire s'ajoute à l'absorption atomique et donne une réponse par excès.

### 3-2-4-Le dispositif de l'appareil :

Le dispositif expérimental utilisé en absorption atomique se compose d'une source, la lampe à cathode creuse, d'un brûleur et un nébuliseur, d'un monochromateur et d'un détecteur relié à un amplificateur et un dispositif d'acquisition.

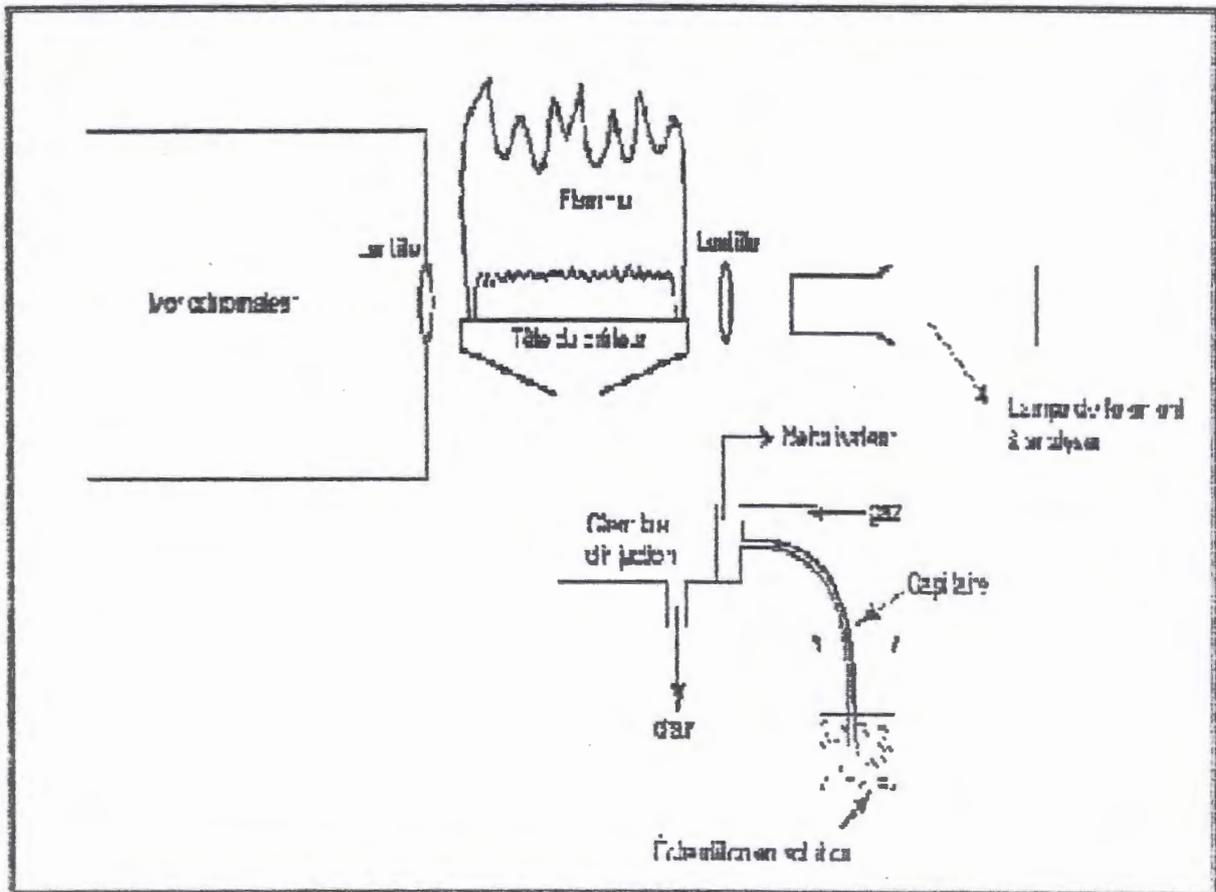


Figure 03 : Schéma de l'absorption atomique

### 3-2-4-1-La lampe à cathode creuse :

La lampe à cathode creuse (fig 04) est constituée par une enveloppe de verre scellé et pourvu d'une fenêtre en verre ou en quartz contenant une cathode creuse cylindrique et une anode. La cathode est constituée de l'élément que l'on veut doser. Un vide poussé est réalisé à l'intérieur de l'ampoule qui est ensuite remplie d'un gaz rare (argon ou néon) sous une pression de quelques mm de Hg.

Lorsqu'on applique une différence de potentiel de quelques centaines de volts entre les deux électrodes, une décharge s'établit. Le gaz rare est alors ionisé et ces ions bombardent alors la cathode, arrachant des atomes à celle-ci. Ces atomes sont donc libres et sont excités par chocs : il y a émission atomique de l'élément constituant la cathode creuse.

La particularité du rayonnement ainsi émis est qu'il est constitué de raies intenses et très fines.

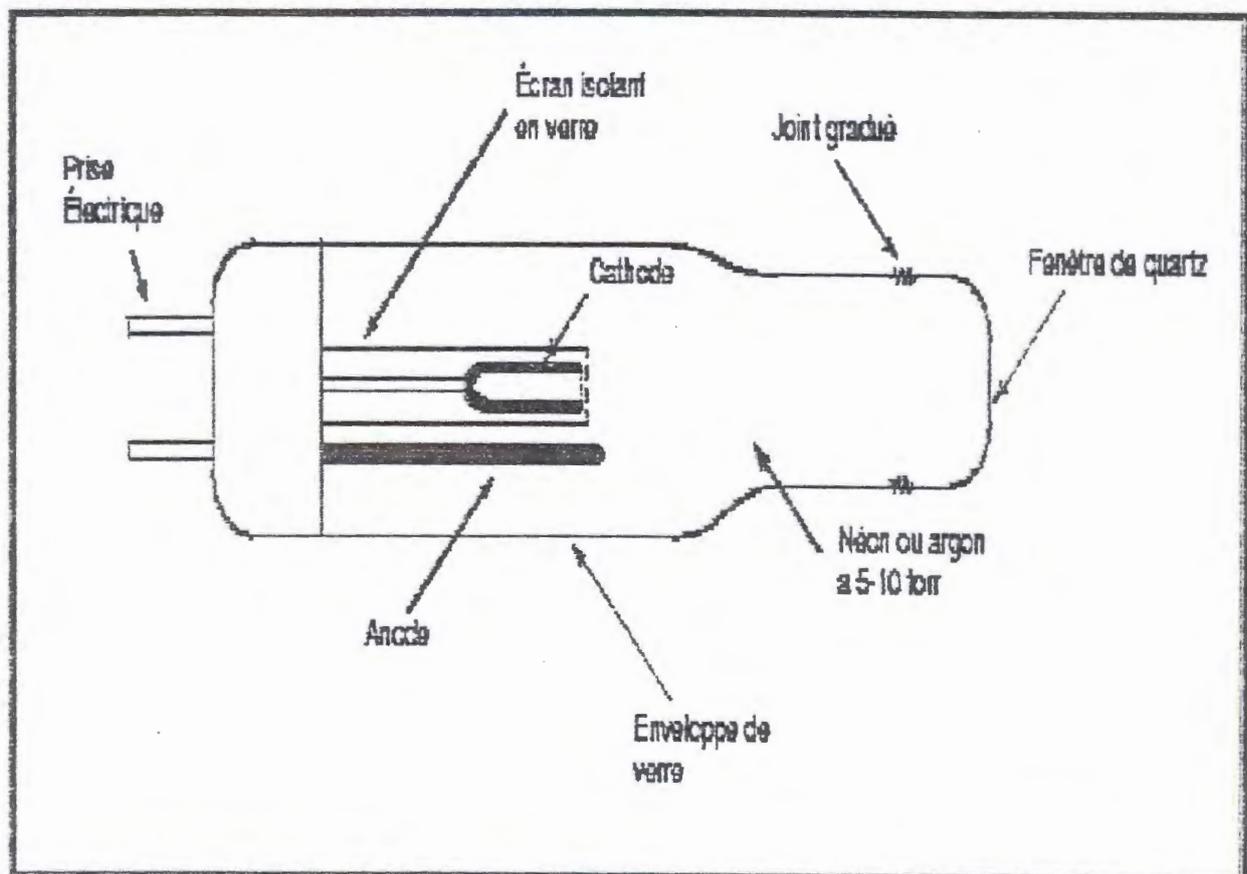


Figure 04 : Schéma d'une lampe d'absorption atomique

### 3-2-4-2-Le nébuliseur :

L'échantillon à analyser est en solution. Celle-ci est aspirée au moyen d'un capillaire par le nébuliseur (fig 05). A l'orifice du nébuliseur, du fait de l'éjection d'un gaz à grande vitesse, il se crée une dépression (effet Venturi). La solution d'analyse est alors aspirée dans le capillaire et à la sortie, elle est pulvérisée en un aérosol constitué de fines gouttelettes. Cet aérosol pénètre alors dans une chambre de nébulisation dont le rôle est de faire éclater les gouttelettes et d'éliminer les plus grosses. Ce brouillard homogène pénètre alors dans le brûleur.

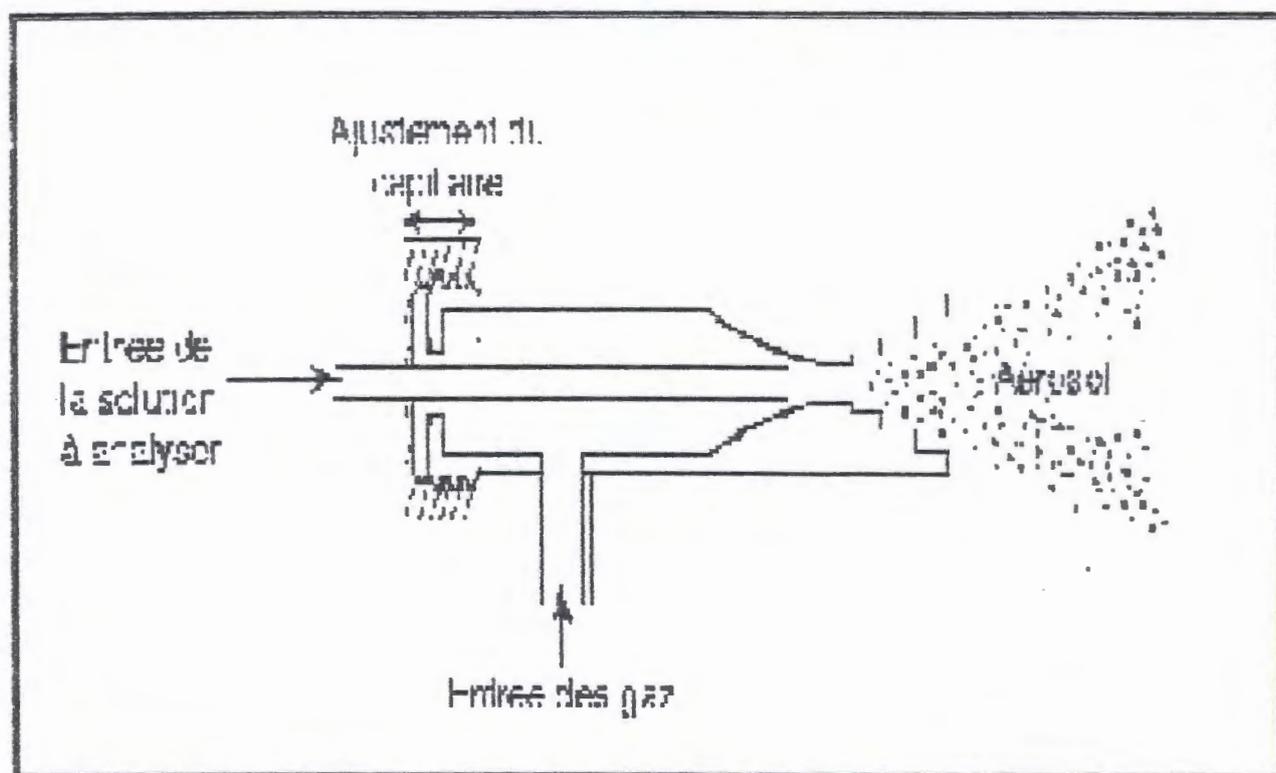


Figure 05 : Nébuliseur d'absorption atomique montrant l'entraînement de l'échantillon en solution par les gaz

### 3-2-4-3-La flamme – atomisation :

L'aérosol pénètre dans le brûleur puis dans la flamme. Au bout d'un certain parcours au seuil de la flamme, le solvant de la gouttelette est éliminé, il reste les sels ou particules solides qui sont alors fondus, vaporisés puis atomisés. La flamme air / acétylène est la plus répandue et permet de réaliser le dosage de nombreux éléments. Sa température est de 2500°C environ.

La flamme N<sub>2</sub>O/acétylène (protoxyde d'azote) est utilisé pour certains éléments qui forment des oxydes réfractaires particulièrement solides et ne sont pas atomisés par la flamme air/acétylène. A la place d'une flamme, on peut également utiliser un four cylindrique en graphite pour atomiser l'échantillon.

### **3-2-5-Quelques applications :**

La spectrométrie d'absorption atomique permet le dosage de nombreux matériaux inorganiques (roches et minerais, métaux et alliages...). Elle est donc très adaptée à l'étude du matériel archéologique. Citons notamment :

- ❖ En métallurgie : l'analyse des altérations du bronze , l'effet des produits de nettoyage de l'argent.
- ❖ L'analyse des constituants majeurs et mineurs de céramiques archéologiques.
- ❖ Le dosage du Ca, Sr, Zn dans les os.
- ❖ Analyse des éléments traces pour identification des pierres.
- ❖ La dégradation des verres.

L'AAS trouve aussi des applications à l'étude et la conservation des documents graphiques :

- ❖ Dosage des charges minérales dans les papiers, en particulier pour l'étude des méthodes de désacidification.
- ❖ Dosage des particules métalliques (Cu, Fe...) dans le papier.

### **3-3-Analyse statistique :**

Tous les calculs ont été effectués en utilisant le logiciel Excel, et pour illustrer nos résultats, nous avons réalisé des histogrammes.

#### 4-Résultats et Discussion :

Notre étude a comme objectif la détermination de la contamination des plantes par le Plomb et le Cadmium au niveau de Oued Mouttas dans la Wilaya de Jijel .

Nous avons fait le prélèvement des échantillons de 4 stations différentes tout au long de l'oued et pour cela on a choisi l'espèce (Beta macrocarpa Guss) comme un cas d'étude. L'utilisation de la méthode du spectrophotométrie d'absorption atomique nous a permis d'obtenir les résultats suivants :

TABLEAU I : les concentrations du Plomb et du Cadmium dans l'espèce.

[ ] METAL STATIONS	PLOMB (ppm)	CADMIUM (ppm)
Station 1	0,1	0,87
Station 2	1,2	2,54
Station 3	0,9	2,01
Station 4	0,4	1,73

#### 4-1-Variation des concentrations du Plomb:

Les résultats du dosage du plomb dans l'espèce sont exprimés en ppm et sont représentés par l'histogramme suivant :

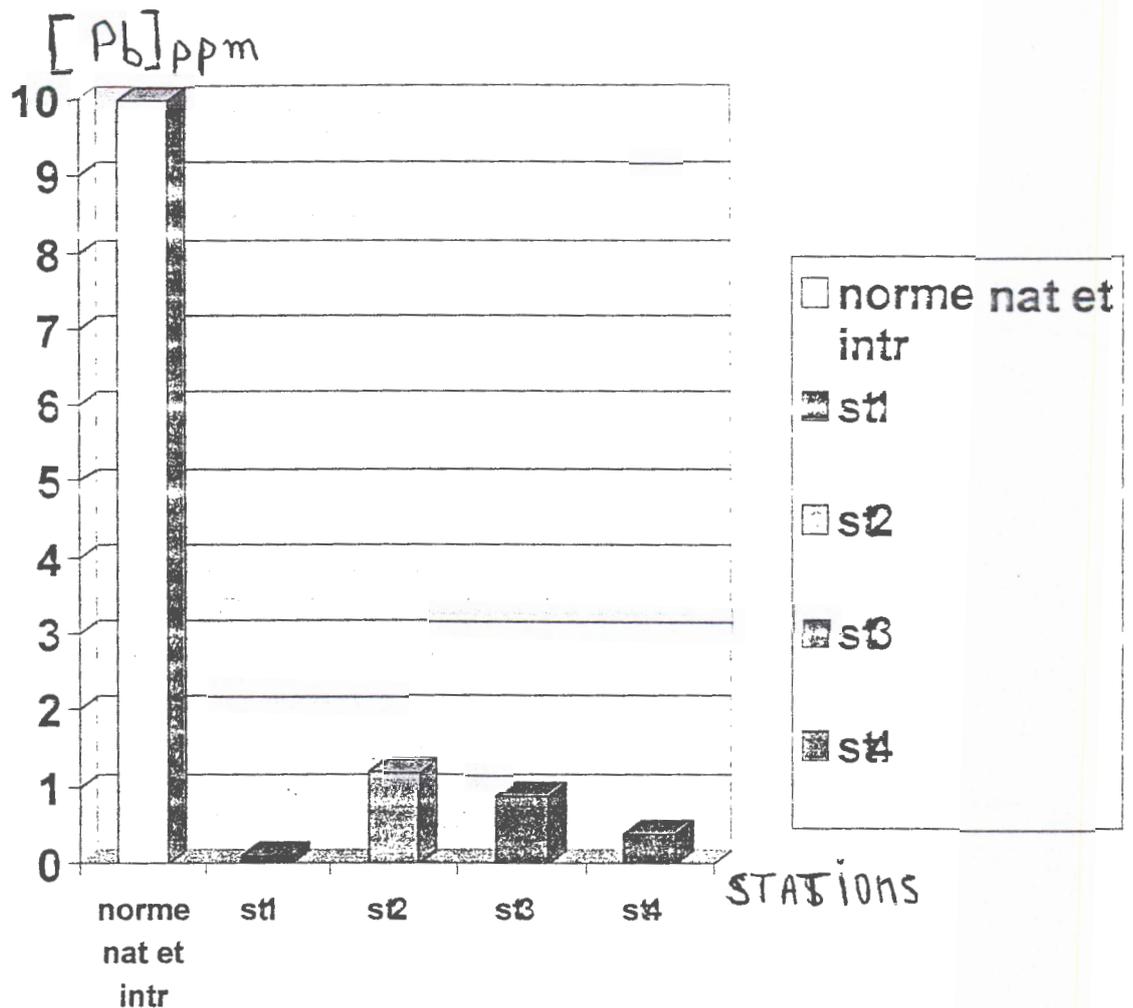


Figure 06 : taux de plomb dans l'espèce au niveau de Oued Mouttas

Les résultats d'analyse de l'espèce sont comparés aux teneurs naturelle en Pb dans les plantes qui comprises entre 0,1 et 10 ppm de façon à permettre la déduction de la conformité toxicologique ou nom de différents échantillons.

**TABLEAU II : Teneur en Pb (en ppm) dans le milieu naturel**

(ALLAWAY, 1968 ; LISK, 1972 ; LINSAY, 1979 ; cité par EL-HADEF EL-OKKI,1998)

Lieu élément	lithosphère	sol	plante	solution du sol	compost	air	mer
Pb (ppm)	10-16	2-200	0,1-10	0,001	229	....	0,03

**TABLEAU III : Teneur en Pb dans les végétaux supérieurs selon les normes nationales (journal officiel ; 1997) :**

ELEMENT	TENEUR (ppm)	
	Teneur normale	Phytotoxique
Plomb	5 – 10	30 - 300

On remarque que les concentrations du Pb dans l'espèce de différentes stations est très faible par rapport à la teneur naturel dans les plantes :

Dans la **station 1** qui se situe en amont de l'oued et qui est loin de toutes activités humaines la concentration du Pb dans l'espèce est égale à 0,1 ppm, c'est une valeur très faible qu'on peut exprimé par une origine naturel, selon SILLANPÄÄ, cité par ABDUL RIDA,1992, le plomb se trouve dans la plus grande partie des roches de la lithosphère et pratiquement dans tous les sols.

Il provient directement de l'altération et de l'érosion des roches mères et des matériaux géologiques d'autre part les retombés atmosphériques peut considéré comme une autre source du plomb qui comprise essentiellement dans le plomb de chasse.

Dans la **station 2** qui se situe directement au point de déverser des rejets de la tannerie la concentration du Pb dans l'espèce est égale à 1,2 ppm, cette quantité est importante par rapport à la 1<sup>ère</sup> station due principalement aux activités humaines :

- ❖ En agriculture, l'utilisation de certains pesticides et des superphosphates comme engrais peut entraîner à long terme l'accumulation de certains métaux toxiques dans le sol.

**TABLEAU IV : principales impuretés présentes dans le Superphosphates (BARROWS H.L, 1966).**

ELEMENTS	TENEURS EN ppm
Arsenic	1,2 à 2,2
Cadmium	50 à 170
Chrome	66 à 243
Cobalt	0 à 9
Cuivre	4 à 79
Plomb	7 à 92
Nickel	7 à 32
Sélénium	0 à 4,35
Vanadium	20 à 180
zinc	50 à 1430

- ❖ Les retombées atmosphériques ; résultent essentiellement de la libération des gaz d'échappements des voitures, les composés qui sont incriminés sont le Pb, le bromure de Pb, les oxydes de Pb ou des complexes organiques (BURGESS et al, 1973 ; cité in BRIK 1999).
- ❖ L'utilisation des combustibles fossiles, l'incinération des ordures ménagères.

Les déchets solides issues de la tannerie et les déchets domestiques tels que les matières plastiques et les boîtes soudées de conservations des aliments.

- ❖ Sans oublier les sources naturelles en fonction de la nature de la roche mère, à partir de laquelle le sol est formé, lors des processus de pédogenèse, les teneurs peuvent fortement variées.

Dans la **station 3** qui est localisé juste avant l'entrée de la station d'épuration la concentration du Pb dans l'espèce est égale à 0,9 ppm, dans ce cas on remarque le manque des sources atmosphériques et en parallèles la présence des eaux usées domestiques qui est considéré comme une source de contamination anthropique plus l'origine géogénèse qui est représenté par l'altération de la roche mère.

Dans la **station 4** qui se situe après la station d'épuration avant l'arrivé à l'embouchure de l'oued, la concentration du Pb dans l'espèce est égale à 0,4ppm, cette quantité provient essentiellement des boues d'épuration des eaux urbaines et des effluents industriels issus de la tannerie ainsi que les roches mères sont aussi une source naturelle d'apport du Pb.

Finalement, par toutes ces données et par la comparaison entre les résultats qu'on a obtenu et les teneurs nationales et internationales en Pb (ppm) on conclue que les concentrations du Pb dans l'espèce ne présente aucune phytotoxicité.

**4-2-Variation des Concentrations du Cadmium :**

Les résultats du dosage du cadmium dans l'espèce sont exprimés en ppm et sont représentés par l'histogramme suivant :

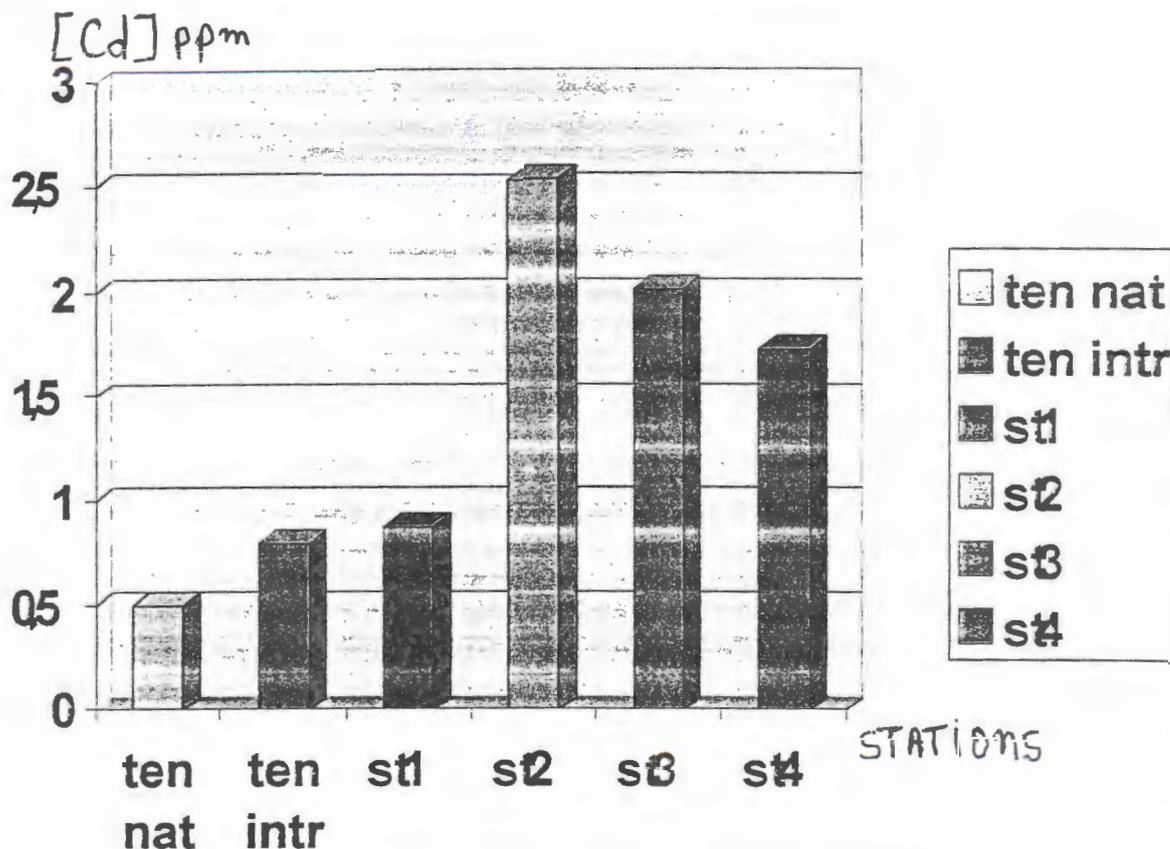


Figure 07 : taux de cadmium dans l'espèce au niveau de Oued Mouttas

TABLEAU V : Teneur en Cadmium (ppm) dans les végétaux supérieurs selon les normes nationales (journal officiel ; 1997) :

ELEMENT	TENEUR (ppm)	
	Teneur normale	Phytotoxique
Cadmium	0,3	0,5

**TABLEAU VI : Teneur en cadmium (en ppm) dans le milieu naturel selon les normes internationales (ALLAWAY, 1968 ; LISK, 1972 ; LINDSAY, 1979 ; cité in EL-HADEF ELOKKI, 1998).**

Lieu Elément	lithosphère	sol	plante	solution du sol	compost	air	mer
Cadmium	0,2-3	0,01-7	0,1-0,8	0,001	3,7	0-0,017	0,11

D'après l'histogramme et les tableaux V et VI on note que les concentrations du Cadmium dans l'espèce des 4 stations sont supérieures à des teneurs nationales et internationales.

Dans la **station 1** la concentration du Cadmium dans l'espèce est égale à 0,87 ppm cette quantité ne conforme pas les normes nationales et internationales, elle provient essentiellement de la roche mère et le sol, à partir du tableau VI on remarque que la teneur en Cadmium dans le sol est élevée (0,01-7 ppm).

Dans la **station 2** la concentration du Cadmium dans l'espèce est égale à 2,54 ppm, c'est une quantité considérable par rapport aux normes nationales et internationales, dans ce cas on peut exprimer cette résultats par les causes suivantes :

- ❖ Les apports d'origine agricole : amendements organiques et selon SHAW (1990) les concentrations du Cadmium dans la roche mère et les sols minéraux sont très faibles par rapport aux sols organiques et les engrais minéraux ce sont surtout les engrais phosphatés qui sont susceptibles de contaminés les terres par Cadmium (QUINCHE, 1995 in COULLERY, 1997) (Tableau IV)

- ❖ La circulation automobile pour sa part est responsable d'une importante contamination des sols et des plantes le long des routes et autoroutes.
- ❖ Les déchets solides de la tannerie et l'utilisation des combustibles fossiles dégage aussi du Cadmium dans l'atmosphère.

**TABLEAU VII : Teneurs en Cadmium de certains engrais de commerce**  
(IMPENS et al, 1979)

NATURE DE L'ENGRAIS	Teneurs en Cd (ppm/MS)
Phosphate minéral SAFI (Maroc), 32 à 39,5 % $P_2O_5$	75,6
Phosphate minéral du Maroc 75 % $P_2O_5$	67,6
Phosphate minéral, 60 –80 % (Kuhlmann)	59,0
Superphosphate concentré granulé, 40% $P_2O_5$ (Ker)	38,7
Superphosphate concentré granulé, 45% $P_2O_5$ (Ker)	35,0
Phosphate moulu, 70 –72 % $P_2O_5$ (Bataille Basèches)	26,6
Phosphate minéral Marocain, 70 % $P_2O_5$ (N.V.Standaert)	26,1

Dans la **station 3** il y'a une diminution de la concentration du Cadmium dans l'espèce qui égale 2,01 ppm par rapport à la 2<sup>ème</sup> station mais, elle est toujours supérieurs aux teneurs nationales et internationales, dans ce cas on parle de teneurs anthropogènes tel que les eaux urbains et les déchets domestiques, ainsi le Cadmium est rapidement libéré des roches par altération (KABATA –PENDIAS A et al, 1986).

Dans la **station 4** la concentration du Cadmium dans l'espèce est diminué à 1,73 ppm, malgré le prélèvement du plante est juste après la station d'épuration on constate que la concentration du Cadmium est toujours dépassé les teneurs nationales

et internationales pour ce cas le Cadmium peut être apporté au sol par les boues de station d'épuration des eaux usées.

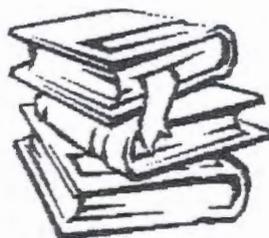
Enfin par la comparaison entre les résultats qu'on a obtenu et la teneur nationale et internationale on conclue que les concentrations du Cadmium dans l'espèce dans les 4 stations sont phytotoxiques.

## CONCLUSION :

Notre étude est consacrée à la recherche de plomb et de cadmium. Nous avons utilisé l'espèce « Beta macrocarpa. Guss » qui colonise Oued Mouttas dans la Wilaya de Jijel.

Les analyses effectuées nous ont permis de constater que la contamination par les éléments toxiques (Plomb, Cadmium) n'est certainement pas d'origine industrielle, mais serait due à la diffusion des substances agricoles dans le sol et transportées vers les sources d'eau et les plantes, ou par les retombées atmosphériques, telles que les trafics routiers ou proviennent des roches mères.

Les résultats obtenus ont montré que la concentration du plomb ne considère pas toxique par rapport aux normes nationales et internationales par contre la concentration du cadmium représente une phytotoxicité, cette contamination constitue un grand problème de santé publique à cause de leur effet cancérigène.



## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1- ABDUL RIDA ; 1992 : Biosurveillance de la contamination du sol : apport de l'étude des lombriciens à l'évolution des risques liés aux éléments traces. Thèse Doct ; Univ de Montpellier II . P 234.
- 2- AITAHCENE SALIHA ; 1992 : Evaluation de la distribution du plomb dans les sédiments de l'oued-Essouk (Wilaya de Skikda). Mém d'ingé d'état en écologie et environnement, Univ de Constantine. P 9-11
- 3- ALEXEEV.V ; 1980 : Analyse qualitative 4<sup>ème</sup> éd Mir-Moscou. P 364
- 4- AMRI SIHEM ; 1999 : Etude de la laine de mouton comme bio-indicateur de la pollution par les métaux lourds (Pb, Cd, Zn, Cu). Mém d'ingé d'état en écologie ; Univ de Constantine.P 10-12-15.
- 5- ANRE CROS ,GILBERT ARRIBET ; 1969 : Initiation à la chimie moderne ; Ed librairie clasique Berlin.
- 6- BARROWS HL; 1966: soil pollution and its influence on plant quality, Journ. Soil wat. Conserv. P 211-217
- 7- BRIK SAMIR, AMROUNE M<sup>ed</sup> LOTFI, DREIBINE NOUREDDINE ; 1999 : La pollution par le plomb et ses effets toxiques sur l'homme et l'animal, Mém D.E.S en biologie animale, Univ de Constantine. P 1-2.
- 8- COULLERY. P ; 1997 : Comportement des métaux lourds en agrosystèmes tempérés à faibles taux de pollution métallique, Thèse Doc.es-sci. Techn ; EPF Lausanne, Suisse.P 139.
- 9- DENAEYER, DESMET.S , DUVIGNEAUD. P ; 1974 :Accumulation des métaux lourds toxiques dan divers écosystème terrestres pollués par les retombées d'origine industrielle, Bull.Soc. Roy-Bot. Baly : P289
- 10-DERACHE. R ; 1986 :Toxicologie et sécurité des aliments, Ed Lavoisier, Paris. P160-178.
- 11-DICHL. R ,1975 : Agriculture générale. 2<sup>ème</sup> Ed. Ballière et Fils. P 231.
- 12-DUCHAUFOR PHILIPPE ; 1991 :Abrégé de pédologie (sol, végétation, environnement) 5<sup>ème</sup> Ed Masson Editeur , Paris. P 264.
- 13- EDOUARD BASTARACHE ; 2001.

File://A:\Cadmium Toxicity.htm

- 14- EL-OKKI MOHAMED EL HADEF ;1998 : Contribution à l'étude de la des métaux lourds (Cd, CU, Ni, Pb, Zn) par les lombriciens des sols autour publique de Constantine, Mém d'ingé d'état en écologie, Univ de Constantine .
- 15- GLINKA . N ; 1981 : Chimie générale, 1<sup>ère</sup> Ed , Ed Mir. Moscou. P 287-288.
- 16- HADRI SOUMIA ; 2001- Contribution à l'étude de l'évaluation de la pollution métallique (Cd, Cu et Zn) des sols de bords d'Oued Rhumel par les vers de terre (cas de la zone industrielle Palma-Wilaya de Constantine);Mém d'ingé d'état en écologie et environnement, Univ de Constantine. P29.
- 17- IMPENS. R, DELCARTE . E, MATHY. P, PIRET. T ; 1979 : Voies de transfert d'éléments traces non essentiels dans le système sol-air-plantes. Bull.Soc.Belge de pédologie ; Gand . P311-323.
- 18- MÉRIAN ; 1984 , GROKLAUS; 1989  
[http://www.gtz.de/uvp/publika/French/vol.339.htm# cadmium](http://www.gtz.de/uvp/publika/French/vol.339.htm#cadmium)
- 19- ROUSSEAU. P; 1988:Heavy metals in household refuse: origins, chemical forms, centents, Anred, Angers, France. P123.
- 20- SAHILI LEILA ; 1999 : Etude en culture IN-vitro de la résistance au plomb de deux populations algériennes d'Atriplex halimus.L, Mém d'ingé d'état en écologie . Univ de Constantine. P 3-4-5.
- 21- Le journal officiel de la république algérienne démocratique et populaire ; Article 37 P175, 1997
- 22- Risque des métaux lourds sur la santé humaine  
[http://www.environnement.gow. Fr/actua/proposit/2000/environnement et santé. ht ni.](http://www.environnement.gow.fr/actua/proposit/2000/environnement%20et%20sant%C3%A9.htm)
- 23- Contamination des végétaux par le plomb ; UBA, 1976  
[http://www.gtz.de/uvp/publika/French/vol 364. htm.](http://www.gtz.de/uvp/publika/French/vol364.htm)
- 24- Contamination du sol par le plomb  
[http://www.gtz.de/uvp/publika/French/vol 364. htm.](http://www.gtz.de/uvp/publika/French/vol364.htm)
- 25- Contamination des végétaux par le Cadmium  
[http://www.gtz.de/uvp/publika/French/vol.339. htm.# Cadmium](http://www.gtz.de/uvp/publika/French/vol.339.htm#Cadmium)
- 26- Spectroscopie d'absorption atomique  
<http://www.culture.fr/culture/conservation/fr/methodes/atome.htm>

Réalisé par : - Boudebane Fouzia

Soutenance : Juin 2003

- Moures Messaouda

- Laïb Saïda

Diplôme Universitaire d'Etudes Appliquées en Biologie

Option : Analyses biologiques et biochimiques

### Résumé :

Notre étude est consacrée à la recherche de plomb et de cadmium. Nous avons utilisé l'espèce Beta macrocarpa Guss qui colonise oued Mouttas dans la WILAYA de JIJEL.

L'utilisation de spectroscopie d'absorption atomique nous a permis de mesurer les concentrations des éléments toxiques (Pb, Cd) dans l'espèce.

Les résultats obtenus ont montré que la concentration du plomb ne se considère pas toxique par rapport aux normes nationales et internationales, par contre la concentration du cadmium représentent une phytotoxicité.

Mots clés : Plomb, Cadmium, Beta macrocarpa Guss, spectroscopie d'absorption atomique, phytotoxicité.

### Summary:

Our survey dedicated to the research of lead and cadmium, while using Beta macrocarpa Guss colonizing to Mouttas oued in the WILAYA of JIJEL.

The atomic absorption spectroscopy utilization permitted us to measure concentrations of the poisonous elements (Pb, Cd) in the species.

The gotten results showed that the concentration of the lead doesn't consider itself poisonous with regard to the national and international norms, on the other hand the concentration of the cadmium represents a phytotoxicity

Words keys: lead, Cadmium, Beta macrocarpa Guss, atomic absorption spectroscopy, phytotoxicity..

### المخلص :

اقتصرت دراستنا على البحث عن الرصاص و الكاديوم، حيث استعملنا نبات من نوع Beta macrocarpa Guss الذي ينمو على حواف واد موتاس بولاية جيجل. استعمال جهاز قياس طيف الإمتصاص الذري ، سمح لنا بقياس تراكيز العناصر السامة (الرصاص، الكاديوم) في هذا النوع.

توضح النتائج المنحصل عليها أن تراكيز الرصاص لا تعتبر سامة مقارنة مع المعايير الوطنية و الدولية، على عكس ذلك فإن تراكيز الكاديوم سمية النبات.

الكلمات المفتاح: الرصاص ، الكاديوم ، Beta macrocarpa Guss ، جهاز قياس طيف الإمتصاص الذري، سمية النبات.