

République Algérienne Démocratique
et populaire
Ministère de l'enseignement supérieur
Et de la recherche scientifique
Université de Jijel
FACULTE DES SCIENCES
DEPARTEMENT D'ÉCOLOGIE

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة جيجل
كلية العلوم
قسم علم البيئة والمحيط



MEMOIRE

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGENIEUR D'ETAT EN
ÉCOLOGIE
VEGETALE ET ENVIRENEMENT
OPTION : PATHOLOGIE DES ECOSYSTEMES

THEME

CONTRIBUTION A L'EVALUATION DES TENEURS
TOTALES EN PLOMB DES SOLS SITUES SUR LE SITE
DE LA DECHARGE PUBLIQUE DE MAZGHITANE
(IMPACT DE LA DECHARGE)

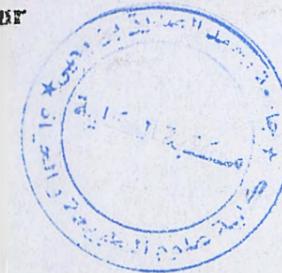
JURY :

LEGHOUCHLS
KRIKA .A
BENFRIDJA .L

Président
Examinateur
Encadreur

Présenté Par :

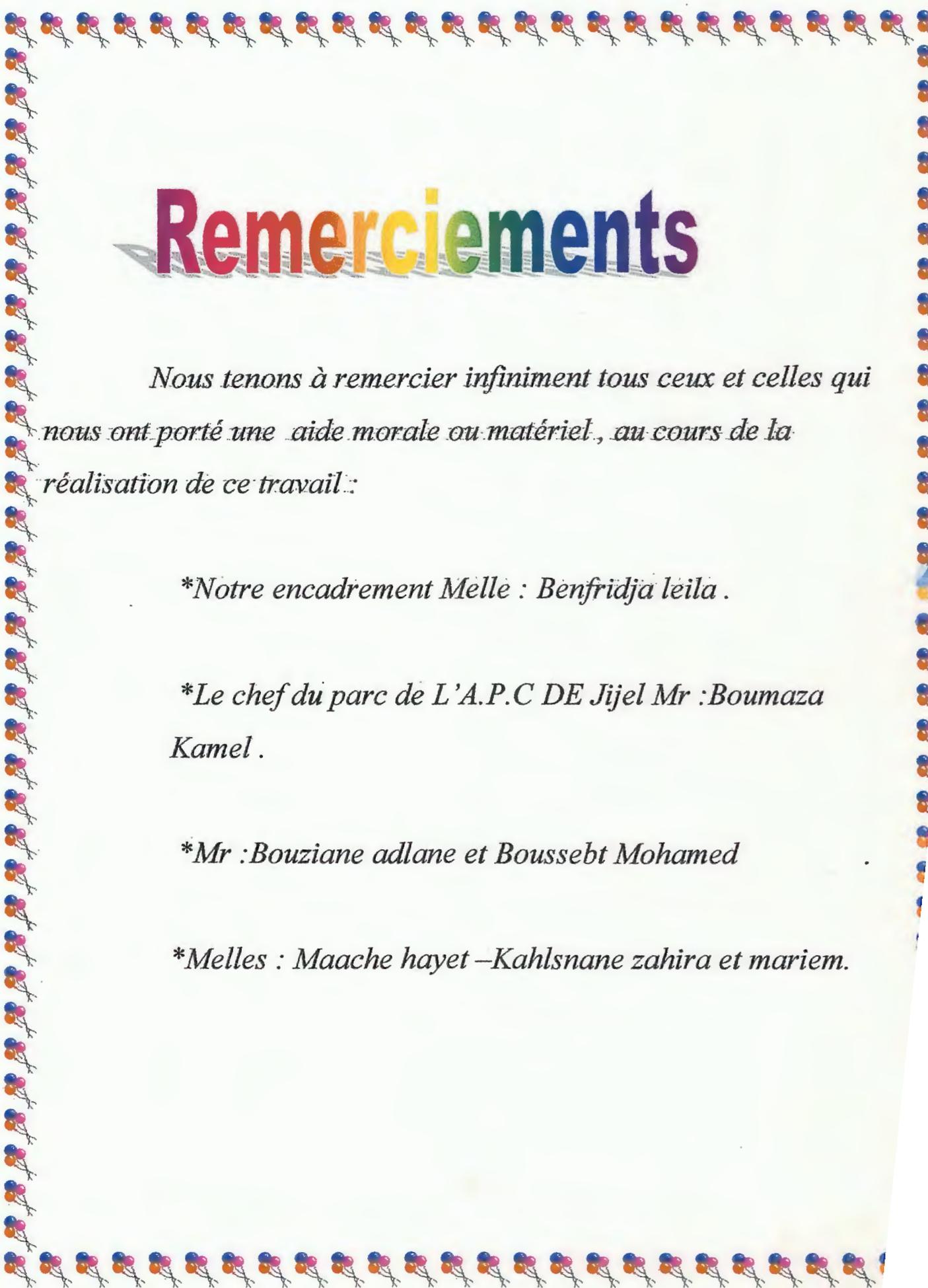
BOUZIANE Ahlam
KAOULA Samia



ANNEE UNIVERSITAIRE : 2004 - 2005

ECO .08.05
01/02





Remerciements

Nous tenons à remercier infiniment tous ceux et celles qui nous ont porté une aide morale ou matériel, au cours de la réalisation de ce travail :

**Notre encadrement Melle : Benfridja leila .*

**Le chef du parc de L'A.P.C DE Jijel Mr :Boumaza Kamel .*

**Mr :Bouziane adlane et Boussebt Mohamed*

**Melles : Maache hayet –Kahlsnane zahira et mariem.*

SOMMAIRE

INTRODUCTION	01
--------------------	----

CHAPITRE 1

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

I. NOTION DE DECHETS	03
1 Définition.....	03
2 Les types de déchets.....	03
2.1 Les déchets urbains.....	03
2.2 Les déchets industriels.....	04
2.3 Les déchets d'origine agricoles.....	05
2.4. Décharges de Déchets broyés	06
II NOTION DE DECHARGE.....	05
1 Définition.....	05
2 Types de décharges	05
2.1 décharges réglementées.....	05
2.2 Décharges brutes.....	05
2.3 Décharges sauvages.....	05
3.4 Décharges de déchets broyés.....	06
III LES LIXIVIATS DE DECHARGE	06
1 définition	06
2.1 Formation des lixiviats.....	06
IV. GAZ DE DECHARGES (BIOGAZ).....	06
1. Définition.....	06
2. . Les étapes de la formation du gaz.....	07
V. METAUX LOURDS.....	07
1. Définition.....	07
2. Ordures ménagers et métaux lourds.....	09
VI. EFFETS DES DECHETS SUR L ENVIRONNEMENT.....	09
VII. EFFETS DES METAUX LOURDS SUR L'ENVIRONNEMENT	10

VIII. COMPORTEMENT DES METAUX LOURDS DANS LE SOL.....	11
IX. FACTEURS DU MILIEU AFFECTANT LA MOBILITE DES METAUX LOURDS DANS LE SOL.....	11
1. Le pH.....	11
2. La matière organique.....	12
3. Le potentiel redox.....	13
4. La présence d'autres minéraux	13
5. Le complexe adsorbant	14
6. La température du sol et le temps.....	15
X. METAL LOURD ETUDIE : (Pb)	15
1. Généralités.....	15
2. Caractéristiques physico-chimiques du plomb.....	16
3. Comportement du plomb dans le sol	16
4. Le plomb dans les déchets.....	17
5. L'effet toxique du plomb.....	17

CHAPITRE II

PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

1. SITUATION GEOGRAPHIQUE DE LA ZONE D'ETUDE	19
2. APERCU CLIMATOLOGIQUE.....	19
3. DIAGNOSTIC DE LA DECHARGE ACTUELLE	22
3.1. Description technique de la décharge publique	22
3.2. Description du fonctionnement technique des services de la décharge.....	24

CHAPITRE III

MATERIELS ET METHODES

1- Protocoles expérimentaux	31
1-1- Le terrain.....	31
1-1-1- Echantillonnage (choix de stations).....	31
1-1-2- Prélèvement au niveau de La station.....	31
1-1- Techniques de prélèvements.....	32
1-2- Le laboratoire.....	32
1-2-1 Analyse de sol:.....	32

1.2. Analyse granulométrique.....	33
1.2.3. Mesure du pH:.....	33
1.2.4 Détermination de la conductivité électrique (CE -).....	33
1.2.5. La capacité d'échange cationique (CEC):.....	33
1.2.6. Détermination de la densité apparente.....	33
1.2.7. Calcaire total.....	33
1.2.8. Dosage de la matière organique.....	34
1.2.9. Dosage du plomb.....	34

CHAPITRE IV

RESULTATS, DISCUSSION ET INTERPRETATION

1. Résultat :.....	36
2. Discussion et interprétation	43
1. Texture du sol :.....	43
I Le pH du sol.....	43
CONCLUSION.....	56
ANNEXES.....	58
Références bibliographiques	69

Liste des abréviations

C W : chemin de wilaya

D a : densité apparente.

AFNOR : association française des normes.

Pb : plomb.

CEC : capacité d'échange cationique.

CaCO₃ : calcaire totale.

MO : matière organique.

ms : milli siminse.

P : pluviométrie.

T : température.

V : vent.

W-NW : ouest-nord ouest

Liste des abréviations

C W : chemin de wilaya

D a : densité apparente.

AFNOR : association française des normes.

Pb : plomb.

CEC : capacité d'échange cationique.

CaCO₃ : calcaire totale.

MO : matière organique.

ms : milli siminse.

P : pluviométrie.

T : température.

V : vent.

W-NW : ouest-nord ouest

INTRODUCTION

L'être humain est contraint d'évoluer dans un milieu où, de plus en plus, il se trouve exposé en permanence à des risques de contamination pouvant résulter de pollutions nombreuses et diverses.

Les ordures sont une forme de ces pollutions ; suffit-il de les mettre à la décharge ? Les communes ont la responsabilité, depuis la fin de XIX siècle, de l'enlèvement des ordures ménagères (déchets des industries ou de l'agriculture).

A cette époque, il s'agissait surtout d'un problème d'hygiène : les ordures, dangereuses pour la santé, sont conduites dans des décharges à ciel ouvert loin des habitants. Aujourd'hui cette solution est inadaptée.

C'est le cas de notre site d'étude (décharge de Mazghitane). Nous avons concentré notre étude pour confirmer ou infirmer une éventuelle contamination par le (Pb).

Le Pb est surtout étudié en raison des risques qu'il représente pour l'homme et l'animal, il est reconnu pour être toxique même à faible dose, car il a un effet cumulatif (Autissier, 1983).

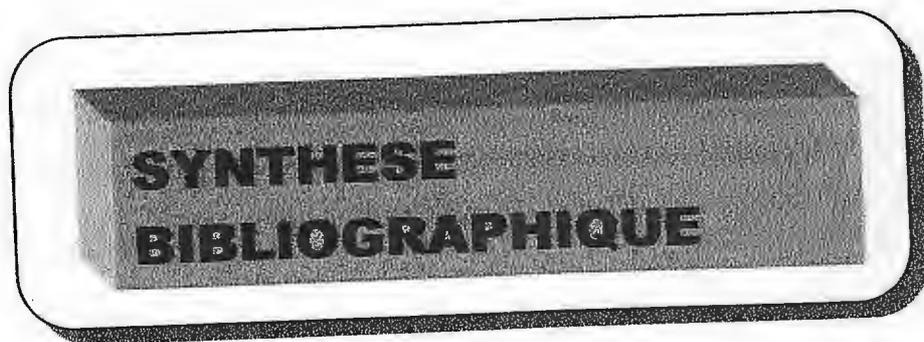
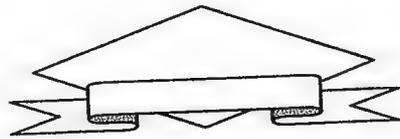
A côté de l'évaluation des teneurs totales en métaux lourds, un travail de recherche bibliographique est nécessaire, il nous permettra de mieux saisir la notion des concepts de déchets et de décharges, sources émettrices de métaux lourds.

Le dosage des éléments traces doit être complété par les analyses pédologiques classiques : granulométrie, pH, calcaire total, matière organique, etc., paramètres ayant une influence directe ou indirecte sur le degré de toxicité de ces éléments.

Afin de mieux comprendre la dynamique de la dispersion des métaux lourds ; l'interprétation finale des données, doit être restituée dans son contexte local : lithologie du matériaux parental, histoire géologique, type pédogénétique du sol, nature des sols prélevés, position dans le paysage et fonctionnement hydrique du sol, pratiques agricoles, etc.

L'objectif de ce travail est donc, de déterminer la concentration en plomb du terrain de la « décharge publique » (degré de pollution).

chapitre 1



CHAPITRE I

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

I. Notion de déchet :

1. Définition :

Il s'agit de tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation. Toute substance, matériaux, produit, ou plus généralement tout bien, meuble ..., que son détenteur destine à l'abandon « Loi internationale du 15 juillet 1975 relative à l'élimination des déchets » .

2. Les types de déchets :

2.1. Les déchets urbains:

a. Les ordures ménagères :

Ce sont les déchets de l'activité domestique, des ménages, pris en compte par la collecte traditionnelle.

b. Les autres déchets urbains :

Ils sont très variés et abandonnés y compris :

- Les encombrants :

Objets volumineux ne servant plus, tel que vieux appareils électroménagers, meuble...etc.

- Les déchets liés à l'automobile :

Carcasses de voiture, batteries, pneus usagés, huiles de vidange.

- Les boues des stations d'épuration:

Les stations d'épuration des déchets ménagers, le fonctionnement de ces établissements comporte l'évacuation des déchets dangereux pour l'environnement et pour la santé humaine.

Ces déchets contiennent : seringues, pansements, plâtres, déchets anatomiques, etc..., et des produits chimiques et biochimiques radioactifs ou non.

-Les déchets du nettoyage :

Des rues et des marchés sans oublier les excréments des animaux domestiques et l'utilisation des motos crottes.

- Les déchets hospitaliers : Dangereux pour la population en raison de leur contamination par des germes pathogènes, « la présence de compresse et de gants souillés, de médicament »..... ils sont incinérés par l'hôpital ou dans des usines d'incinération.

c. Les déchets toxiques :

Ce sont essentiellement les piles, les produits phytosanitaires Inutilisés, les produits de nettoyages, les solvants provenant des artisans, des laboratoires d'analyses, des établissements d'enseignement et des ménages.

2.2. Les déchets industriels :

Tout déchets ou résidus issus des activités industrielles. Ils peuvent être classés en trois (03) catégories :

a. Les déchets inertes :

Renferme des produits solides, dépourvus de substances toxiques ce son principalement :

Les déblais et gravât de chantiers ou de démolition des déchets minéraux provenant des installations extractives et métallurgiques.

b. Les déchets industriels banals = DIB :

La plupart des déchets non toxiques, assimilables aux ordures ménagères : d'emballages, matériaux à base de bois, papier cartons, ferraille, métaux divers, textiles, plastique, caoutchouc et autres restes de fabrication.

c. Les déchets industriels spéciaux = DIS :

Ce sont des sous produits de l'activité industrielle. Ils contiennent des éléments toxiques et enferment :

- Les déchets organiques :

Goudrons, solvants, déchets d'hydrocarbures.

- Les déchets minéraux liquides :

Bains de décapages, de traitement des métaux, il représente 65% des matières en suspension.

- Les déchets minéraux solides :

Sels de trempe cyanures, sable de fonderies, en suspension.

2.4. Décharges de Déchets broyés :

Dans ce type de décharges, ou l'on ne recourt ni à la compression ni au compactage, la réduction de volume est obtenue par un broyage préalable des résidus.

Ce broyage casse l'élasticité des composants des ordures et assure en même temps une bonne homogénéisation de la masse, créant ainsi des conditions favorables au développement d'une fermentation aérobie à température élevée (Gillet, 1975).

III. Les lixiviats de décharge:

1. Définition :

Les lixiviats sont des solutions contenant des substances organiques et / ou inorganiques, ou sous forme de particules entraînées lors du processus de lixiviation par les eaux de surface. Ils représentent donc l'aboutissement d'un processus naturel par infiltration dans les décharges. Ils peuvent être également réalisés artificiellement en laboratoire.

2.1. Formation des lixiviats :

Une décharge est un milieu qui évolue et se transforme sans cesse. Elle est notamment le siège de la formation de lixiviats, appelés aussi « Percolats » ou plus banalement « Jus de décharge ».

La formation des lixiviats est en fait le résultat d'une infiltration des eaux de précipitation par rapport à l'évapotranspiration de la décharge et le déficit en humidité des déchets et du sol.

Les lixiviats sont caractérisés par un pH, une demande en oxygène élevée et des concentrations en carbone organique dissous et en métaux non négligeables. Ils sont des sources de pollution pour les eaux adjacentes, le sol et les nappes par ruissellement ou infiltration.

IV. Gaz de décharges « biogaz »:

1. Définition :

C'est le gaz qui se forme lorsque les déchets ménagers non prétraités sont soumis, au sein des décharges à de nombreuses réactions chimiques de décomposition. Dans la décharge, la composition des substances change. La composition de ces gaz peut fortement varier ; elle dépend beaucoup, comme à long terme, de la décharge elle-même: du type de décharge considéré.

- Les déchets ultimes :

Résidus de fumées, mâchefers, boues de traitement des eaux. 15% peuvent contenir des substances dangereuses dont la toxicité peut persister durant des siècles ou des millénaires (s'ils sont radioactifs).

2.3. Les déchets d'origine agricoles :

Déchets qui se trouve le plus souvent dans les décharges communales.

On trouve les déchets des exploitations agricoles, déchets de récoltes, écarts de tirage, sachets d'engrais, déchets d'industries agroalimentaires (Laiteries) (Faurie et al, 2003).

II. Notion de décharge:

1. Définition :

Zones dans lesquelles sont déposés des déchets domestiques ou industriels (Ramade, 2002).

2. Types de décharges :

2.1. Décharges réglementées (contrôlées):

Lieu où les déchets sont déposés pour une longue durée et soumis à des contrôles ainsi qu'à la réglementation. C'est le cas par exemple des décharges des déchets ménagers ou des déchets industriels assimilés aux déchets ménagers ou des déchets des bâtiments.

2.2. Décharges brutes :

Lieu où les déchets ménagers exploités par des entreprises ou des collectivités locales, alors même qu'elles ne bénéficiaient d'aucune autorisation préfectorale. Ce type de décharge risque de polluer fortement les eaux souterraines et les eaux de surface, car les eaux de précipitation traversent les déchets et entraînent les polluants qu'ils contiennent dans le sous sol.

2.3. Décharges sauvages :

Lieu ou surface dans laquelle on avait l'habitude de mettre les déchets provenant des industries et de la production dans des cartés, sur des versants de montagne ou sur des terrils. Les déchets ont été déposés dans de telles décharges sauvages, sans autorisation officielle ; le dépôt était officieusement accepté dans une décharge non réglementée. Dans les deux cas, le nécessaire n'a pas été fait pour protéger le sol et la nappe phréatique (Bliefert, Perraud , 2001).

2. Les étapes de la formation du gaz :

a. La Décomposition aérobie :

Elle se produit au cours des 5 à 15 premiers jours à l'intérieur de la décharge. L'oxygène de l'air, retenu dans des lacunes, se trouve en quantité suffisante même si les déchets sont couverts eux même par d'autres déchets et ainsi empêchement de l'air nouveau de pénétrer à l'intérieur. Le résultat de cette phase : formation de CO₂ et de l'eau.

b. La fermentation acide :

Elle dure plusieurs mois, il se forme de l'hydrogène. A la fin de cette phase, les teneurs en CO₂ et en H₂ atteignent un maximum. Par l'intermédiaire des bactéries acidogènes et des levures, la biomasse utilisable est transformée principalement en acide acétique, mais aussi en d'autres acides organiques et en alcools, et de même en CO₂ et H₂.

c. La fermentation alcaline :

Au cours de cette période, par l'intermédiaire des bactéries mutagènes, réductrices de sulfates et dans certains cas de dénitrification, à partir de la biomasse, il se forme essentiellement du méthane (CH₄), et du dioxyde de carbone (CO₂) selon les deux réactions suivantes :



d. La fermentation méthanique stable :

Elle commence après 1,5 à 2 ans, et dure des décennies dans laquelle la composition des gaz de décharges reste constante avec 55 à 60 % de CH₄ et 40 à 45 % de CO₂.

Par apport à une tonne de décharge, il se dégage 150 – 250 m³ de gaz de décharge ; ces gaz peuvent être récupérés par pompage et être utilisés comme combustible pour le chauffage, ou pour alimenter les moteurs à combustion.

V. Métaux lourds:

1. Définition :

Selon : Bilifiert et Renand, 2001... :

Les métaux lourds sont des métaux ayant une densité supérieure à 5g/cm³. Ils peuvent se trouver dans l'air, dans l'eau et dans le sol. En principe, certains métaux, comme aussi les autres éléments peuvent être essentiels pour un organisme, par exemple une plante ou un animal (Tableau 01) on être « non nécessaires ».

Ces métaux ne sont pas nécessaires à la vie, mais ils perturbent souvent le cours normal des processus métaboliques, même à l'état de traces ; à l'exception de faibles doses tolérables.

Selon Robert ,1996 : parmi les éléments traces toxiques, certains sont des métaux appelés parfois métaux lourds lorsque leur densité dépasse 5 (g/cm³). Ce sont le cadmium (Cd), le chrome (Cr), le cuivre (Cu), le plomb (Pb), le mercure (Hg), le nickel (Ni) et le Zinc (Zn). D'autres sont des métalloïdes, de densité Inférieur à 5 (g/cm³).

Tableau 01 : Classification de quelques métaux lourds selon leurs densités et leurs toxicités (Bilifiert et Renard, 2001)

METAL	PLANTES	ANIMAUX	DENSIT2 EN g/cm ³
Pt	T		21,40
Hg	T	T	13,59
Pb	T	T	11,34
Mo	E	E T	10,20
Cu	E T	E T	08,92
Ni	T	E	08,90
Co		E	08,90
Cd	T	T	08,65
Fe	E	E	07,86
Sn		E	07,28
Cr		E	07,20
Mn	E T	E	07,20
Zn	E T	E	07,14
V	E	E	05,96

NB :

- T: Toxique.
- E: Essentiel.

- La contamination des sols par diffusion d'éléments traces toxiques, ces sols peuvent devenir inaptes à la culture de végétaux consommables qui auraient eux même absorbé les substances dangereuses.

VII. Effets des métaux lourds sur l'Environnement :

Les métaux lourds ont un retentissement écologique important et créent un danger potentiel pour la santé publique, en raison soit de leur toxicité directe sur les organismes soit en raison des phénomènes de transfert à travers différents niveaux trophiques (Roméo, 1991).

Pour Autissier , 1983, les métaux lourds peuvent se révéler toxiques même à faible concentration, parce qu'ils ont un effet cumulatif.

Duchaufour ; 1997, regroupe sous le nom de métaux lourds, certains éléments dotés de propriétés chimiques particulières et qui sont susceptibles de s'incorporer à la biomasse et perturber le système enzymatique.

De nombreux travaux (Purves, 1967 ; 1970 et Impens et al, 1979) ont montré que les déchets sont sources de pollution par propagation d'importantes quantités de métaux lourds (soit par émission de fumées d'incinération, soit par percolation des lixiviats). Ces derniers finissent leur course dans le sol, où ils sont repris par les végétaux, parfois dans les nappes phréatiques.

Au delà des normes communément admises (AFNOR, OFEFP, 1979), ces métaux deviennent toxiques entraînant des effets dépressifs sur la fertilité des sols par excès d'éléments phytotoxiques. La chronicité des apports et leur abondance ont amené les sols à des stades de déséquilibre très grave provoquant un empoisonnement quasi-irréversible de ces derniers (Impens et al, 1979).

Il semblerait, à la lumière de l'abondante littérature traitant les métaux lourds, que quelque soit leur niveau de concentration, les métaux lourds occasionnent aussi bien des phénomènes de carence que d'éventuelles manifestations toxiques (Impens et al, 1979), n'épargnant ni l'environnement ni la santé publique.

VIII. Comportement des métaux lourds dans le sol :

Dans les conditions naturelles, les métaux lourds existent déjà à l'état de trace dans les sols. Selon Cottenie et al ; 1979 et Kiekens et al ; 1983, une quantité de ces éléments est retenue dans la phase solide, alors que le reste subit plusieurs processus de transformation et d'immobilisation dans la solution du sol.

Ces éléments peuvent être :

- des ions libres ;
- des complexes organo-minéraux solubles et insolubles ;
- des formes absorbées aux colloïdes du sol.

Selon les mêmes auteurs, cette distribution est gouvernée par les constantes d'équilibre des réactions suivantes :

- précipitation et dissolution ;
- complexation et décomplexation
- adsorption et désorption.

Le changement des conditions physico-chimiques du sol provoque le passage d'une forme à une autre et donc un déplacement d'équilibre.

Cependant, du point de vue analytique, il est très difficile de déterminer les différentes formes de ces éléments dans le sol.

IX. Facteurs du milieu affectant la mobilité des métaux lourds dans le sol :

1. Le pH:

Le pH est élément de grande importance, car il contrôle la mobilité des métaux lourds dans le sol. Il résulte essentiellement d'un équilibre entre les ions libérés dans la solution du sol et ceux qui sont fixés par les colloïdes.

Selon Verloo (1974), un effet direct se manifeste surtout dans les phénomènes de précipitations et de dissolution, c'est à dire dans la capacité de transfert d'un élément ou d'un ion entre la phase solide et la phase liquide du sol.

Pour Tietgen (1975), la mobilité des métaux lourds dans les sols contaminés augmente avec l'augmentation de l'acidité.

De même, les études analytiques effectués par cottenie et al (1979, 1980,1983), ont montré que l'acidification progressive des sols par les précipitations acides et les apports réguliers de fertilisants acidifiants, augmentent la mobilité des métaux lourds dans la solution du sol.

Selon ces mêmes auteurs, l'action du pH sur la mobilité des métaux lourds diffère en fonction de la texture du sol. Cela est aussi confirmé par Tiller et al (1984).

Anderson et Konilsson (1974), affirment que le pH du sol est important par son effet sur la réactivité des complexes (sorption et désorption). Quand le pH diminue vers 5 le cadmium réagit beaucoup plus comme un cation échangeable normal tels que le calcium (Ca^{++}) et le magnésium (Mg^{++}). Ils constatent que la diminution du pH augmente la solubilité et la mobilité du cadmium beaucoup plus dans un sol organique que dans un sol minéral.

Pour les végétaux, Moore (1971), cité par Zaaboub (1992), a montré que le transfert des cations dans les plantes peut être affecté par un pH acide de la solution ambiante et que l'ion H^+ réduit l'absorption des cations (par les plantes) à des valeurs de pH au dessous de 7.

2. La matière organique :

La matière organique est considérée comme un facteur fertilisant du sol. Sa présence dans ce dernier affecte la disponibilité de certains éléments, en agissant comme un agent complexe. Son rôle dans la pédogenèse est très important. Sa maturation se traduisant par le rapport acide fulvique / acide humique.

Pour Diehl (1975), la fraction fulvique forme des complexes stables avec les métaux lourds, qui sont cependant moins stables que les complexes humiques correspondants. Les acides humiques forment avec le plomb des complexes insolubles et stables à $\text{pH} > 4$

Elliot et al (1986), montrent que dans deux sols différents contenant 20 à 40 g/Kg de carbone organique, l'adsorption par ordre des métaux est comme suit : $Pb > Cu > Cd > Zn$.

Selon les mêmes auteurs, la matière organique augmenterait la rétention préférentielle du plomb à celle du cuivre et celle du cadmium à celle du zinc. De ce fait, ils constatent que la diminution de la matière (MO) du sol entraîne la réduction de l'adsorption des quatre métaux cités précédemment, par contre, elle favorise leur disponibilité pour les plantes, ce qui peut provoquer des phénomènes de toxicité (Hodgson, 1963 in Sahraoui, 1999).

3. Le potentiel redox :

Le potentiel redox est l'un des paramètres les plus utilisés pour rendre compte des propriétés oxydantes (sols aérés) ou réductrices (sols hydromorphes) du milieu.

Pour Kiekens et al (1983), dans les conditions oxydantes, la solubilité des métaux lourds augmente généralement lorsque le pH diminue. Entre pH 3 et 7, le cadmium est plus soluble que le plomb.

Dans des conditions réductrices, la solubilité de quelques métaux augmente : le Mn^{++} et le Fe^{++} sont plus solubles que leur forme oxydée.

Selon le même auteur, la solubilité du cadmium et du plomb, dans les conditions réductrices, à pH alcalin, est nettement plus importante que dans les conditions aérées. Ceci en raison de la formation de complexes organo-métalliques solubles.

Par ailleurs, et en milieu acide (pH 4 – 6) leur solubilité est faible. Ceci peut s'expliquer par la formation de sulfures insolubles et de complexes organo-métalliques insolubles.

4. La présence d'autres minéraux

La précipitation du phosphore (P) par le calcium (Ca^{++}) est responsable de la diminution des prélèvements des éléments suivants : fer (Fe), bore (B), zinc (Zn) et manganèse (Mn).

La sélectivité de quelques ions a lieu à travers la chélation sur les surfaces organiques et généralement, elle est fonction de la valence ionique et du rayon hydraté. La sélectivité des métaux diminue toujours avec la dimension de l'ion hydraté.

Les interactions entre métaux peuvent être à l'origine d'une toxicité ou d'une déficience d'un ou plusieurs éléments. Les métaux peuvent exercer des actions additives synergiques ou antagonistes.

Selon Anderson et Konilsson (1975), les oxydes métalliques n'adsorbent pas le cadmium à pH <4,5. Cela est dû probablement à la charge inverse du complexe adsorbant, le calcium (Ca^{++}) se trouvant toujours en état de compétition avec les métaux lourds sur les sites d'adsorption.

Christensen (1984), a constaté que l'augmentation du Zn augmente la désorption du cadmium du sol en raison de l'effet de compétition sur les sites de fixation.

5. Le complexe adsorbant :

Il est représenté dans le sol par trois fractions majeurs responsables de l'adsorption et de la fixation des éléments nutritifs et des éléments traces, ce sont :

- les minéraux silicatés comme différents types d'argiles ;
- la matière organique représentée par différents types d'humus ;
- les oxydes métalliques.

Anderson et Konilsson (1975), ont constaté que la kaolinite est un pauvre adsorbant du cadmium par contre la tourbe et d'autres argiles montrent une forte adsorption de cet élément entre pH 4.5 et 5.5 due à leur fortes C.E.C.

Cottenie et al (1979), montrent que les fractions du plomb et des cadmiums absorbés sont respectivement de 25 et 32% pour le sol limoneux et de 1 à 10% pour le sol argileux.

Kiekens et al (1983), indiquent que l'adsorption des métaux lourds (Pb, Cd, Zn, Cu) est fortement réduite en présence de CaCl_2 (0.01N), le Ca^{++} se trouve toujours en état de

compétition avec les métaux lourds sur les sites d'adsorption. Cette adsorption est beaucoup plus importante pour le zinc et le cadmium que pour le plomb et le cuivre

6. La température du sol et le temps :

Le temps et la température ont une influence sur les processus biologiques chimiques et physiques. Ils affectent la solubilité, la disponibilité et le transport des métaux lourds et particulièrement celui du cadmium et du plomb dans les systèmes sol, eau et plante (Rains, 1969 in Sahraoui, 1999).

X. METAL LOURD ETUDIE : (Pb)

Le plomb est un métal lourd qui fait l'objet d'une attention particulière des instances réglementaires nationales ou internationales (Morlot, 1996).

1. Généralités :

Le plomb est un élément ubiquitaire qui représente 0.002% de la croûte terrestre, c'est le plus universellement répandu des métaux toxiques et qui doit être considéré comme un élément étranger à l'organisme (Derrache, 1989).

En général, les concentrations en plomb se situent aux alentours de 5 à 25 mg/Kg dans le sol, de 1 à 60µg dans les eaux de la nappe phréatique et aux environs de 1µg/m³ dans l'air (Frank, 1992).

Il existe dans la nature sous forme de sulfure PbS, la galène. Le plomb peut également se trouver sous forme de carbonate, chromate..... Les minéraux ont une richesse en plomb très variable (10 à 80%).

Les concentrations en plomb dans l'environnement sont les plus élevées à proximité des zones de trafic routier, des sites urbains et industriels ou d'activité minière, des décharges et des lieux où la pression de chasse est importante (Morlot, 1996).

Le plomb est utilisé comme additif aux carburants (cet usage est en diminution) et aux pigments de peinture, ce qui contribue en partie à la contamination de l'environnement (Autissier, 1983 ; Frank, 1992).

2. Caractéristiques physico-chimiques du plomb :

Symboles : Pb

Numéro atomique : 82

Poids atomique : 207,2

Structure du cristal : cubique à faces centrées avec une distance inter-atomique

Minimale de 3.492 \AA

Valences : +2 et +4

Rayon ionique de Pb^{2+} : 1.20 \AA

Densité : $d^{20}_4 = 11.34$

Point de fusion : $327.43 \text{ }^\circ\text{C}$

Point d'ébullition : $1740 \text{ }^\circ\text{C}$

Il existe 20 isotopes du plomb, dont 16 sont radioactifs.

Le plomb est un métal gris bleuté, brillant, qui se ternit à l'air libre. Il est mou, malléable, flexible, facile à laminier, facile à tréfiler tant qu'il est sous la forme de gros fils.

Il est relativement peu sensible à la fatigue mécanique. Le gaz carbonique accroît cette résistance, l'oxygène la diminue.

Le plomb est pratiquement insensible à la fatigue thermique. Il a une faible conductivité électrique. De plus, sa masse élevée lui confère un important pouvoir d'absorption des rayonnements électromagnétique (Cezard et Haguenoer, 1992).

3. Comportement du plomb dans le sol :

Le plomb est généralement présent sous forme de Pb^{2+} , bien que l'état d'oxydation +4 puisse aussi exister (Kabata-Pendias et Pendias, 1984). Il pénètre dans les sols sous forme de sulfate ou y est rapidement converti en sulfate (40 à 50 %) du plomb total (Morlot, 1996).

Il est peu mobile, sauf lorsqu'il peut former des complexes organiques solubles ou que le sol a dépassé sa capacité de sorption de l'élément. Le plomb a donc tendance à

s'accumuler dans l'horizon superficiel. Il est principalement associé aux argiles, aux oxydes de manganèse, aux hydroxydes de fer et d'aluminium et à la matière organique (Cabridenc, 1994 ; Kabata-Pendias et Pendias, 1984).

Selon Cottenie et al (1980), dans les conditions naturelles, la teneur moyenne en Pb est de 10 ppm. Cottenie (1981) donne des valeurs de 10 à 15 ppm pour les sols normaux. Pour Derrache (1986), le plomb se trouve naturellement dans les sols à la moyenne de 16 ppm.

A l'heure actuelle, la concentration en Pb des couvertures pédologiques mondiales est estimée en moyenne à 25 ppm (de 22 à 28 ppm pour la plus grande partie des sols, 44 ppm pour les histosols) (Kabata-Pendias et Pendias, 1992 cité par Coullery, 1997).

4 . Le plomb dans les déchets :

Dans les ordures ménagères, Pb représente 24% des métaux lourds présents ; il provient à 41% des métaux ferreux (où il se trouve généralement sous forme PbSn), à 20% de fines inférieures à 20mm (sous forme d'oxyde ou de métal), à 19% des papiers-cartons (sous forme PbO ou PbCrO₄) et à 8% des plastiques (Bouchereau,1992 ; Rousseaux,1988 ; Schell, 1992) ; les teneurs moyennes en plomb des ordures ménagères oscillent classiquement entre 100 et 700 ppm.

Il est clair que le tri peut influencer notablement sur la composition élémentaire des ordures ménagères : tri des verres, papiers-cartons, piles et métaux divers permettent de réduire de manière significative leurs teneurs en plomb.

On a ainsi montré que ces teneurs pouvaient chuter de 900 mg /Kg pour les OM non triées à 135 mg/Kg lorsque papier, verre, piles,déchets toxiques et compostables sont retirés du flux d'OM(Morlot,1996).

5 .L'effet toxique du plomb:

Pour la plupart des individus, l'alimentation est la principale source de plomb, environ 100 à 300 µg/ jour (Frank, 1992).

Le saturnisme, c'est-à-dire l'intoxication par le plomb, fut la première maladie professionnelle indemnisé en France.

La concentration maximale admissible de plomb dans l'eau d'alimentation a été fixée par l'O.M.S et par le service de la santé publique des Etat-Unis et d'Europe à 0.005mg/l.

Le plus étudié jusqu'à présent est l'atteinte de la biosynthèse de l'hème par inhibition de certaines des enzymes qui l'effectuent (Cezard et Haguenoer, 1992).

Le système nerveux est aussi un organe cible important du plomb. Après des expositions importantes, avec des concentrations sanguines supérieures à 80µg/dl, il peut se produire des encéphalopathies (Frank, 1992).

L'anémie cliniquement constatée est évidente après une exposition modérée au plomb (concentration sanguine aux environs de 50µg/dl).

Le plomb provoque des effets cancérogènes au niveau du rein chez les rongeurs, mais il existe peu de données sur les effets chez l'homme (Frank, 1992).

Le plomb exerce aussi des effets indésirables sur les fonctions de reproduction, principalement par sa toxicité pour les gamètes des animaux males et femelles, d'où l'apparition de stérilité, d'avortements et de morts néonatales (Frank, 1992).

Les effets du plomb sur l'appareil digestif montrent une grande susceptibilité individuelle des sujets qui travaillent dans une ambiance renfermant du plomb.

Troubles digestifs consistent en :

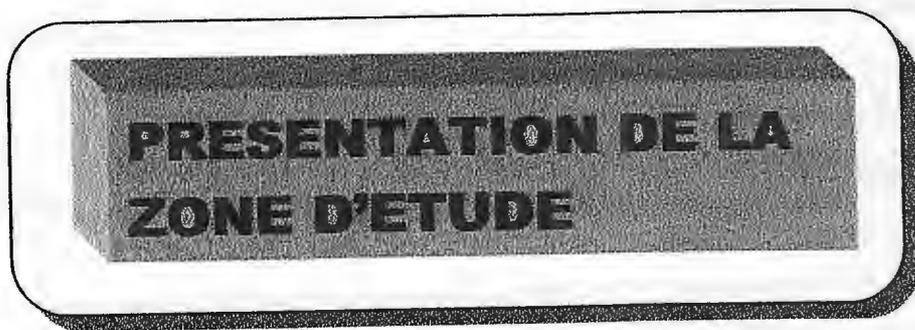
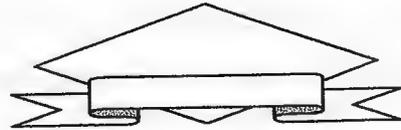
- Présence d'un « goût bizarre » dans la bouche.
- Anorexie.
- Pertes de poids.
- Constipation.
- Diarrhées.

Les appareils cardiovasculaires et respiratoire n'ont pas fait l'objet d'un nombre suffisant d'étude pour qu'il soit possible de définir quels effets certains le plomb provoque à leur niveau. Il en est de même pour les glandes endocrines.

Le plomb est également la cause d'un certain nombre d'altérations au niveaux de cellules particulières : gamètes, érythrocytes.

Deux métabolismes semblent également être modifiés chez les sujets exposés au plomb : celui du calcium et celui de l'acide urique (Cezard et Haguenoer, 1992).

chapitre II



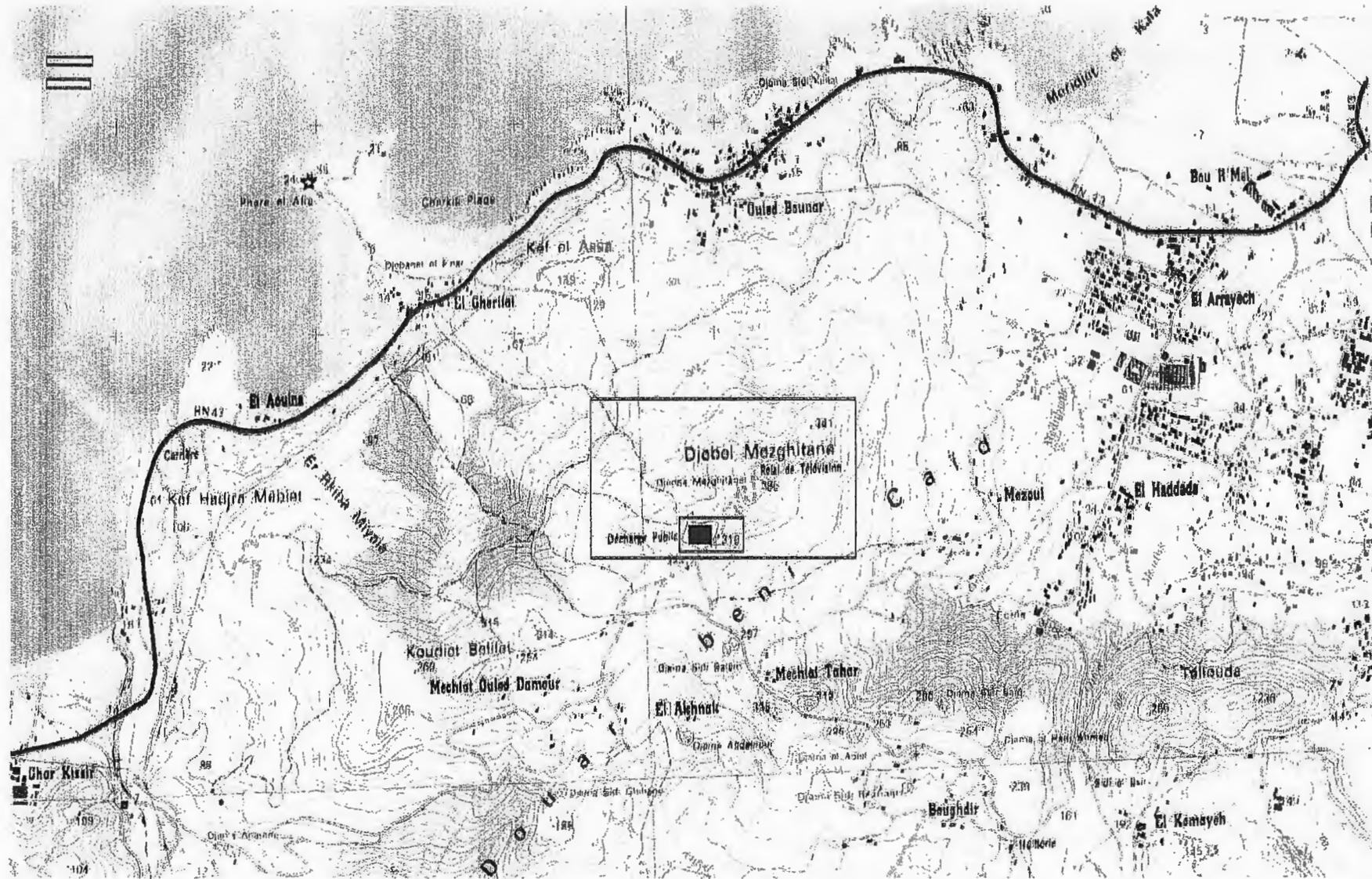


fig 01 : Carte de situation de la décharge actuelle de Mezghitane

Tableau 2 :

Relevé pluviométrique et thermique au niveau de Jijel pendant la période de prélèvement
(Source : O.N.M. station de Jijel, période 2004-2005).

Mois	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F
T°(C)	13,4	14,55	17	21,15	24,35	26,5	23,9	21,85	14,15	12,75	9,15	9,1
P (mm)	75	97	81	56	1	4	35	76	267	159	262	213

Tableau 3 :

Moyennes mensuelles (2004-2005) de la vitesse du vent au sol (m/S). Station de Jijel
(Source : O.N.M. JIJEL).

Mois	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F
Vitesse en m/s	1,6	1,9	1,8	1,3	1,7	1,5	1,5	1,4	1,5	2,1		

Janvier et février : Le vent hors service (H/S).

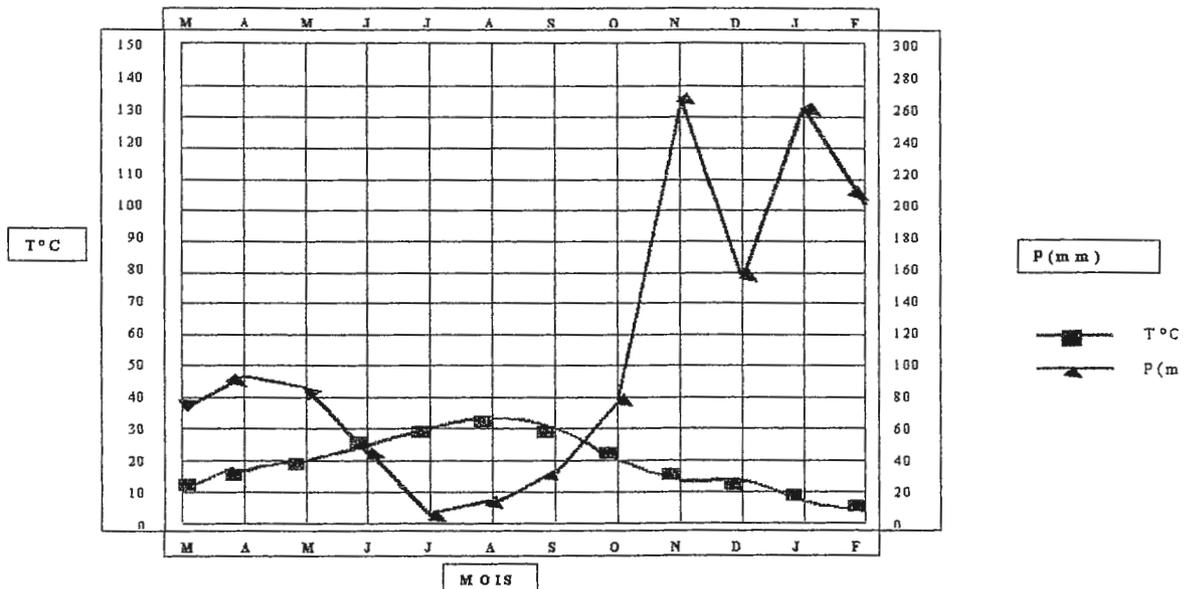


Fig.2 : Diagramme ombrothermique de gaussien de la région de Jijel (mars 2004-février 2005)

3. DIAGNOSTIC DE LA DECHARGE ACTUELLE :

La seule décharge publique autorisée pour les déchets solides urbains de Jijel se trouve au niveau de Djebel Mezghitane.

La décharge est ouverte tous les jours car il n'y a pas de portail, ni poste d'entrée. Les horaires d'opérations formels ne sont pas applicables.

3.1. Description technique de la décharge publique :

a. Dimension :

La décharge de Mazghitane est une décharge publique officielle à ciel ouvert, située à environ 8 Km au sud-ouest de Jijel. La décharge s'étend sur une superficie d'environ 12 ha (Photo I).

b. Géologie :

Du point de vue géologique le site de la décharge de Mazghitane repose sur un substratum marneux.

Ainsi, le sous-sol est naturellement imperméable et ne constitue pas une source de contamination des eaux souterraines.

c. Le couvert végétal :

Le couvert végétal est dans un état de dégradation très avancé, il est constitué d'un maquis et quelques sujets épars de chêne liège (*Quercus suber*). Les effets néfastes de la décharge, les incendies et le surpâturage sont à l'origine de cette dégradation.

Le sous bois est constitué principalement de Calycotome (*Calycotome spinosa*), ciste (*Cistus salvifolius*), philaria (*Phillyrea media*), lentisque (*Pistacia lentiscus*), bruyère (*Erica arborea*), myrte (*Myrtus communis*), Diss (*Ampelodesma mauritanicum*) palmier nain (*Chamærops humilis*).

d. Durée de fonctionnement :

D'après une fiche technique élaborée par l'inspection de l'environnement de Jijel, l'exploitation de la décharge de Mazghitane a débuté en 1984.

e. Equipement technique :

Le site de la décharge n'est pas clôturé, à l'exception d'un mur d'environ 80 m du coté sud séparant la décharge des terres agricoles de mechta Azouza. La décharge ne présente pas un poste de gardiennage et n'est pas gardée.

Nous donnons ci-après la liste des engins affectés à la décharge de Mezghitane :

- Un bulldozer sur chenille qui est actuellement en panne.
- Un chargeur pneumatique, actuellement en panne.
- Un chargeur pneumatique, présent sur la décharge, actuellement en service. Ce chargeur est utilisé dans les opérations de nivelage des couches de déchets qui ont lieu. D'après les informations recueillies auprès du service de maintenance, chaque fin de journée, les déchets sont poussés à l'intérieure de la surface de la décharge.

De plus, un chargeur pneumatique et un camion benne sont utilisés par l'APC pour l'éradication des dépôts sauvage, surtout en saison d'été (Photo 2 et 3).

f. Raccordement aux infrastructures :

La décharge de Mezghitane est accessible par une piste étroite dont l'état est dégradé (pleine de crevasses). Cette piste prend départ à partir du CW 150.

Le site de la décharge n'est pas raccordé au réseau d'assainissement et il n'existe pas de réseau d'électricité.

3.2. Description du fonctionnement technique des services de la décharge :

Les déchets y sont déposés anarchiquement, sans aucun compactage ni recouvrement (Photo 6 et 7).

Elle ne présente aucune mesure de contrôle environnemental, elle est continuellement en feu (brûlage volontaire par les chiffonniers et présence de déchets qui s'enflamme rapidement : poudre de liège, cendre d'incinérateur de l'hôpital).

Equipements existants au niveau de la décharge de Mezghitane



Photo2 : Déversement des déchets transportés par camion à benne au niveau de la décharge de Mezghitane.



Photo3 : Chargeur pneumatique en service présent sur la décharge.



Photo 6 : Dépôt sauvage I.

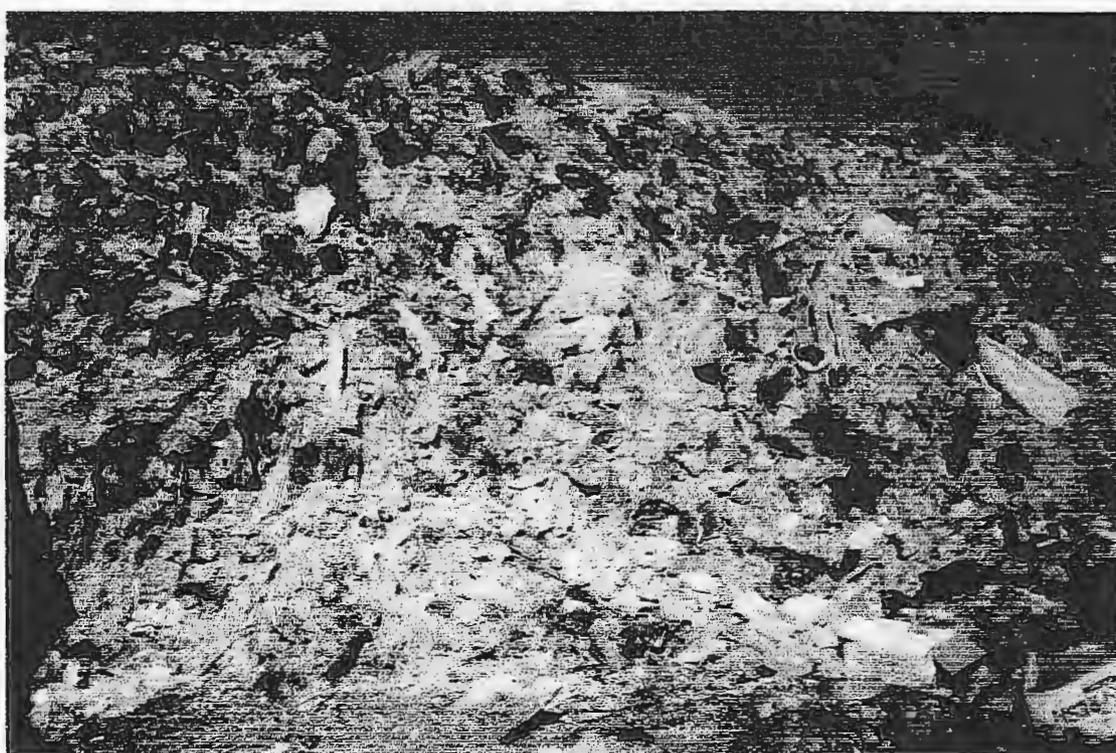


Photo 7 : Dépôt sauvage II.

Nous avons observé un grand nombre de mouettes et corbeaux attirés par les restes de nourriture contenus dans les déchets déversés. Cette attraction de volatiles est accentuée par la proximité de la mer méditerranée. Nous avons également observé des chiens errants, des vaches et des bovins se nourrissant de déchets (Photo 4 et 5).

a. Nombres des livraisons :

Les camions de la commune de Jijel collectent les déchets générés par les ménages, les commerces, déchets de l'hôpital et ceux issus du balayage des voies publiques .Les déchets ainsi collectés sont évacués vers la décharge officielle de Mezghitane.

Ainsi, la décharge de Mezghitane reçoit une quantité d'environ 103 tonnes de déchets par jour.

b. Contrôle des entrées :

Aucun contrôle ne s'effectue au niveau de l'entrée de la décharge. Il n'existe pas de journal d'exploitation .Tout type de déchets, même dangereux, peut se retrouver au niveau de la décharge. Lors de notre visite à cette dernière, nous avons observé des quantités importantes de déchets de peaux tannées issue de la tannerie de Jijel.

c. Recouvrement :

Les camions de l'APC de Jijel transportent les déchets collectés des onze zones de collecte pour les déverser au niveau de la décharge de Mezghitane. Les déchets sont déversés en tas au niveau de l'entrée et de part et d'autre de la piste d'entrée à la décharge. Chaque fin de journée, les déchets sont poussés par le chargeur pneumatique à l'intérieure de la décharge sans aucune couverture.

d. Tri des matériaux recyclables :

Il n'existe pas une organisation officielle de tri des composants de déchets sur la décharge. Cependant, un certain nombre de chiffonniers, d'environ une dizaine, est toujours présent sur la décharge et s'active dès l'arrivée des camions livrant les déchets.

Dés l'entrée du camion, les chiffonniers grimpent et commencent le tri des matières



Photo 4 : Bœufs mangeant des déchets I.



Photo 5 : Bœuf mange des déchets II.

plastiques (contenants), plomb, cuivre et aluminium (le papier- carton et le verre ne constituent pas une attraction des chiffonniers vu qu'ils ne sont pas achetés par le transformateur privé).

Les quantités récupérées par les chiffonniers peuvent atteindre les (3) tonnes pour le plastique et 25 Kg pour le cuivre, plomb et aluminium.

e. Tri manuel des déchets :

Pour avoir une idée sur la composition du déchet de la ville de Jijel un tri manuel a été effectué par les services consternés. Pour la réalisation de l'échantillon, un camion a été réservé à la collecte d'une quantité de déchets à partir d'une zone de collecte représentative de la commune de Jijel (inspection de l'environnement, 2002).

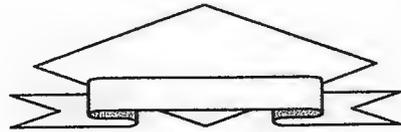
Un échantillon de 135 Kg a été extrait du lot des déchets solides urbains, ensuite un procédé au tri manuel et une pesée de chaque composant de déchet (tableau 4).

Tableau 4 :**Les résultats du tri manuel effectué au niveau de la décharge :**

<i>Type de déchets</i>	<i>Année 2000</i>	<i>Année 2002</i>	
	(%)	(%)	Poids (Kg)
Matière organique	65,1	70,2	94,77
Papier carton	9,6	9,2	12,42
Plastiques	8,3	9,8	13,23
Métaux	1,9	1,7	2,295
Textiles	4,2	4,2	5,67
Verres	0,9	0,6	0,135
Cuir	–	0,5	1,35
Bois	–	0,4	0,54
OS / Déchets animaux	2,4	0,8	1,08
Autres (pierres,)	7,5	2,6	3,51
TOTAL	100%	100%	135 Kg

Il ressort de ce tableau que le taux de matières organiques reste toujours nettement plus élevé que les autres composants de déchet (Inspection de l'environnement de Jijel, document interne, 2002).

chapitre III



**MATERIELS ET
METHODES**

CHAPITRE III

MATERIELS ET METHODES

1- Protocoles expérimentaux :

La partie expérimentale de notre étude englobe deux volets distincts :

- Un volet terrain.
- Un volet laboratoire.

1-1- Le terrain :

Le travail du terrain est basé sur :

- La connaissance de types de déchets déposés au sein de la décharge.
- La prise d'échantillons du sol (deux périodes différents).

1-1-1- Echantillonnage (choix de stations):

Les teneurs en métaux lourds sont sous la dépendance de nombreux facteurs du milieu dont les plus importants sont les facteurs climatiques (pluviosité et vent) et l'activité végétale.

Comme nous ne disposons pas à l'heure actuelle d'une procédure d'échantillonnage normalisée qui réponde à des objectifs divers, et afin de minimiser le risque d'erreur et avoir un échantillonnage représentatif, nous avons jugé que le choix des emplacements des prélèvements se fait :

1. En fonction de la distance, tout en s'éloignant de la décharge. La zone proposée est choisie de telle sorte qu'elle soit sous l'influence des vents. Ceci pour mettre en évidence l'effet des vents sur la dispersion des métaux lourds ainsi que celui des précipitation et du ruissellement .

2. Aussi souvent qu'il y a changement (Topographie, tapis végétal).

Le mode de prélèvement consiste à diviser la parcelle à étudier en quatre stations caractérisées par la présence d'une espèce végétale dominante ou l'absence de végétation.

1-1-2- Prélèvement au niveau de La station:

Afin de mettre en évidence les phénomènes de dispersion des métaux lourds et l'influence du ruissellement et des vents dominants, nous avons procédé à des prélèvements en fonction de la distance par rapport au site de la décharge (point repère) et en fonction de la profondeur.

Les prélèvements se font à 20 et à 40 cm de profondeur, couche à laquelle se réfèrent les valeurs indicatives de la plupart des pays (BAIZE, 1997. OFEFP, 1989).

Nous avons obtenu pour les 4 stations :

Station de 1 à 4 = 4 (Stations) x 03 (Répétitions) x 02 (Dates)

=24 Echantillons simples

24 Echantillons simples : 03 (Répétitions) = 08 Echantillons composée

08 (Echantillons composée) x 02 (Dates) =16 Echantillons

Les prélèvements ont été réalisés dans le temps :

Le 13 decembre 2004 & Le 13 février 2005

1-1- Techniques de prélèvements:

Les métaux lourds se rencontrent dans le sol sous forme de traces et présentent de fortes variations de concentration (OFEFP, 1989). Il est donc important que les échantillons soit toujours prélevés de la même manière (Même emplacement même profondeur) avec le même instrument.

Il faut éviter les instruments en acier inoxydable, chromés, nickelés, laqués.

Pour cette raison, nous avons utilisé une tarière en fer, pour la Réalisation de l'échantillonnage.

Les prélèvements sont mis directement dans des sachets en plastiques (Les conditionnement en plastique est obligatoire pour les métaux et pour les produits minéraux (Le Compte, 1998).

La quantité prélevée est de l'ordre de 01 Kg, puisque l'éventail d'analyse est important, et la mise en réserve pour le stockage.

1-2- Le laboratoire :

Après l'identification des échantillons, pour éviter les risques de confusion, une opération est nécessaire pour limiter l'évolution biologique, assurer la conservation des échantillons à moyen et long terme ; c'est le séchage des échantillons qui permet une meilleure séparation des agrégats et une meilleure homogénéité à la dessiccation effectuée à l'air, à température ambiante, à l'abrie de la lumière solaire directe.

La deuxième opération c'est le broyage il est éfaufiler (après emiettage à la main) manuellement, ensuite nous avons passé les échantillons au tamis Métallique (mailles 2 mm).

1-2-1 Analyse de sol:

Pour une meilleur interprétation de la teneur en substances nocives et du Comportement de ces dernières, il est nécessaire de compléter le dosage d'un métal lourd

(plomb), par les analyses physiques et chimiques préconisées par BAIZE (1997 a ; et l'OFEEP, 1998), y compris : pH/ H₂O, granulométrie, matière organique, densité apparente.

Seul les oxydes de fer et phosphate n'ont pu être dosés, recommandés par BAIZE , D (1997) et les directives de l'OFEEP (1989). D'autre analyse (Capacité d'échange cationique) à été réalisée pour mieux interpréter nos résultats.

1.2. Analyse granulométrique:

L'analyse granulométrique a été effectuée au niveau de l'agence national des ressources hydriques (ANRH) à Constantine. Les résultats ont été sous forme de pourcentages pour chaque fraction de sol. La texture est finalement identifiée à l'aide de diagramme de texture (Duchaufour, 1997).

1.2.3. Mesure du pH :

La mesure de pH se fait à l'aide d'un pH- mètre, sur une suspension de sol et d'eau distillée dans un rapport de 1/2,5 après agitation pendant 30 minutes et repos de 2 heures.

1.2.4 Détermination de la conductivité électrique (CE -):

La conductivité électrique mesure la teneur en sels solubles d'une Solution, cette mesure est faite à l'aide d'un conductivimètre sur une suspension de sol et d'eau distillée dans un rapport de 1/2,5 après agitation de 2 minutes et repos de 20 mn.

1.2.5. La capacité d'échange cationique (CEC):

La capacité d'échange cationique est la quantité maximale de cations qu'un sol peut absorber (pour 100 g de matière sèche).

La mesure du la CEC est basée sur la titration avec l'acide sulfurique H₂ SO₄, après l'adition des réactifs à la solution du sol (Couleur violette), elle est caractérisée par un point de virage au niveau de chaque volume de H₂SO₄ titre fait apparaître une couleur verte (voir annexe II).

1.2.6. Détermination de la densité apparente :

La densité apparente est déterminée sur des mottes de terre non perturbées prélevées du sol par la méthode de la motte enrobée de paraffine.le volume d'une motte de terre est calculée en déterminant la force ascendante si on le pèse sous eau (voir annexe II).

1.2.7. Calcaire total :

La quantité totale du calcaire du sol est déterminée en dosant la quantité totale des carbonates présents.

Le volume de CO₂ dégagé est proportionnel à la quantité de carbonates présents à condition qu'on mesure le volume de CO₂ à une température et à une pression constante. On suppose que le volume de CO₂ dégager provient uniquement de la réaction du calcaire avec (Hcl)

1.2.8. Dosage de la matière organique :

Le dosage de la matière organique est réalisé à partir du dosage de l'un de ces constituants, le carbone,....

La méthode appliquée est celle de WALKLEY & BLACK (1934) elle base sur l'oxydation du carbone par le dichromate de potassium (K₂ Cr₂ O₇) en milieu fortement acide (H₂SO₄) on détermine en suite, par dosage avec du sulfate de fer (F₂SO₄), la quantité d'ion verts formée proportionnellement au taux de carbone présent.

1.2.9. Dosage du plomb :

a. Extraction :

Une étape obligatoire qui précède le dosage du métal Pb, elle consiste à récupérer les métaux condensés de la solution du sol, par une attaque par l'eau régale (Hcl+NH₃) avec les proportion de (3/1) (Voir Annexe II) .

b. Dosage du plomb :

Etape finale et indispensable pour atteindre notre objectif, dans la quelle le métal à étudier est dosé à l'aide du spectrophotomètre installé au niveau du laboratoire de recherche (Université de Jijel).

Les gammes d'étalons utilisées pour le dosage du plomb sont de : 1 – 05 – 20 ppm à la longueur d'onde $\lambda=283,3$ nm.

c. Justification du choix de l'extraction des teneurs totales :

Le raisonnement sur les teneurs totales présentent un certain nombre d'avantages et d'inconvénients (BAIZE, 1997a), la détermination des teneurs totales en tel ou tel élément trace est une mesure d'un stock à un moment donné, mais elle ne permet pas de distinguer les formes chimiques en présence. La répétition des mesures dans le temps permet un suivi des teneurs et de constater d'éventuels accroissements.

Rappelons que la plupart des normes, sont actuellement exprimées sous formes de teneurs totales.

L'inconvénient c'est que les teneurs totales ne donnent malheureusement aucun renseignement sur la mobilité de l'élément dans le sol, ni sur sa disponibilité vis à vis des organismes vivants (Cooks et Heudershat, 1996).

-Justification du choix de la méthode d'extraction à l'eau régale :

Pour mesurer des teneurs véritablement totales , il faut que le processus analytique soit capable d'extraire toutes les formes de toutes les formes de l'élément chimique que l'on veut doser , particulièrement celle intégrées dans les réseaux cristallins des minéraux primaires et secondaire silicatés.

Plusieurs extractifs sont considérés comme donnant des teneurs « totales ». ce sont l'acide Fluorhydrique (HF) , l'acide Nitrique(HNO_3) , l'acide Chlorhydrique (HCL), Ou une combinaison de plusieurs acides (eau régale ; réactifs triacides).

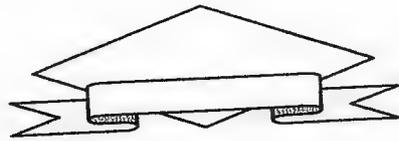
Mais il semble bien que seul l'acide Fluorhydrique soit capable d'extraire de l'échantillon de sol la totalité d'un élément.

Mais dans la littérature internationale, on rencontre différentes méthodes d'extraction.

Certains laboratoires utilisent l'association d'HF et l'acide perchlorique (HF, HClO_3) pour dissoudre totalement la phase minérale. D'autres préfèrent les méthodes à l'acide nitrique (HNO_3 2M) à chaud, ou à l'eau régale.

La méthode pour laquelle nous avons opté (l'eau régale) nous a paru moins contraignante à mettre en œuvre d'une part et d'autre part des comparaisons avec d'autres méthodes (HF) ont donné de faibles différences de résultats.

chapitre IV



**RESULTATS ET
DISCUSSION**

CHAPITRE IV :

RESULTATS, DISCUSSION ET INTERPRETATION

1. Résultat :

Les résultats des analyses physico – chimiques (granulométrie calcaire total, matière organique, pH, CE, CEC, la densité apparente) caractérisant les échantillons de sol prélevé sont donnés dans les tableaux 5, 6, 8,9.

Les résultats des analyses chimiques, concernent les teneurs en Pb sont consignés dans le tableau 7.

Une illustration par des histogrammes (Fig 3 —→16) des teneurs en Pb et de tous les valeurs des paramètres étudiés en fonction du temps, de l'espace, et de la surface permet de mieux visualiser le comportement du métal étudié.

Il ressort de ces tableaux une variabilité au niveau des différents paramètres mesurés. Ainsi, on observe que la valeur globale, en sels, exprimée par la conductivité électrique, les teneurs en calcaire total, matière organique, la capacité d'échange cationique et les teneurs en (Pb) (Tableau 6, 7, et 8), changent d'une station à une autre, et pour une même station les teneurs changent d'un mois à un autre, et aussi selon la profondeur.

Ceci est tout à fait logique si on sait que dans le sol, l'hétérogénéité est plutôt la règle que l'exception.

-Autre observation qu'on peut émettre, à la lumière des résultats obtenus, c'est que les variations entre les différents paramètres ne sont pas assez importantes ceci est également logique dans la mesure où les paramètres considérés (granulométrie, taux matière organique, aux quels on peut ajouter le pH) ne sont pas variables à court terme ; à l'inverse des paramètres chimiques variables à terme, tels que les sels solubles, la salinité globale ...etc.

Le pH du sol :

Le pH du sol, présente un maximum en surface de 8,19 à la station 2 au mois de décembre, et un minimum de 5,57 à la station 4 pour le mois de février.

En profondeur, le pH présente un maximum de 8,54, au mois de décembre et un minimum de 6,34 à la station 4 au mois de février.

Les résultats du pH révèlent une hétérogénéité entre les deux mois. Cette hétérogénéité est importante d'une station à l'autre (tableau 8).

La Conductivité électrique (CE) :

La conductivité électrique, présente un maximum en surface de 1,59 ms enregistré au mois de décembre.

En profondeur, la conductivité présente une valeur maximale 1,66 ms au mois de décembre, et une valeur minimale de 0,308 ms au mois de février.

La valeur de la conductivité électrique de la station 4 est la plus faible par rapport aux autres stations. Soit en profondeur 0,26 ms au mois de décembre et 0,135 ms pour février, ou en surface les profondeurs 0,173 ms au mois de décembre et 0,030 ms au mois de février.

Matière organique :

Le taux de la matière organique présente en surface un maximum de 4,72 % à la station 1 au mois de février, et un minimum de 3,80 % dans la station 4 pour le mois de décembre.

En profondeur, la valeur maximale enregistrée à la station 1 (4,28 %) au mois de février, et une valeur minimale enregistrée dans la station 4 (2,88 %) pour le mois de décembre. Les teneurs en matière organique révèlent une homogénéité entre les 4 stations (surfaces, profondeur) au cours des deux mois d'étude (tableau 6).

La densité apparente :

Nous avons enregistré une valeur maximale de (2,02 g/cm) en surface, de la station 3 au mois de février, et une valeur minimale de l'ordre de (1,21 g/cm) dans la station 1 pour le mois de décembre.

En profondeur, la densité apparente présente un maximum de (2,50 g/cm) à la station 2 au mois de décembre, et un minimum de (1,66 g/cm) à la station 4 au même mois (tableau 8).

Les 4 stations présentent des valeurs de densité apparente plus ou moins homogènes d'un échantillon à l'autre.

Calcaire total CaCO_3 :

Le calcaire total présente un maximum en surface de (6,75 %) à la station 1 au mois de décembre, et un minimum de (0,135 %) à la station 4 au mois de février.

En profondeur, la station 2 présente une valeur maximale de (7,70 %) au mois de décembre, et une valeur minimale de (0 %) à la station 4 au même mois.

Le taux du calcaire total des quatre stations présente des valeurs plus ou moins hétérogènes en fonction de l'espace et du temps (tableau 6).

Capacité d'échange cationique (CEC) :

La capacité d'échange cationique des sols étudiés en surface varie entre deux valeurs :

- maximale de (155 meq /100 g de sol) enregistrée dans la station 1 au mois de février
- minimale (65 meq /100 g) dans la station 2 au même mois.

En profondeur, la valeur maximale de la CEC est de l'ordre de (165 meq /100 g) enregistrée à la station 4 au mois de décembre , et la valeur minimale (100 meq /100 g) à la même station au mois de février.

Tableau 5 :
% des particules granulométriques.

Stations \ Particules		A	LF	LG	SF	SG
1	S	20	31	9	22	14
	P	14	27	56	32	19
4	S	17	10	6	40	26
	P	20	10	8	34	29

A : Argile ;
 LF : Limon fin ;
 LG : Limon grossier ;
 SF : Sable fin ;
 SG : sable grossier.

Tableau 6 :

% Calcaire total et de la matière organique.

		Paramètres	CaCO ₃	MO
		Stations		
DECEMBRE	1	S	6,756	4,35
		P	2,702	3,71
	2	S	5,540	3,95
		P	7,70	3,81
	3	S	5,810	4,01
		P	3,783	3,61
	4	S	0,40	3,08
		P	0	2,88
FEVRIER	1	S	3,675	4,72
		P	6,891	4,28
	2	S	5,405	4,08
		P	6,756	3,95
	3	S	3,918	4,35
		P	3,378	4,05
	4	S	0,135	3,48
		P	0,135	3,04

MO : Matière organique.

Tableau 7 :

Teneurs totales en Pb en fonction du temps, de l'espace et de la profondeur.

		<i>STATIONS</i>	TENEUR EN Pb (ppm)
DECEMBRE	1	S	260,70
		P	375,5
	2	S	349,95
		P	469,79
	3	S	205,33
		P	425,99
	4	S	72,80
		P	115,33
FEVRIER	1	S	206,15
		P	225,57
	2	S	293,76
		P	220,20
	3	S	395,82
		P	354,91
	4	S	85,53
		P	121,03

Tableau 8 :

Principales caractéristiques physico-chimiques des différentes stations.

Paramètres						
Stations		pH	CE Ms/cm	Da g/cm	CEC meq/100g	
DECEMBRE	1	S	8.08	1.59	1.21	130
		P	8.13	0.973	2.07	150
	2	S	8.19	1.34	1.72	140
		P	8.54	1.66	2.5	155
	3	S	8.01	1.04	1.47	105
		P	7.75	0.550	1.93	155
	4	S	6.75	0.263	1.74	145
		P	7.55	0.173	1.66	165
FEVRIER	1	S	7.14	0.328	1.86	155
		P	7.24	0.262	1.88	160
	2	S	7.09	0.763	1.95	65
		P	6.70	1.32	1.98	125
	3	S	7.29	1.00	2.02	75
		P	7.23	1.43	2.01	115
	4	S	5.57	0.450	1.91	110
		P	6.34	0.308	1.85	100

Da : Densité apparente .

CEC : La capacité d'échange cationique.

CE : Conductivité électrique.

Tableau 8 :

Principales caractéristiques physico-chimiques des différentes stations.

Paramètres			CE	Da	CEC	
Stations		pH	Ms/cm	g/cm	meq/100g	
DECEMBRE	1	S	8.08	1.59	1.21	130
		P	8.13	0.973	2.07	150
	2	S	8.19	1.34	1.72	140
		P	8.54	1.66	2.5	155
	3	S	8.01	1.04	1.47	105
		P	7.75	0.550	1.93	155
	4	S	6.75	0.263	1.74	145
		P	7.55	0.173	1.66	165
FEVRIER	1	S	7.14	0.328	1.86	155
		P	7.24	0.262	1.88	160
	2	S	7.09	0.763	1.95	65
		P	6.70	1.32	1.98	125
	3	S	7.29	1.00	2.02	75
		P	7.23	1.43	2.01	115
	4	S	5.57	0.450	1.91	110
		P	6.34	0.308	1.85	100

Da : Densité apparente .

CEC : La capacité d'échange cationique.

CE : Conductivité électrique.

2. Discussion et interprétation :

1. Texture du sol :

L'étude granulométrique réalisée sur le sol de la décharge des deux stations (1 et 4) montre que la répartition des fractions granulométrique est légèrement hétérogène d'une station à l'autre.

La projection des résultats de l'analyse granulométrique sur le triangle textural Américain (Duchaufour , 1997) pour les deux stations soit de surface ou de profondeur , révèle la présence de deux classes texturales ; limon -sabo – argileux et sable argileux .

La texture équilibrée correspond à l'optimum, dans la mesure où elle présente la plupart des qualités des trois types du sol(sableux, argileux, limoneux), (Duchaufour, 1979).

La station 1, porte une texture équilibrée en surface, et en raison d' une distance moins considérable entre les stations 1, 2 et 3 nous avons extrapolé le résultat de la texture du sol de la première station (limon – sabo- argileux) sur les deux autres stations (2 et 3).

Tableau 9 :

Les classes texturales obtenues partir de la projection 1 et 4

Station	Texture
Surface Station 1	Limon – sablo argileux
Profondeur Station 1	Sable - argileux
Station 4 Surface	Sable -argileux
Station 4 Profondeur	Sable -argileux

2. Le pH du sol :

Le pH intervient dans la solubilité de la plupart d'éléments minéraux. Dans le sol , de nombreux éléments se trouvent sous formes d'hydroxydes ou de carboxyliques ou de carbonates dont la précipitation et donc l'insolubilité. Ils sont favorisés par des pH alcalins tandis que la solubilisation est au contraire favorisée par des pH acides. (LAIB ,2003).

Le pH est essentiel, en milieu acide à la mobilité des métaux toxiques, donc le danger d'absorption par les plantes augmente considérablement.

Il convient de signaler à ce propos le danger d'un apport excessif d'amendements organiques, qui pourrait abaisser le pH et de ce fait, augmenter la toxicité des métaux lourds (DUCHAUFOR, 1979).

D'après les résultats obtenus, une diminution de pH est enregistrée au deuxième prélèvement (février) en surface qu'en profondeur.

Les stations 1 et 2 présentent un pH basique en surface avec les valeurs de (8,08), (8,19), et en profondeur (8,13), (8,54) respectivement. La surface de la station 4 présente une valeur de pH légèrement acide (6,75), et un pH légèrement basique enregistré également en profondeur au niveau des stations 3 et 4 avec des valeurs de l'ordre de (7,75), et (7,55) successivement pour le mois de décembre.

Le deuxième prélèvement (février), le pH est légèrement basique dans la station 1 en surface (7,14) qu'en profondeur (7,24), également pour la station 3 (7,29) en surface et (7,23) en profondeur.

Le pH de la station 4 est légèrement acide en surface (5,75) et en profondeur (6,34), identique à la station 2 en profondeur (6,70).

C'est en raison de ces résultats que la teneur en Pb est plus basse dans la station 4 pour les deux prélèvements.

Cela peut être expliqué par une solubilité du métal en raison de l'acidité du pH du sol. D'après les analyses statistiques, nous avons constaté une corrélation positive parfaite entre le pH et les teneurs de décembre ($r = 1$).

De fortes corrélations enregistrées dans la surface et la profondeur des stations au moins au mois de février ($r = 0,75$), ($r = 0,52$) respectivement

- La Capacité d'échange cationique (CEC) :

La concentration maximale d'éléments traces métalliques qu'un sol peut contenir devrait être en fonction de sa capacité d'échange cationique c'est à dire de sa capacité de retenir les ions des métaux lourds (Webber et Singh, 1999).

- Selon les mêmes auteurs, la capacité d'échange cationique augmente avec la teneur en argile du sol, il est logique donc que les concentrations maximales des métaux soit plus élevées dans le cas du sol à texture fine (comme argile et limon argileux) que dans les sols à textures grossières comme le sable.

- Les résultats de notre étude, font apparaître une faible variation de la capacité d'échange cationique au niveau des 4 stations.

Au niveau des surfaces, nous avons enregistrés presque la même valeur de C E C dans les stations 1, 2 et 4 (130 méq/100g, 140 méq /100 g et 145 méq/100 g)

respectivement, sauf à la station 3 où la valeur de C E C est plus basse (105 meq /100 g) pour le mois de décembre.

Pour le mois de février, la valeur en CEC dans les stations 2 et 3 est constante et égale à (155 meq /100 g du sol).

En profondeur, les valeurs en CEC font apparaître une grande variation entre la station 1 et 4 (155 meq / 100 g, 100 meq /100 g) également entre la station 2 et 3 (65 meq /100 g, 75 meq /100 g) concernant le mois de décembre.

Notre résultat reflète une capacité d'échange cationique à l'état normale (entre 100meq /100g et 200meq /100g).

Dans les surfaces des quatre stations pour le mois de décembre ce qui est identique pour les profondeurs des quatre stations enregistrées au cours du mois de février, par contre, une faible capacité d'échange ($CEC < 100 \text{ meq /100 g}$) est enregistrée au niveau des profondeurs des stations 2 et 3 (65 meq/100g et 75 meq/100g) respectivement (tableau 8.).

D'après la matrice de corrélation une très forte corrélation enregistrée entre la CEC et le Pb dans le premier prélèvement en surface ($r=0,93$) et en profondeur ($r=0,89$). Par contre une faible relation est enregistrée au deuxième prélèvement ($r = -0,78$ en surfaces et $r=-0,65$ en profondeur).

*** Calcaire total (CaCO_3) :**

En sol calcaire, les carbonates de calcium sont les constituants majeurs qui interviennent dans la fixation des éléments traces, soit par absorption, par précipitation d'hydroxyde ou de carbonates, ou encore par insertion dans le réseau de CaCO_3 (Perron, 1999).

Dans les sols, lorsque la valeur du calcaire est inférieure à 5% ils sont considérés légèrement pauvres en CaCO_3 , ceux-ci est le cas des stations 01,03 et 04 (3,675%, 3,918% et 0,135% respectivement), en surfaces au cours du mois de février, également pour la surface de la station 4 (0,40%) au mois de décembre.

Concernant les stations de profondeur 3 et 4 (3,378% et 0,135%) pour le mois de février. La même observation valable sur les stations 1 et 3 (2,702%, 3,783%) pour le mois de décembre.

Le calcaire est nul en profondeur de la station 4 pendant le mois de décembre.

Si la valeur de CaCO_3 est comprise entre 5% et 10%, les sols sont considérés comme peu calcaire, ce qui est le cas dans les stations de surface 1, 2 et 03 (6,756%, 5,540% et 5,81% respectivement) pendant le mois de décembre et en station 2 (5,405%)

pour le mois de février, également la aux stations de profondeur 1 et 2 (6,891%, 6,756%) successivement au cour du mois de février. La même remarque pour la station 02 (7,70%) au mois de décembre.

Nous avons enregistré un taux de CaCO_3 totalement constant entre la surface et la profondeur de la station 4 (0,135) au mois de février.

Le calcule de coefficient de corrélation montre une corrélation très forte en profondeurs au mois de décembre ($r=0,94$), contrairement avec les surfaces du même mois ($r = -0,34$). Pour le mois de février une absence de corrélation entre le CaCO_3 et le Pb($r=0,09$) est enregistrée en surface. Une corrélation négative parfaite ($r=-1$) est enregistrée en profondeur pour le même mois.

L'existence du calcaire avec des taux différents explique les variations entre les teneurs en plomb d'une station à l'autre en fonction du temps, surtout dans la station 4 pendant la période d'étude.

*** Matière organique (Mo):**

La matière organique joue un rôle important dans la mobilité des métaux lourds dans le sol (Aib, 2004).

La matière organique des sols se caractérise comme les argiles par une grande surface superficique et par son pouvoir gonflant permettant la pénétration de l'eau et la diffusion de molécules de petites tailles qui peuvent aussi se lier avec les substances humiques (Aib, 2004).

La liaison métallique à la matière organique peut être vue comme un processus d'échange ionique entre (H^+) et les ions métalliques sur les groupes fonctionnels acides (Aib, 2004).

Duthil (1970) affirme que le taux de matière organique est normal lorsqu'il est inférieur à 4 % ce qui est le cas dans les surfaces des stations 2 et 4 (3,95% et 3,08% respectivement) enregistrés pendant le mois de décembre. La même conclusion peut être faite en profondeurs des quatre stations (3,71%, 3,81%, 3,61% et 2,88%) successivement. Pour le mois de février, le taux de matière organique est considéré comme normal dans la surface de la station 4(3,48%), également en profondeur des stations 02 et 04 qui sont de l'ordre de 3,95% et 3,04% respectivement.

D'après le même auteur, lorsque les sols dépassent un taux de 4%, ils sont considérés comme humifères.

C'est le cas des surfaces des stations 1(4,35%) et 3(1,01%) en décembre. La même observation pendant le mois de février est faite dans les surfaces des stations 1(4,72%) et station 2 et 3 (4,08%, 4,35%) respectivement, qu'en dans les profondeurs des stations 1 et 3(4,28%, 4,05%).

Nous avons constaté que le taux de matière organique est toujours plus élevé en surface qu'en profondeur.

Un calcul de coefficient de corrélation entre la Mo et Pb montre une relation positive normale ($r=0,46$) en profondeur des stations pour le mois de décembre par contre une faible corrélation négative est enregistrée dans les surfaces des quatre stations ($r=-0,27$) pour décembre et ($r=-0,54$) en février et la même remarque est faite en profondeur ($r=-0,19$) pour le même mois.

Le plomb et le cadmium sont presque toujours plus abondant dans les horizons de surface que dans les horizons sous-jacent, cela est dû aux affinités particulière de plomb et de cadmium pour la matière organique et pour une large part au recyclage biogéochimique naturel (BAIZE, 2000).

C'est pour cette raison que les basses teneurs en Pb sont enregistrées dans la station 4, soit en surface ou en profondeur (72,8 ppm en surface et 115,33 ppm en profondeur) en décembre, et 85,53 ppm en surface et 121,03 ppm en profondeur en février. Ces teneurs en relation avec les basses taux en matières organique enregistrés dans la même station en surface (3,08%) et en profondeur (2,88%) en décembre, et en février le taux été à l'ordre de (3,48%, 3,04%) respectivement dans la même station.

- Teneurs en Pb :

Les teneurs les plus élevées en Pb se rencontrent dans les stations 1, 2 et 3 en profondeur et en surface durant toute la campagne de prélèvement avec : 260,70 ; 349,95 ; 205,33 ppm, respectivement pour les surfaces et 375,5 ; 469,79 ; 425,99 pour les profondeurs en mois de décembre. Même en février, les teneurs le plus élevées en Pb se rencontrent dans les mêmes stations avec : 206,15 ; 293,76 ; 395,82 pour les surfaces et 225,57 ; 220,20 ; 354,91 ppm pour les profondeurs.

Nous avons remarqué, presque dans toutes les stations que les teneurs en Pb en profondeurs sont plus importantes que dans les surfaces.

En se référant aux normes établies dans de nombreux pays (Tableau 10). Nous constatons que quelque soit la norme prise en considération, toutes les stations se trouvent fortement contaminées par le plomb, sauf la station 04 en surface.

Tableau 10:

Valeurs indicatives et valeurs tolérables des teneurs en polluant du sol (Pb), en ppm, dans 2 pays européens.

	Valeurs Indicatives	Valeurs D'investigation
France (AFNOR)	100	60
Suisse (OFEFP)	50	-

Le tableaux 10, montre que toutes les stations se caractérisent par de fortes teneurs en Pb surtout dans les horizons de profondeurs(20-50 cm), constatant avec des concentrations un peu plus faibles mesurées dans les horizons de surfaces (0-20 cm) .

Les teneurs relativement élevées en (Pb) dans les stations 1,2 et 3 ne peuvent s'expliquer que par les apports importants de déchets. En effet, 103 tonnes de déchets sont déposés journalierement dans la décharge (Inspection de l'environnement de Jijel).

Dans un sol, des quantités relativement élevées de tel ou tel métal lourd ne sont pas nécessairement la conséquence d'une pollution anthropique. Elles peuvent provenir de teneurs élevées dans la roche mère (GOBAT et al, 2003).

Le Pb presque dans tout l'échantillon présenté de grandes concentrations en profondeur qu'en surface. On peut supposer alors que : le plomb à une origine géogène (fond pédo-géochimique).

Il peut aussi correspondre à un état naturel qu'à une contamination ayant migré en profondeur (BAIZE, 1997). Les fortes teneurs en surface mais continuant de croître avec la profondeur sont plutôt un argument pour une origine géogène donc naturelle (BAIZE, 2000).

Les éléments traces métalliques présents dans les sols peuvent être d'origine lithogéochimique, en relation avec la composition des matériaux d'origine, et/ou anthropique (Becquer et al, 2005)

Figure 3 : Valeur du pH (en surface), en fonction du temps.

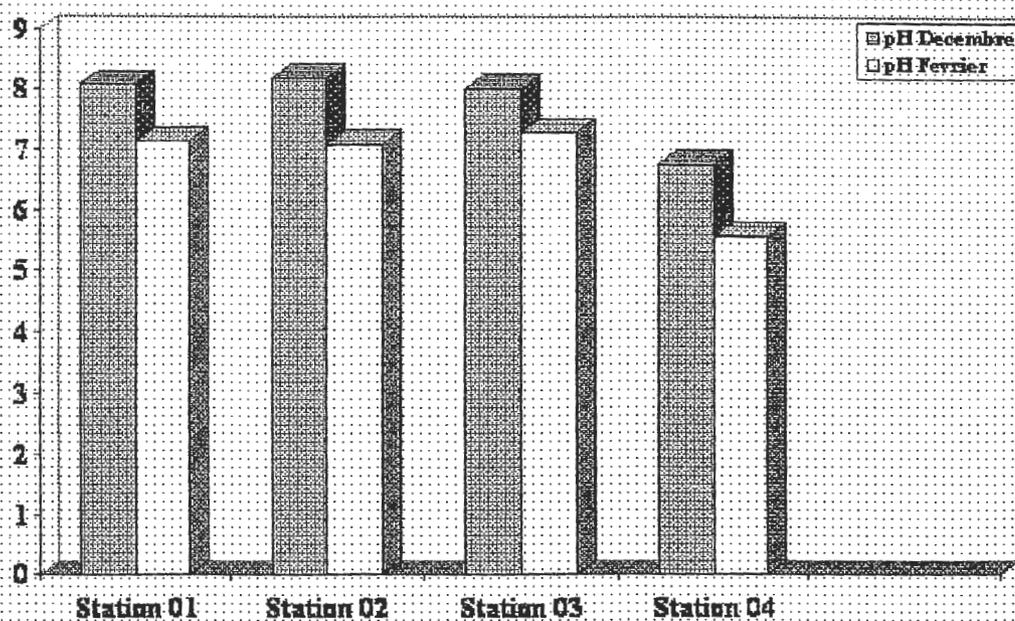


Figure 4 : Valeur du pH (en profondeur), e, fonction du temps.

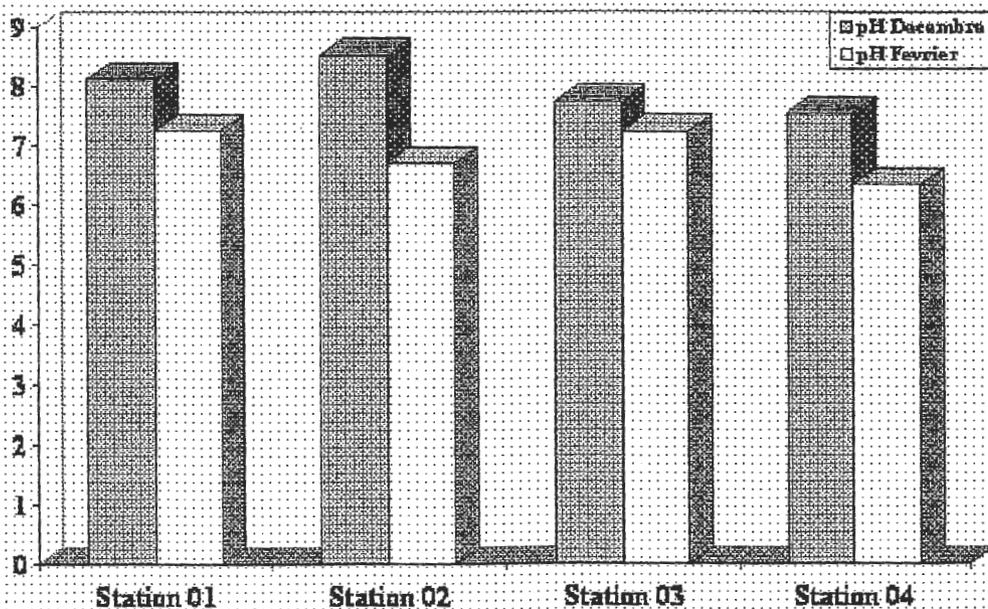


Figure 5 : Valeur du CE (en surface), en fonction du temps.

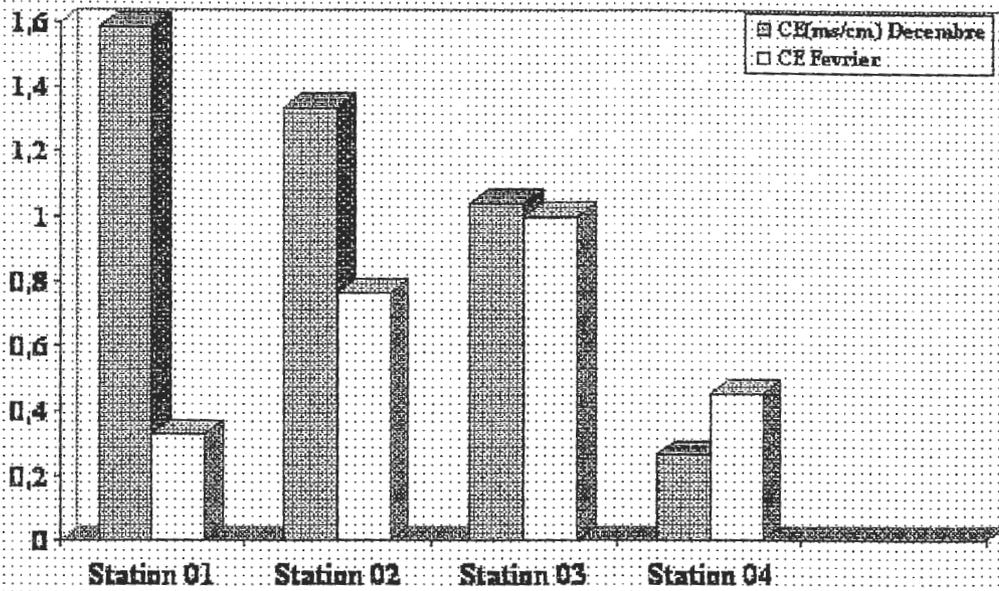


Figure 6 : Valeur du CE (en profondeur), en fonction du temps.

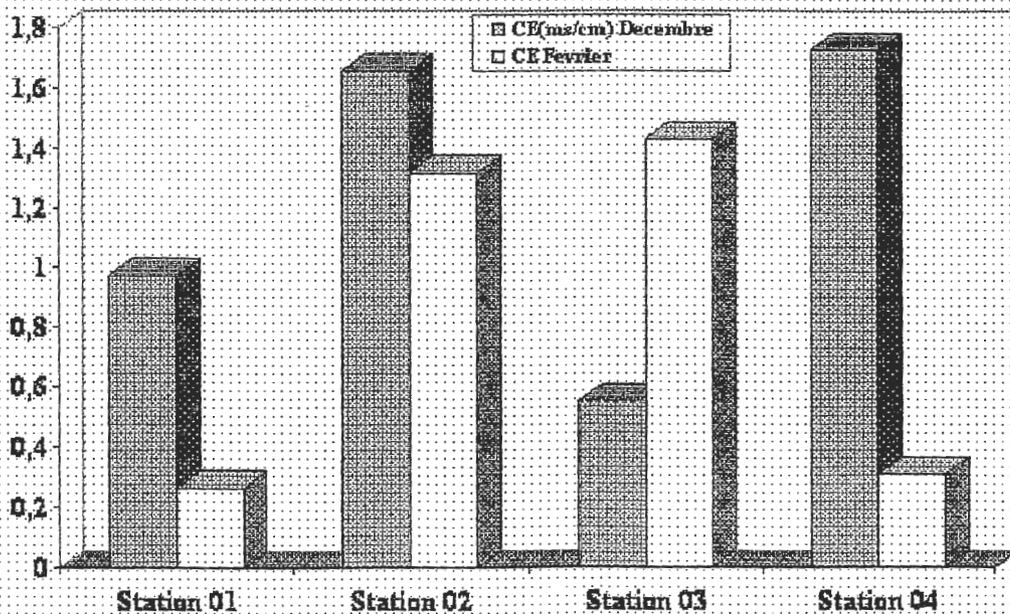


Figure 7 : Valeur de densité apparente (g/cm^3) (surface) en fonction du temps

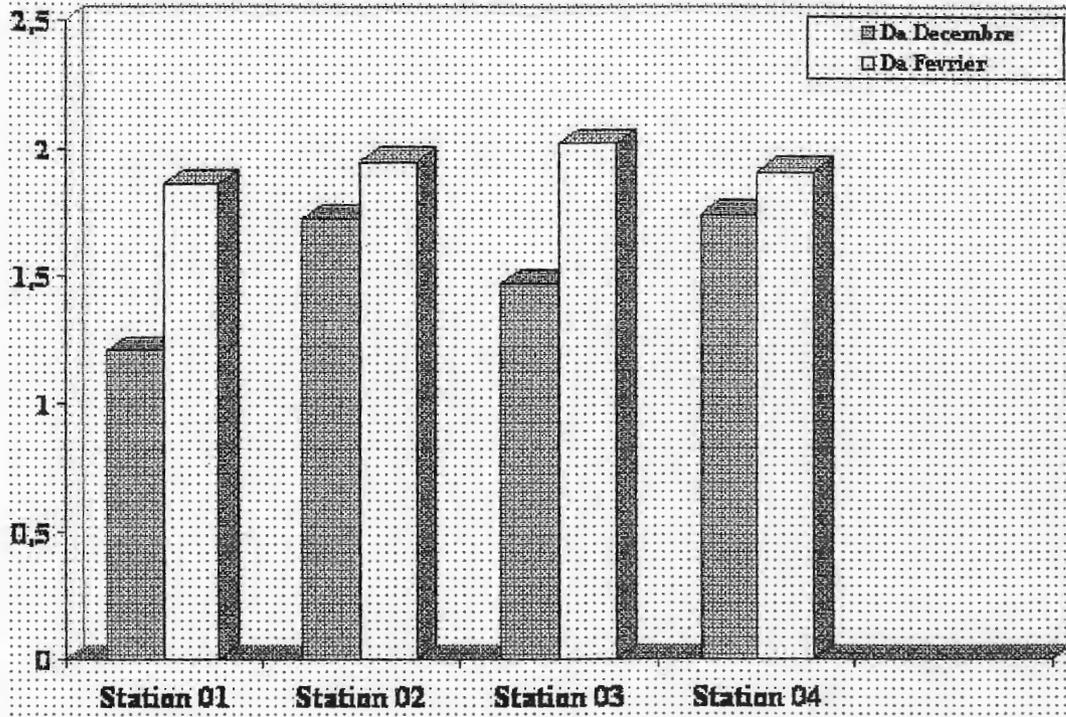


Figure 8 : Valeur de densité apparente (g/cm^3) (en profondeur) en fonction du temps

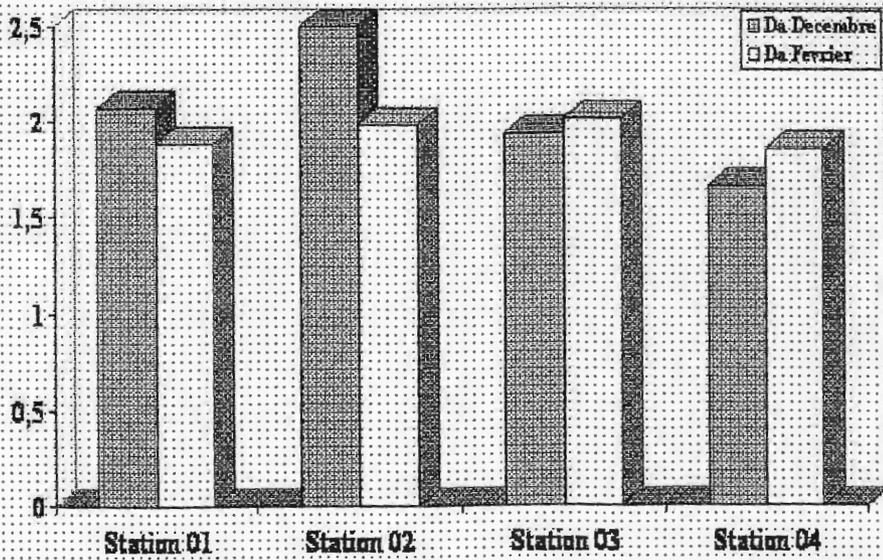


Figure 9 : Valeur de capacité d'échange cationique(meq/100g) (surface) en fonction du temps.

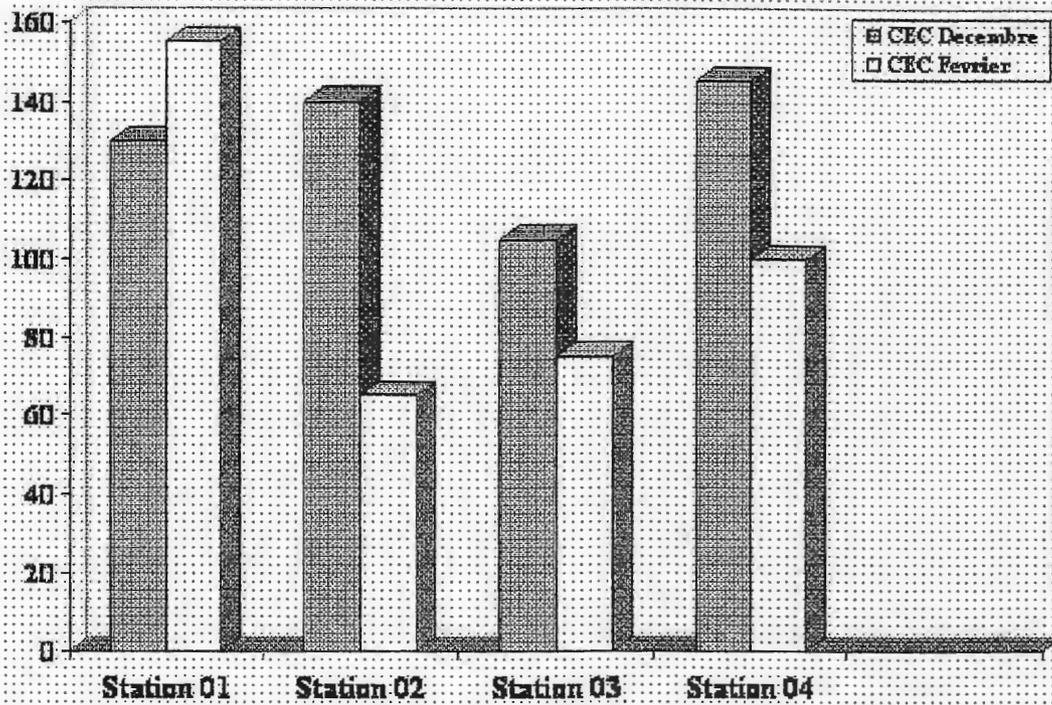


Figure 10 : Valeur de capacité d'échange(meq/100g)(en profondeur) en fonction du temps.

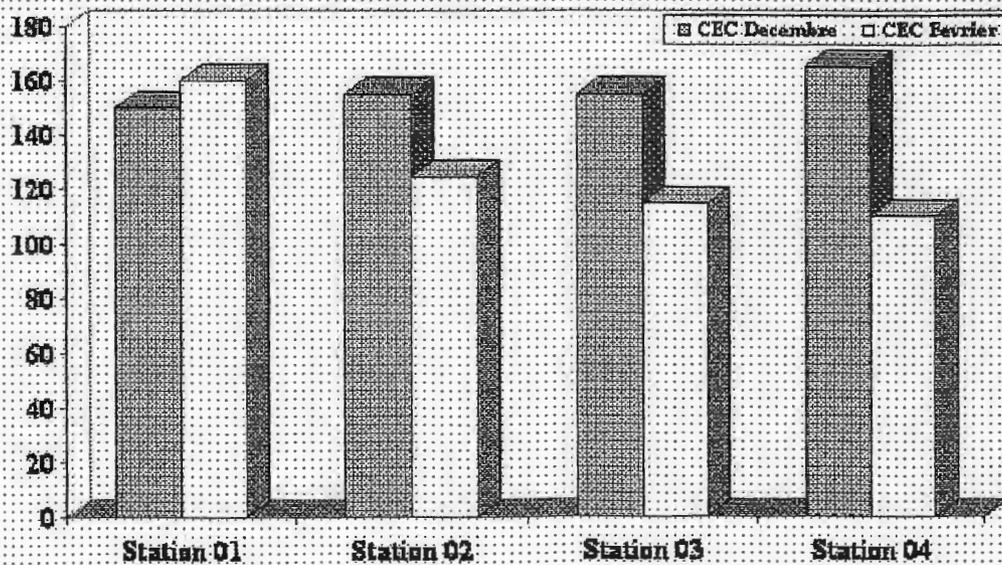


Figure 11 : pourcentage en matière organique(%) (en surface) en fonction du temps.

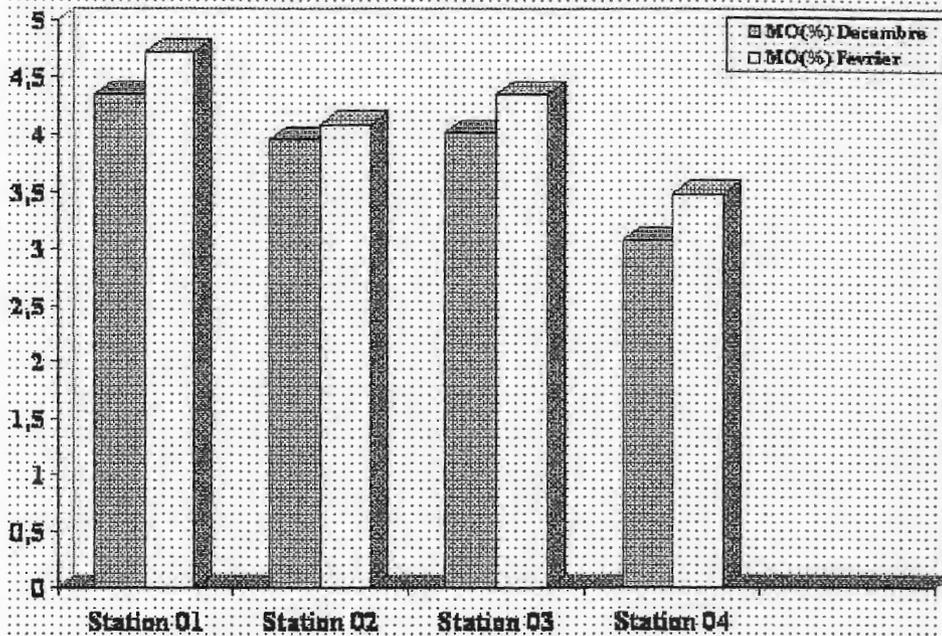


Figure 12 : Pourcentage en matières organique(%) (en profondeur) en fonction du temps

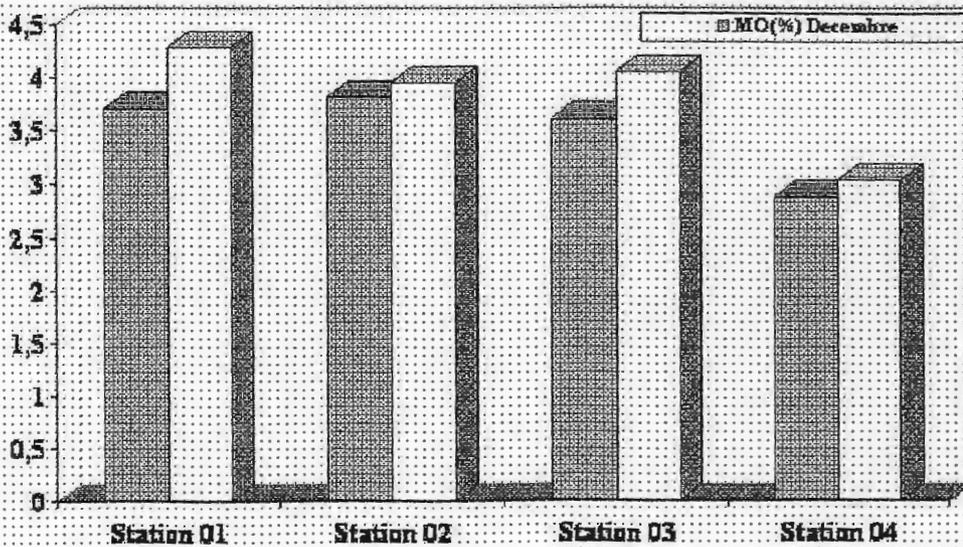


Figure 13 : valeur de calcaire totale (%) (surface) en fonction du temps.

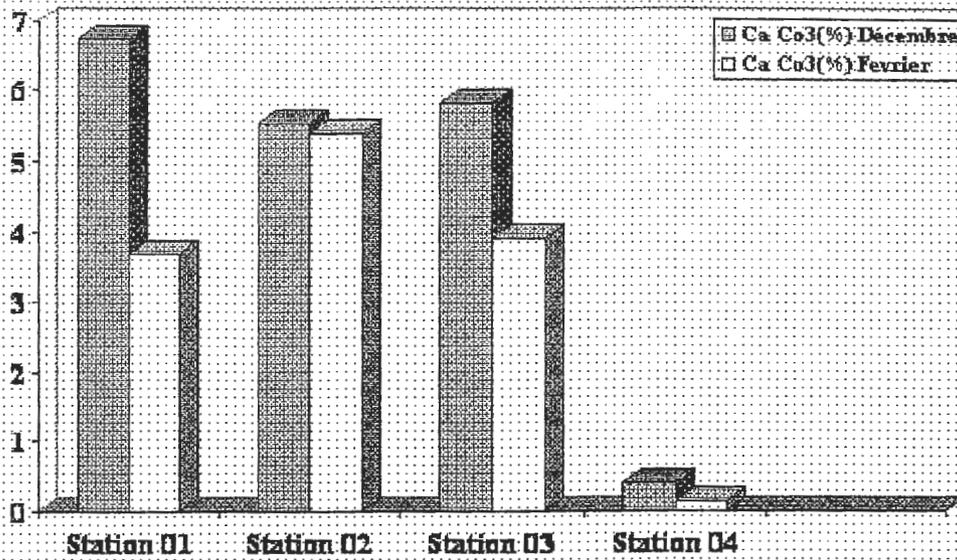


fig14: Valeur de calcaire totale(%) en fonction du temp et de profondeur .

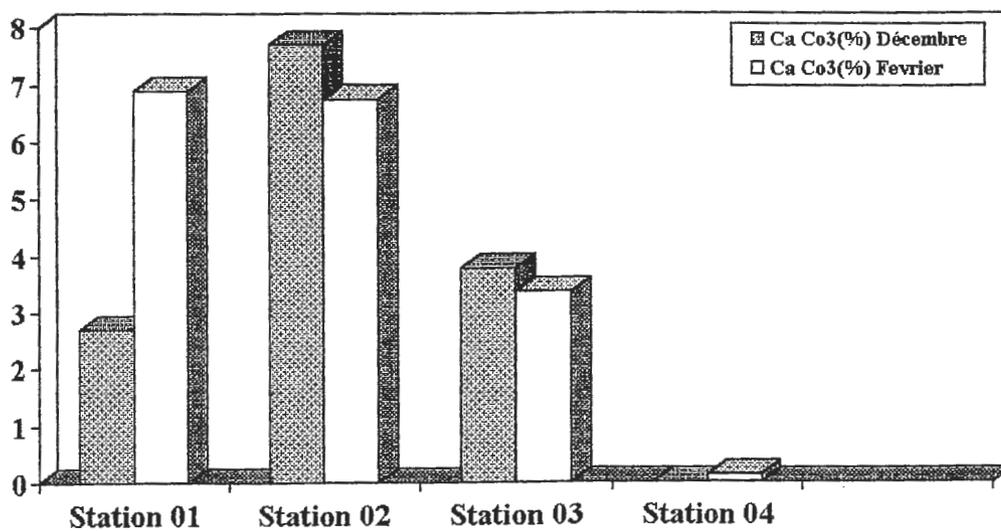


Figure 15 : teneurs totales en plomb (ppm)(en surface) en fonction du temps

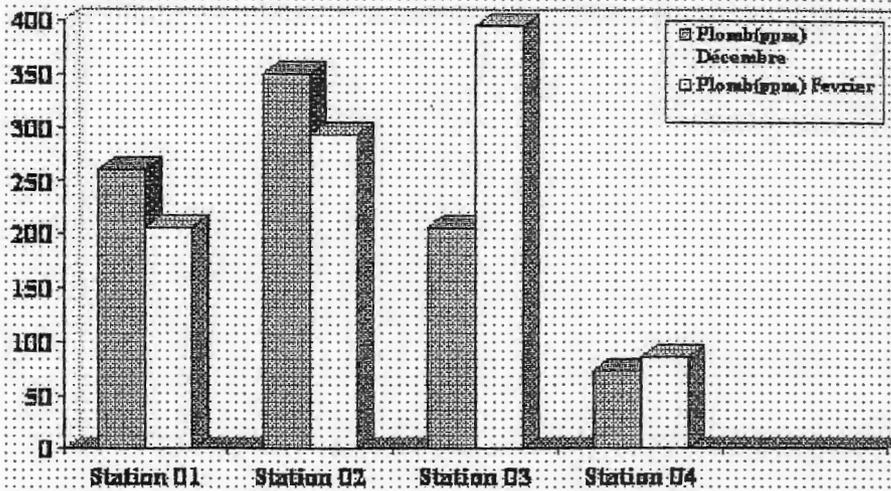
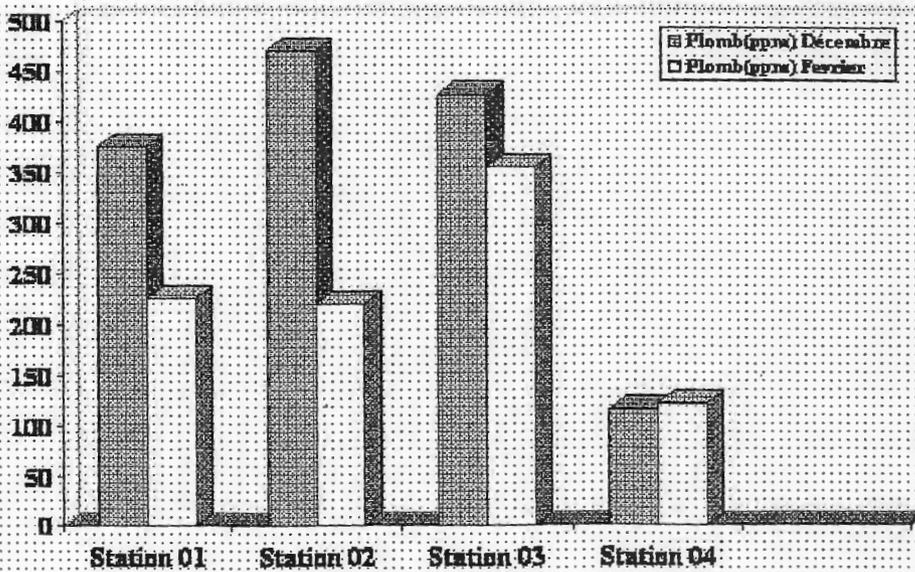


Figure 16 : teneurs totales en plomb (ppm)(profondeur) en fonction du temps.



CONCLUSION

Les résultats aux quels nous avons abouti, nous ont permis de tirer les conclusions suivantes :

- A l'exception de la station 4, une forte contamination au niveau de la décharge est enregistrée dans les stations 1, 2, et 3.
- A travers cette étude, nous avons également appris que pour déterminer le degré de contamination d'un sol, il ne suffit pas de confronter ses résultats à des valeurs seuils d'une réglementation ou à autres références, et sur cette base confirmer ou infirmer une contamination.

Les travaux de BAIZE D (1997 b) démontre bien que ces valeurs ne peuvent servir que de « signal d'alerte » au dessus du quel une investigation plus détaillée est nécessaire.

A titre d'exemple les valeurs de 85 ppm de Pb inférieure à la norme AFNOR (100 ppm) est considéré comme ne devent poser aucun problème.

Pour BAIZE. D (1997 b) ce raisonnement est fallacieux et il démontre que 85 ppm (Pb) est dans la plus part des types des sols, indice de contamination nom négligeable car ayant une origine anthropique

En effet la distribution, à quelques exceptions prés, d'élément (Pb) semble stable et homogène en fonction du temps, de l'espace et des profondeurs, de même que l'influence des facteurs du milieu, susceptible d'agir directement ou indirectement sur la solubilisation et la mobilité des éléments traces, tel que : pH, teneur en matière organique, calcaire.

- Les coefficients de corrélation positifs ou significatifs entre les facteurs du milieu (pH , CEC pour le premier prélèvement , la densité apparente et la conductivité électrique) et les coefficients de corrélation négatifs nom significatifs entre les facteurs du milieux (MO , CEC pour le deuxième prélèvement , Ca Co₃) confirme cette hypothèse.

- Les fortes teneurs en (Pb) enregistrées dans les stations 1,2.et 3 situées aux sein de la décharge , et plus précisément dans l'horizon de surface , à cause des déchets déposés en permanence.

- Nous avons enregistré des fortes teneurs en Pb en profondeur qui explique une origine géogène donc naturel.

- Les teneurs en plomb des fonds- pédo – géochimique peuvent être extrêmement variable d'un sol à l'autre.

Il est indispensable de bien différencier la part des éléments traces métalliques qui est naturelle (géogène), constituant le fond pédo – géochimique local, de celle qui résulte de contaminations) d'origine humaine (anthropogène.).

- Les métaux provenant d'apports anthropiques sont présents sous des formes chimiques assez réactives et entraînent de ce fait des risques très supérieurs aux métaux sous de formes relativement inertes.

- La situation critique de la décharge actuelle de Mazghitane, nécessite de l'autorité de crier un projet de réhabilitation et proposition d'assainissement relativement simple (exemple : phytoremédiation) pour garantir la médiation du terrain tout en assurant la continuité d'exploitation et un équilibre environnemental.

- Les autorités compétentes de la ville de Jijel ont construits une nouvelle décharge contrôlées, située au niveau de Beni – Ahmed, pour remplacer l'ancienne décharge sauvage de Mazghitane, et de ce fait diminuer les risques enjondrer par cette dernière.

ANNEX I

Matrices de corrélation:

A: mois de décembre -surface-

B: mois de décembre -profondeur-

C: mois de février -surface-

D: mois de février -profondeur-

		Pb	pH	Mo	CE	CEC	Ca	Da
A	Pb	1,00						
	pH	1,00	1,00					
	Mo	-0,27	-0,26	1,00				
	CE	0,43	0,43	0,75	1,00			
	CEC	0,93	0,93	0,10	0,73	1,00		
	Ca	-0,34	-0,33	1,00	0,70	0,03	1,00	
	Da	0,60	0,60	-0,93	-0,46	0,27	-0,96	1,00

		Pb	pH	MO	CE	CEC	Ca	Da
B	Pb	1						
	pH	0,48	1,00					
	MO	0,46	1,00	1,00				
	CE	0,58	0,99	0,99	1,00			
	CEC	0,89	0,02	0,00	0,14	1,00		
	Ca	0,94	0,76	0,74	0,83	0,67	1,00	
	Da	0,69	0,97	0,96	0,99	0,28	0,90	1

		Pb	pH	MO	CE	CEC	Ca	Da
C	Pb	1,00						
	pH	0,75	1,00					
	MO	-0,54	0,15	1,00				
	CE	0,98	0,59	-0,70	1,00			
	CEC	-0,78	-0,18	0,95	-0,90	1,00		
	Ca	0,09	-0,59	-0,89	0,29	-0,69	1,00	
	Da	0,99	0,67	-0,63	1,00	-0,85	0,20	1,00

		Pb	pH	MO	CE	CEC	Ca	Da
D	Pb	1						
	pH	0,52	1					
	MO	-0,19	0,74	1				
	CE	0,54	-0,44	-0,93	1			
	CEC	-0,65	0,32	0,87	-0,99	1		
	Ca	-1,00	-0,46	0,25	-0,60	0,70	1	
	Da	0,65	-0,31	-0,87	0,99	-1	-0,70	1

ANNEXE II

1. Modes opératoires des paramètres étudiés :

1.1. La matière organique : (Méthode de Walkley & Black)

- Introduire 1g de terre sèche dans un erlenmeyer de 500 ml.
- Ajouter 10 ml de dichromate à la burette et 20 ml d'acide sulfurique à l'éprouvette. Agiter pendant 1 minute et laisser reposer durant 30'.
- Ajouter 200 ml d'eau distillée, puis 10 ml d'acide phosphorique à l'aide d'une pipette munie d'une poire propipette. Compléter d'un ml d'indicateur.
- Titrer avec la solution de FeSO_4 (dans une burette de 50 ml). Le virage est atteint quand la couleur change du violet au vert.
- Faire en double et un essai à blanc (mêmes opérations en absence du sol).

Calculs :

L'équation est la suivante : $M.O\% = 4 \times 1.725(a - b) / a$

A = volume en ml de la solution FeSO_4 ajoutée au blanc ;

B = volume en ml de la solution FeSO_4 ajoutée au sol.

1.2. Mesure de la conductivité : (conductomètre électronique)

- Peser 10g de terre tamisée (2mm) dans un bécher de 100ml et ajouter 50ml d'eau distillée exactement mesuré.
- Agiter 2 minutes sur agitateur magnétique.
- Laisser reposer 1/2 heure.
- Passer les solutions d'étalonnage de la cellule en notant la température.
- Effectuer les mesures de la conductivité en notant la température.

1.3. Mesure du pH :

Le pH exprime l'acidité du sol. Sa mesure se fait à l'aide d'un pH-mètre à électrode dans une suspension de sol et d'eau distillée dont les propriétés sont 1/ 2.5.

1.4. Détermination de la densité apparente :

- Peser une motte de terre sèche dans un verre de montre(P1).
- Attacher la motte à un fil de 30cm de longueur, faire cette opération au-dessus du verre de montre.

- Plonger la motte dans la paraffine liquide. La paraffine doit- être assez liquide pour qu'elle puisse soigneusement enrober la motte entière, mais assez froide pour qu'elle se fige directement au contact de la surface (environ 40°C). L'immersion doit- être de courte durée car autrement l'air de la motte s'échauffe trop et se dilate en créant des cavités entre le film et la motte.
- Peser le verre de montre avec les particules de terres détachées (P₂).
- Peser la motte de terre enrobée de paraffine (P₃).
- Peser la motte sous eau : la motte de terre est suspendue dans un bécher d'eau qui repose sur une balance ; la différence de poids entre le bécher d'eau avec la motte immergée et le bécher d'eau est égale à la force ascendante selon la loi d'Archimède(P₄).

Calcul :

Densité apparente de la motte sèche : $d_a = P_m / V_m$.

Poids de la motte : $P_m = P_1 - P_2$.

Volume de la motte : $V_m = V_m' - V_p$.

1.5. Mes.ure de la C.E .C :

Mettre 10ml de la solution du sol. Ajouter 10ml de NaOH et 190ml d'eau distillée, plus quelques gouttes de phénol phthalien dans un ballon d'un litre, met le dans un chauffe-ballon. Dans le bécher de collection, mettre 40ml d'acide borique plus quelque gouttes d'indicateur de Tachiro, dans la colonne de titration, on met la solution de H₂SO₄.

Au moment ou le virage de la couleur du violet vers le vert est effectué. On commence la titration par H₂ SO₄, puis on applique la formule de calcul suivante :

$$T = (V_2 - V_1) \times C \times 50 \times 2 \times 100 / m \times V$$

V₂ : volume de témoin.

V₁ : volume de l'échantillon.

C : concentration de H₂ SO₄ = 0.025 mol/l.

m : prise d'aisai = 1g du sol.

V : prise d'aisai = 10ml de la solution du sol.

1.6. Préparations des extraits de sol :

L'extraction est faite avec l'eau régale dont le grand pouvoir de dissolution est du à l'effet combiné d'un acide oxydant HNO₃ et des ions Cl⁺ complexant (HCl)

Cette méthode permet aussi la détermination de la quantité totale de toute une série d'éléments traces métalliques (ETM).

Le procédé d'extraction décrit par (Hoening et al, 1979), consiste à ajouter à 1g de sol séché et tamisé(2mm) 10ml d'eau régale(3parts d'HCl concentré+ 1part de HNO₃ concentré) dans un erlenmeyer rodé de 250 ml fixé sous réfrigérant et chauffé jusqu'à ébullition pendant 2 heures au bain-marie. Après refroidissement et rinçage du réfrigérant par quelques ml d'eau déminéralisée, le contenu de l'erlenmeyer est filtré sur papier filtré sans cendre, lavé au acides à vitesse moyenne de filtration dans des fioles de 50ml puis compléter jusqu'au trait de jauge avec de l'eau distillée.

Références bibliographiques

FRANK, C. Lu., 1992.

Toxicologie: Données générales-Procédures d'évaluation. Organes cibles.

Ed. Masson, Paris ; 361p.

CEZARD.C., HAGUENOER.J-M. ,1992.

Toxicologie du plomb chez l'homme. 350p.

BLIEFERT C. ;PERRAUD R.,2001.

Chimie de l'environnement.

Ed. de boeck, 463p.

MORLOT M., 1996.

Aspects analytiques du plomb dans l'environnement.

Ed. Lavoisier, Paris, 481p.

BOUCHEREAU J.M., 1992.Estimation des émissions atmosphériques de métaux lourds en France pour le chrome,le cuivre,le nickel,le plomb et le zinc. Rapport CITEPA.

ROUSSEAUX P., 1988.Les métaux lourds dans les ordures ménagères : origines, formes chimiques, teneurs. Rapport CCE-Ministère de l'environnement-ANRED.

SCHELL B., 1992.Comportement des métaux lourds dans les fumées des incinérateurs de déchets. 57p.,Rapport de stage,Master Européen en Ingénierie pour l'Environnement, Université de Savoie,Chambéry.

ROBERT M., 1996.

Le sol :interface dans l'environnement,ressource pour le développement.

Ed.Masson.244p.

GOBAT J-M., ARAGNO M., MATTHEY W.,2003.

Le sol vivant. Ed. Presses polytechniques et universitaires romandes.571p.

DUCHAUFOR PH.,1997.

Abrégé de pédologie :sol-végétation-environnement.

Ed. Masson. 287p.

ANONYME., 2005: Encyclopédie collection Encarta.

RAMADE F.,2003.

Dictionnaire Encyclopédie d'Ecologie et de l'environnement.

O.N.M.,2005.

Données météorologiques.2004-2005.

BENFRIDJA L.,1999.

Contribution a l'évaluation des teneurs totales en plomb et zinc des sols situes sur le site de la décharge publique (Ain-Smara)(Impact de la décharge).

Mém. Ing. En écologie. Option Pathologie des écosystèmes. Univ. Constantine,71p.

PANSU M.,1998.

L'analyse du sol.Ed.Masson.497p.

JOLLANDS D., 1994.

Les ressources, les énergie.Ed.Larousse.64p.

LECOMTE P.,1998.

Les sites pollués : traitement des sols et des eaux souterraines.

Ed.Lavoisier.204p.

HARE T. ;DELCOIGNE C.,1996.

Le danger des déchets toxiques. Ed. Gamma. 32p.

FAURIE C., FERRA C., MEDORI P., DEVANE J. , HEMPTINNE J.L.,2003.Ecologie. approche scientifique et pratique.5 édit. Ed. Lavoisier. 439p.

LEONARD A., 1990.

Les mutagènes de l'environnement et leurs effets biologiques.

Ed. Masson. 262p.

BAIZE D., 2000.

Teneurs totales en métaux lourds dans les sols français.

Publication liée au programme INRA-Aspited. Ed. INRA Paris.

LAIB E., 2003.

Evaluation de la contamination de l'eau, des sédiments et des plantes par les effluents résiduels de la tannerie de Jijel.

Thèse Magister. Univ. Jijel.

KABATA-PENDIAS A. ; PENDIAS H., 1984.

Trace elements in soils and plants. CRC Press, 315.

ANDERSSON A.& KONILSSON K.O., 1974.

Influence of lime and soil pH on Cd availability to plants.

Ambio. 3(5). 189-200.

AUTISSIER N., 1983.

Nutrition et hygiène alimentaire. Eléments métalliques dans les aliments.

Lyon Pharmaceutique. pp 87-90. France.

CHRISTENSEN H., 1984.

Cadmium sorption at low concentrations: II, Reversibility, effect of changes in solute composition and effect of soil aging.

W.A.S.P.21,115-125.

**COTTENIE A., VERLOO M., KIENKENS L., CAMERLYNCK R.,
VELCHE G& DHAESE A, 1979.**

Essential and non-essential trace elements in the system soil-water-plant.

Lab. anal. Agrochemistry, R.U.G., Ghent, 75p.

DIEHEL R.,1975.

Agriculture générale.

Ed. J. B Baillière, Paris,369p.

ELLIOTT H.,LIBERATI R. M.& HUANG C.P.,1986.

Competitives adsorption of heavy metals by soils.

J. Environ. Gual. 15(3),214-219.

COULLERY P., 1997.

Comportement de métaux lourds en agrosystèmes tempérés à faible taux de pollution métallique. Thèse d'état. Ecol-poly. fed.Lausanne. Suisse, 139p.

DERRACHE R., 1986.

Toxicologie et sécurité des aliments.

Ed. Lavoisier. pp 160-178 , Paris.

IMPENS R., 1974.

Présence de plomb dans l'environnement.

Annales de Gembloux, pp 173-183, Gembloux.

IMPENS R., DELCARTE E., MATHY P., PIRET T.,1979.

Voies de transferts d'éléments traces non essentiels dans les systèmes sol-air-plante.

Bull. Soci. Belge de pédologie (3) p311-323. Gand.

KIEKENS L., VERLOO M et COTTENIE A.,1983.

Behaviour and biological importance of trace elements in soil.

Lab. Anal. Agrochemic. State university, pp 3-24, Ghent, Belgium.

PURVES D., 1967.

Contamination of urban garden soils with copper, boron and lead.

Plant and soil, 26: 380-382.

PURVES D.,1970.

Enhancement of trace element content of cabbage grown in urban areas.

Plant and soil, 33: 483-485.

ROMEO M.,1991.

Toxicologie des éléments traces dans l'environnement marin.

Océanis, Vol. 17, Fasc. 4.

SAHRAOUI R., 1999.

Etude de l'impact de l'irrigation des sols par les eaux résiduaires.

Thèse magister. Chimie de l'environnement, 157p.

TIETGEN C. ,1975

Principal problems of the soils bulletin use of city wastes for crop production.

F.A.O.(25), 221-226.

TILLER K. G., GERTH J.& BRUMMER G., 1984.

The affinities of Cd, Ni and Zn for different soil lay fractions and goethite.

Geoderma, 34: 17-35.

VERLOO M., 1974.

Influence of soil organic matter on the bihaviow of heavy metals in soils and sediments.

Lab. anal. agrochemistry, R.U.G., Ghent, pp 7-22. Ghent, Belgium.

ZAABOUB D.,1992.

Effet de l'irrigation par les eaux usées sur quelques propriétés physico-chimiques du sol et risque de pollution.

Mém. Ing. Agronome, univer. de batna, 50p.

GILLET R., 1985.

Traité de gestion des déchets solides. 397p.

DIRECTION DE L'ENGIGNEERING, 1996.

Etude de la protection de la plate- forme , document interne.

Lab. d'Etudes maritimes.

INSPECTION DE L'ENVIRONNEMENT,2002.

Phase A : bilan diagnostique de la décharge publique actuelle,document interne.

LISTE DES TABLEAUX

- Tab. 1 :** Classification de quelques métaux lourds selon leur densité et leur toxicité.
- Tab. 2 :** Relevé pluviométrique et thermique au niveau de Jijel pendant la période de Prélèvement
- Tab. 3 :** Moyenne mensuelles (2004-2005) de la vitesse du vent au sol (m/s). Station de Jijel.
- Tab. 4:** Les résultats du tri manuel effectué au niveau de la décharge.
- Tab. 5:** % des particules granulométriques.
- Tab. 6:** % du calcaire total et de la matière organique.
- Tab. 7:** Teneurs totales en Pb en fonction du temps, de l'espace et de la profondeur.
- Tab. 8:** Principales caractéristiques physico-chimiques des différentes stations.
- Tab. 9:** Les classes texturales obtenues à partir de la projection des stations. I et IV.
- Tab. 10 :** Valeurs indicatives et valeurs tolérables des teneurs en polluant du sol(Pb), en (ppm), dans 2 pays européens.

LISTE DES FIGURES

- Fig. 1 :** Carte de situation de la décharge actuelle de Mazghitane.
- Fig. 2 :** Diagramme ombrothermique de gaussen de la région de Jijel (mars2004-fevrier2005).
- Fig. 3 :** Valeur du pH(en surface), en fonction du temps.
- Fig. 4 :** Valeur du pH(en profondeur), en fonction du temps.
- Fig. 5 :** Valeur du CE(en surface), en fonction du temps.
- Fig. 6 :** Valeur du CE(en profondeur), en fonction du temp.
- Fig.7 :** Valeur de densité apparente(g/cm³)(surface) en fonction du temps.
- Fig. 8 :** Valeur de densité apparente(g/cm³)(en profondeur) en fonction du temps.
- Fig.9 :** Valeur de capacité d'échange (meq/100g)(en surface) en fonction du temps.
- Fig.10 :** Valeur de capacité d'échange(meq/100g)(en profondeur) en fonction du temps.
- Fig.11 :** pourcentage en matière organique(%)(en surface) en fonction du temps.
- Fig.12 :** pourcentage en matière organique(%)(en profondeur) en fonction de temps.
- Fig.13 :** Valeur de calcaire totale(%)(surface) en fonction du temps.
- Fig.14 :** Valeur de calcaire totale(%)(en fonction du temps et de profondeur).
- Fig.15 :** Teneurs totales en plomb(ppm)(en surface) en fonction du temps.
- Fig.16 :** Teneurs totales en plomb(ppm)(profondeur)en fonction du temps.

Thème

CONTRIBUTION A L'EVALUATION DES TENEURS TOTALES EN
PLOMB DES SOLS SITUES SUR LE SITE DE LA DECHARGE PUBLIQUE
DE MAZGHITANE (IMPACT DE LA DECHARGE)

Noms et Prénoms des étudiantes :
BOUZIANE Ahlam
KAOULA Samia

Date de soutenance :
Le 04/07/2005

Résumé

Beaucoup de questions ont été soulevé concernant la décharge publique de Mazghitane ; au point que les autorités n'ont pas trouvé mieux que de la fermer, et la transférée à une décharge contrôlée qui se situe à Bni-Ahmed, en vue de réalisation. Notre travail sur la décharge et son impact sur les sols environnants à abouti aux conclusions suivantes :

- de fortes teneurs en plomb, ont été rencontrées sur le sol de la décharge publique.
- Le problème qui se pose est surtout un problème lié beaucoup plus à sa remédiation, après sa fermeture.

Mots clés : sol , décharge , les métaux lourds , le plomb , la contamination.

Abstract :

A lot of questions have been raised concerning the public discharge of Mazghitane ; to the point that authorities didn't find better, than to close it and transferred it to a controled discharge that is located to Bni-Ahmed is in view of realization. Our work on the discharge and her impact on the surrounding soils to succeeded to the following findings :

- strong contents in lead have been met on the soil of the discharge.
- The problem that puts is aspecially himself, a problem bound a lot more to her treatment after her closing.

Key words: soil , discharge , lead , contamination.

ملخص :

كثير من التساؤلات ، أثيرت بخصوص المزبلة العمومية بمزغيطان ، المسؤولون لم يجدوا أحسن من غلقها و نقلها إلى مكان آخر مهياً في طور الإنجاز بنواحي دائرة بني أحمد . عملنا على الموقع أدى بنا إلى الاستنتاجات التالية :

- كمية كبيرة من الرصاص موجودة في تربة المزبلة .
- المشكلة المطروحة هي معالجة المزبلة العمومية بعد غلقها .

الكلمات المفتاحية : التربة ، قمامة ، معادن ثقيلة ، الرصاص ، التلوث .