

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE



Université de BLIDA 1



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Biologie des Populations et des Organismes

Mémoire de fin d'Etudes en vue de l'obtention du Diplôme de Master 2

Option : Biodiversité et Développement Durable

Thème

**Impacts des émissions atmosphériques de la
cimenterie de Meftah sur les écosystèmes
environnants.**

Présenté par :

M^{elle} SEFFAR Manel

&

M^{elle} BENHAJ DJILLALI Sabah

Soutenu le : 29 octobre 2015

Devant le jury composé de:

M ^{me} . AMARA N.	M.A.A	BPO-USDB 01	Présidente
M ^{me} . KHETTAR S.	M.A.A	BPC-USDB 01	Examinatrice
M ^{me} . RADI N.	M.A.A	BPO-USDB 01	Promotrice

Promotion : 2014/2015

Remerciements

Nous exprimons d'abord notre profond remerciement à Allah qui nous a donné le courage et la volonté d'achever ce travail.

Nous tenons à remercier M^{me} OUADAH N., Chef d'option « Biodiversité et développement Durable ».

Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements à notre promotrice **Mme RADI.N « M.A.A » à l'université de Blida 01** pour son encadrement scientifique et sa disponibilité, ses conseils, le suivi et l'orientation dont nous avons pu bénéficier.

Nous tenons à remercier également Mme **AMARA.N « M .A .A » à l'université de Blida 01** pour avoir accepté de présider le jury .

Nous exprimons nos profonds remerciements à **Mme KHETTAR.S « M.A.A » à l'université de Blida 01** qui nous a fait l'honneur d'accepter de juger notre travail.

Nos vifs remerciements vont à Mme la Directrice Générale du Centre de Toxicologie CNT sans oublier les ingénieurs de laboratoire.

Nous remercions la Directrice de laboratoire du Bureau National d'Etudes pour le Développement Rural (**BNEDER**).

Nous remercions le Directeurs du Centre de Recherches Scientifique et Technique en Analyses Physico-Chimiques CRAPC ainsi que tout le personnel du centre surtout les ingénieurs.

Nous remercierons **Mr Hammouche K** Directeur du Service Formation et Environnement **SCMI Meftah** pour sa disponibilité, sympathie et sa précieuse aide.

Nous remercions également les bibliothécaires de la faculté des sciences de la Nature et de la Vie. (Université de Blida01)

Nous remercierons tous ceux et toutes celles qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce travail.

Et surtout, nous n'oublions pas nos parents pour leur contribution, leur soutien et leur patience.

Dédicace

C'est avec respect et gratitude que je tiens à exprimer toute ma reconnaissance et ma sympathie à :

A mes **chers parents** qui sont et qui seront un symbole de courage, qui m'ont non seulement accompagné durant toutes les étapes de ma vie, mais aussi guidé et encouragé à être ce que je suis, avec tant d'amour

A mes adorable frère **Med-lamine, Bilal, Mahdi** pour leur aide, soutien et encouragements

A mes chers **oncles** et mes très chères **tantes** pour leurs prières et encouragements

A mes **grands-mères**

A mes adorables **cousins** et **cousines**

A tous mes camarades de la promotion 2015

Ainsi, qu'a tous ceux qui ont contribué de loin ou de près à la réalisation de ce travail.

Liste des Abréviations

AFNOR : Association Française de Normalisation

ANRH : Agence Nationale des Ressources Hydraulique

BNEDER : Bureau National des Etudes de Développement Rural

C% : Carbone total

CEC : Capacité d'échange cationique

CRAPC : Centre de Recherche Scientifique et Technique en Analyses Physico-Chimiques

ETM : Eléments traces métalliques

FAO : Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture

MO : Matière organique

NAF : fluorure de sodium

ONM : Office national de la météorologie

SAA : Spectrométrie d'absorption atomique

SCMI : Société des Ciments de la Mitidja

Liste des Figures

Figure 1: Représentation schématique des stratégies rencontrées chez les plantes en réponse à une augmentation des concentrations en métal dans le sol.....	5
Figure 2: Plante d' <i>Echium plantagineum</i>	7
Figure 3: Fleurs d' <i>Echium plantagineum</i>	7
Figure 4: Carte localisation de la zone d'étude Meftah.....	8
Figure 5: Histogramme des Précipitations moyennes mensuelles en (mm) de la région de Meftah (2003 – 2013).....	9
Figure 6: Rose des vents de Meftah : période 2013 (O.N.M)	10
Figure 7: Courbe vitesse moyenne mensuelle des vents à Meftah (2003-2013)	10
Figure 8: Variations des températures moyennes mensuelles en (°C) de la région de Meftah...	11
Figure 9: Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN.....	12
Figure 10: Emplacement de la région Meftah sur le climagramme pluviométrique d'Emberger (2003-2013).....	13
Figure 11 : Système emboité pour déterminer l'aire minimale.....	16
Figure 12: la localisation des points de prélèvement des plantes (Google Earth).....	17
Figure 13: la localisation des points de prélèvement de sol (Google Earth).....	19
Figure 14: Couvert végétal du côté Sud de la cimenterie	24
Figure 15: Couvert végétal du côté Ouest de la cimenterie	25
Figure 16: Couvert végétal du côté Nord de la cimenterie.....	25
Figure 17 : Couvert végétal du côté Est de la cimenterie.....	26
Figure 18 : Cimenterie de Meftah avant et après installation des filtres	27
Figure 19 : Spectre systématique des espèces recensées aux alentours de la cimenterie...	37
Figure 20 : Valeurs de pH des échantillons du sol étudié.....	39
Figure 21 : Taux de la matière organique dans le sol étudié.....	40
Figure 22 : Les valeurs de la capacité d'échange cationique dans le sol étudié.....	40
Figure 23 : teneur en plomb des échantillons de sol étudié.	41
Figure 24 : teneurs en cadmium des échantillons du sol étudié.....	42
Figure 25 : Teneurs en cuivre des échantillons de sol étudié.	42
Figure 26 : Teneurs en zinc des échantillons de sol étudié	43
Figure 27 : Teneurs en fer des échantillons de sol étudié	43
Figure 28 : Teneurs en cuivre au niveau des feuilles et des racines d' <i>Echium plantagineum</i> ..	44
Figure 29 : Teneurs en zinc au niveau des feuilles et des racines d' <i>Echium plantagineum</i>	45
Figure 30 : Teneurs en fer au niveau des feuilles et des racines d' <i>Echium plantagineum</i>	45

Liste des Tableaux

Tableau I: Nature et origine des principaux groupes des polluants de l'atmosphère.....	3
Tableau II: Evolution de la zone environnant la cimenterie de Meftah.....	13
Tableau III: Points de prélèvement de la végétation pour le dosage des métaux lourds	17
Tableau IV: Points de prélèvement du sol pour le dosage des métaux lourds	18
Tableau V: Inventaire des espèces végétales au sein de la cimenterie.....	28
Tableau VI: Inventaire des espèces végétales en face l'entrée de la cimenterie au bord de la route.....	29
Tableau VII: Inventaire des espèces végétales en face la cimenterie devant la ferme lieudit Elkhadra.....	29
Tableau VIII: Inventaire des espèces végétales à environ 100 mètre de la cimenterie du côté Nord.....	30
Tableau IX: Inventaire des espèces végétales du côté Est de la cimenterie.....	31
Tableau X: Inventaire des espèces végétales du côté Nord de la cimenterie.....	32
Tableau XI: Inventaire des espèces végétales du côté Ouest de la cimenterie.....	33
Tableau XII: Inventaire des espèces végétales du côté Sud de la cimenterie.....	33
Tableau XIII: Classement des espèces selon leurs fréquences dans les sites échantillonnés.....	35
Tableau XIV: Texture des sols étudiés.....	38

Sommaire

Introduction	1
Chapitre I : Synthèse bibliographique	
I. Synthèse bibliographique.....	2
I.1.Définition de la pollution	2
I.2.la pollution atmosphérique.....	2
I.2.1. Définition de la pollution atmosphérique.....	2
I.2.2.Principales sources de pollution atmosphérique.....	2
I.2.2.1. Pollution d'origine naturelle.....	2
I.2.2.2. Pollution due aux véhicules automobiles.....	2
I.2.2.3. Pollution par les rejets des diverses industries.....	3
I.2.3. Principaux polluants atmosphériques.....	3
I.2.4. Effet des métaux lourds sur l'environnement.....	4
I.2.5. Transfert des éléments traces métalliques ver les plantes.....	4
I.2.6 Pénétration des éléments traces par les parties aériennes	4
I.2.7.Prélèvement des éléments de traces métallique par les racines	4
I.2.8. Tolérance végétaux supérieurs aux métaux lourds.....	5
I.2.8.1. Grandes stratégies de tolérance aux métaux.....	5
I.2.8.2. Estimation de la pollution via les plantes.....	6
I.2.9. Biosurveillance.....	6
I.3.Caractères généraux d' <i>Echium Plantagineum L.</i>	7
I.4. Taxonomie d' <i>Echium Plantagineum L.</i>	7
I.5. Cadre physique de la zone d'étude.....	8
I.5.1. Localisation de la zone d'étude.....	8
I.5.2. Relief.....	8
I.5.3. Géologie.....	9
I.5.4. Donnés climatique.....	9
I.5.5. Précipitation.....	9
I.5.6.Vents.....	10
I.5.6.1. Direction du vent dominant.....	10
I.5.6.2. Vitesse des vents.....	10
I.5.7. Température.....	11
I.5.8. Synthèse climatique.....	11
I.5.8.1. Diagramme ombothermique de Bagnouls et Gaussen.....	12
I.5.8.2. Etage bioclimatique de la zone d'étude.....	13
I.6. Présentation de la cimenterie.....	13

1.6.1. Historique.....	14
------------------------	----

Chapitre II : Matériel et Méthodes

II. Matériel et Méthodes.....	15
II.1 Matériel.....	15
II.2 Méthodes.....	15
II.2.1.Echantillonnage.....	15
II.2.2.Analyse des échantillons.....	19
II.2.2.1. Analyse du sol.....	19
II.2.2.1.1.Prétraitement du sol avant analyse.....	19
II.2.2.1.2.Analyses physico-chimiques du sol.....	19
II.2.2.1.3. Dosage des métaux lourds dans le sol.....	22
II.2.2.1.4. Dosage des métaux lourds dans la végétation.....	23

Chapitre III : Résultats et discussion

III.1. Couvert végétal.....	24
III.1.1.Description du couvert végétal.....	24
III.1.2.Richesse spécifique de la zone d'étude.....	27
III.1.3. Spectre systémique.....	37
III.3. Analyse physico-chimique du sol.....	38
III.3.1. Analyse granulométrique.....	38
III.3.2.Détermination du Ph.....	39
III.3.3. Détermination de la Matière organique.....	39
III.3.4.Détermination de la capacité d'échange cationique (CEC).....	40
III.4. Teneurs en métaux lourds dans le sol.....	41
III.4.1. Teneurs en plomb dans le sol.....	41
III.4.2. Teneurs en cadmium dans le sol.....	42
III.4.3. Teneurs en cuivre dans le sol.....	42
III.4.4. Teneurs en zinc dans le sol.....	43
III.4.4. Teneurs en fer dans le sol.....	43
III.5. Teneurs en métaux lourds et en fer dans la végétation.....	44
III.5.1. Teneurs en zinc et en cuivre au niveau des feuilles et des racines d' <i>Echium plantagineum L.</i>	45
III.5.2. Teneurs en fer dans les feuilles et les racines d' <i>Echium plantagineum L.</i>	45
Conclusion	47
Références bibliographiques	49

Annexes

Résumé

Notre travail vise à étudier l'effet de la pollution atmosphérique provenant de la cimenterie de Meftah implantée dans Wilaya de Blida sur les écosystèmes environnants à savoir le sol et la végétation.

Nous avons réalisé notre travail durant la période allant du mois d'avril au mois de septembre (2015) au sein de la cimenterie de Meftah ainsi qu'au niveau des quatre directions (Nord, Est, Ouest et Sud) à intérieurs de la cimenterie.

Un inventaire floristique a été réalisé afin de déterminer la richesse spécifique par la méthode d'aire minimale. L'étude de recouvrement végétal a été réalisée à travers l'échelle de BRAUN-BLANQUET.

Les résultats de l'étude de la végétation révèle la présence de près de 68 espèces recensées et identifiées. Le coefficient abondance-dominance reflète un taux de recouvrement allant de 3 à 4 ce qui signifie que le couvert végétal au tour de la cimenterie est assez important allant de 1/4 à 3/4. De plus cinq espèces spontanées communes s'avèrent abondantes et très largement répandues au sein de la cimenterie ainsi que ses environs avec un taux de recouvrement important. Il s'agit d'*Echium Plantagineum*, *Oxalis pes-caprae*, *Galactites tomentosa*, *Borago officinalis* et *Stachys ocymastrum*.

Les teneurs en fer et en éléments traces métalliques obtenues au niveau d'*Echium Plantagineum* ainsi que dans le sol sont largement inférieures aux seuils tolérés par la FAO et AFNOR.

Mots clés : cimenterie de Meftah, émissions, *Echium plantagineum* L, Impact, végétation.

بولاية البلدية على البيئة

يهدف هذا العمل إلى دراسة تأثير التلوث الجوي ا
المحيطة لاسيما

جرد الغطاء النباتي لكي نتعرف على ثراء الأنواع النباتية عبر طريقة المساحة الأدنى .
النباتي تم إجراؤها باستعمال سلم BRAUN-BLANQUET.

أجرينا عملنا خلال الفترة من أبريل حتى سبتمبر (2015)
(و الداخلية من مصنع للاسمنت .)
Meftah وكذلك في الاتجاهات الأربعة

إن نتائج دراسة الغطاء النباتي يبين وجود حوالي 68 فصيلة تم إحصاؤها و التعرف عليها.
هيمنة الذي يعكس درجة التغطية يتراوح ما بين 3 4 وهذا يعني
تتراوح ما بين 4/1 4/3 .
مصنع الإسمنت و حوله بدرجة تغطية عالية يتعلق الامر ب
Echium Plantagineum, Oxalis pes-caprae, Galactites tomentosa, Borago officinalis et
Stachys ocymastrum.

الثقيلة والحديد المحصل عليها على مستوى *Echium plantaguim L*
باعتبات النقد المرجعية FAO AFNOR.

الكلمات المفتاحية :
, *Echium plantaginuum L*, , تأثير ,

Abstract

Our work is about the effect of air pollution emitted from the Meftah cement plant, Wilaya of Blida on vegetation and soil of ecosystems close to the cement through.

A floristic survey was carried out to determine the species richness by the minimum area method. Study of vegetative recovery was carried through wide - BRAUN BLANQUET.

We conducted our work during the period from April to September (2015) in the Meftah cement plant as well as at the four directions (North, East , West and South) has interior of the Meftah cement plant .

The results of plant cover reflect the presence of 68 species it has been counted and identified. the coefficient of abundance - dominance reflect the recovery rate is 3 to 4, which means the vegetation cover around the cement plant is sizeable important ranging from 1/4 to 3/4 of the total of the surface, Five spontaneous common species was founded in the Meftah cement plant and its surroundings with a high recovery rate. This species are *echium plantagineum*, *Oxalis pes-caprae*, *galactites tomentosa* , *Borago officinalise* *Stachys ocymastrum* .

The proportion heavy metals And iron obtained on the level in soil and vegetation *echium plantagineum* show that all samples in all directions studied showed the maximum levels are lower than critical reference of AFNOR and FAO.

Keywords : cement plant ,emission, , *Echium Plantagineum L* , Impact, ,vegetation.

Dédicace

C'est avec respect et gratitude que je tiens à exprimer toute ma reconnaissance et ma sympathie à :

A mes **chers parents** qui sont et qui seront un symbole de courage, qui m'ont non seulement accompagné durant toutes les étapes de ma vie, mais aussi guidé et encouragé à être ce que je suis, avec tant d'amour

A mon âme sœur **kahina** et mon adorable frère **Imad** pour leur aide, soutien et encouragements

A mes chers **oncles** et mes très chères **tantes** pour leurs prières et encouragements

A mes **grands-mères**

A mes adorables **cousins** et **cousines**

A tous mes camarades de la promotion 2015

Ainsi, qu'a tous ceux qui ont contribué de loin ou de près à la réalisation de ce travail.

Introduction

La pollution constitue actuellement l'un des plus grands problèmes au niveau mondial. Elle contribue en grande partie aux déséquilibres du fonctionnement des systèmes biologiques à différents niveaux de perception. **(Bellout, 2009).**

La dégradation de la qualité de l'air, notamment avec l'accroissement de l'activité Industrielle, s'est répercutée par plusieurs problèmes affectant tous les niveaux d'organisation des écosystèmes et pouvant perturber leur bon fonctionnement. **(Namani et al., 2014).**

La présence des métaux lourds dans l'environnement à des concentrations supérieures aux charges naturelles, constitue un problème majeur pour les écosystèmes et la santé humaine. **(Sarmoum et al., 2005).**

Les cimenteries, bien qu'elles soient installées généralement loin des centres urbains, contribuent massivement à la pollution atmosphérique particulaire. En effet, ces unités industrielles émettent de grandes quantités de poussières. Ces dernières sont véhiculées et dispersées par le vent sur de grandes étendues pouvant ainsi affecter les différentes composantes de l'environnement (air, eau, sol et végétation) sur lesquelles elles se déposent. L'homme est également sensible à ce type de pollution. **(Yang et al., 1996; Noor et al., 2000; Demir et al., 2005).**

En l'absence d'équipement adéquat, les cimenteries sont la cause d'une source considérable de pollution atmosphérique **(Ramade, 2002)** c'est pourquoi nous nous sommes intéressés à l'étude de l'impact des émissions atmosphériques de la cimenterie de Meftah sur les écosystèmes environnants d'autant plus qu'elle est très proche d'une agglomération, de vergers et de champs cultivés.

L'objectif de notre présent travail est de déterminer les effets et l'impact des rejets atmosphériques provenant de la cimenterie de Meftah sur les écosystèmes proches de l'usine à travers l'étude du couvert végétal ainsi que le dosage de certains polluants à savoir certains métaux lourds pour estimer l'amplitude de cette pollution.

Partie I : Synthèse bibliographique

I.1. Définition de la pollution :

La pollution est une modification défavorable du milieu naturel qui apparaît en totalité ou en partie comme le sous-produit de l'action humaine, à travers d'effets directs ou indirects altérant les modalités de répartition des flux d'énergie, de la constitution physico-chimique du milieu naturel et de l'abondance des espèces vivantes.

Ces modifications peuvent affecter l'homme directement ou au travers des ressources en produits agricoles, en eau, et autres produits biologiques. **(Ramade, 2005).**

I.2. Pollution atmosphérique :

I.2.1. Définition de la pollution atmosphérique :

On entend par pollution de l'atmosphère toute émission dans l'air, quelle qu'en soit la source de substances gazeuses, liquides ou solides susceptibles de porter atteinte à la santé humaine, de nuire aux animaux et aux plantes ou modifier la qualité de l'air. **(Stassen, 1978).**

C'est en fait le résultat de multiple facteurs qui caractérisent la civilisation moderne tel que l'accroissement de la production d'énergie, de l'industrie métallurgique, de la circulation routière et aérienne, des tonnages d'ordures incinérées, lesquels interviennent tous de façon significative dans ce phénomène. **(Ramade, 1982).**

I.2.2. Principales sources de pollution atmosphérique :

Les polluants atmosphériques sont issus principalement de l'activité industrielle et de la circulation des différents moyens de transport. **(Pacyna et Graedel, 1995).**

Ces retombées représentent l'essentiel de l'origine d'éléments de trace métallique en zone urbaine. A ces retombées d'origine anthropique, s'ajoute un « bruit de fond » naturel. **(Berrah, 2014).**

I.2.2.1. Pollution d'origine naturelle :

Les principaux polluants atmosphériques sont les poussières dues essentiellement à la décomposition du sol, poussières et gaz d'origine volcanique provoquant des « nuages de cendres », produits de feu spontané de forêts...

I.2.2.2. Pollution due aux véhicules automobiles :

Les véhicules émettent de l'oxyde de carbone, des hydrocarbures, des oxydes d'azote et du plomb. Toutes ces matières atteignent immédiatement les couches les plus basses de l'atmosphère et peuvent, en concentration élevée à long terme, porter atteinte à la santé.

Partie I : Synthèse bibliographique

I.2.2.3. Pollution par les rejets des diverses industries :

Le problème de la pollution par les rejets industriels prend de plus en plus d'importance en raison de l'accroissement de la production dans les usines et de la multiplication des complexes industriels. Les plus importants polluants qui en résultent sont : les oxydes de soufre, l'oxyde de carbone, les oxydes d'azote, les hydrocarbures légers volatils ou lourds imbrûlés et de l'hydrogène sulfuré. (Yassaa, 2001).

I.2.3. Principaux polluants atmosphériques :

Certains composés constituent un grand problème s'ils sont introduits en quantités importantes. Ainsi les principaux polluants de l'air sont résumés dans le tableau-I-
Tableau-I-Nature et origine des principaux groupes de substances polluantes de l'atmosphère.

	Nature du polluant	Source d'émission
Gaz	❖ Anhydride de carbone	- Volcanisme- Respiration - Combustibles fossiles
	❖ Oxydes de carbone	- Volcanisme - Moteurs à explosion
	❖ Hydrocarbures	- Plantes, bactéries - Moteurs à explosion
	❖ Composés organiques	- Industries chimiques - Incinération d'ordures - Combustions diverses
	❖ Anhydrides sulfureux et autres dérivés soufrés	- Volcanisme - Embruns marins - Bactéries - Combustibles fossiles
	❖ Dérivés nitrés	- Bactéries - Combustions
	❖ Radionucléides	- Centrales atomiques - Explosions nucléaires
Particules	❖ Métaux lourds et composés minéraux	- Volcanisme-Météorites - Erosion eolienne-embruns - Industries diverses - Moteurs à explosion
	❖ Les composés organiques naturels ou de synthèse	- Incendies de forêts - Industries chimiques - Combustions diverses - Incinération d'ordures - Agriculture (pesticides)
	Radionucléides	- Explosions nucléaires

(Ramade, 1995)

I.2.4. Effet des métaux lourds sur l'environnement :

La pollution par les métaux lourds a un effet nocif sur les systèmes biologiques. Certains métaux lourds sont toxiques et peuvent être accumulés dans les organismes vivants, provoquant ainsi diverses maladies, même à des concentrations relativement basses. **(Pehlivan et al., 2009)**.

Ils influencent la croissance des plantes, la couverture du sol, et ont un impact négatif sur la microflore du sol. **(Roy et al., 2005)**. Il est bien connu que les métaux lourds ne peuvent pas être chimiquement dégradés et ils ont besoin d'être physiquement enlevés ou être transformés en composés non toxiques. **(Gaur et al., 2004)**.

I.2.5. Transfert des éléments traces métalliques vers les plantes :

Les plantes sont exposées aux métaux lourds soit par pénétration par les racines soit par les parties aériennes (feuille, tiges, fruits), à partir de particules en suspension dans l'air de composés gazeux ou de composés dissous dans l'eau de pluie ou d'irrigation.

Une fois prélevés par la plante, les éléments –traces métalliques peuvent être piégés et ne pas circuler dans la plante, ou alors être transportés du lieu de l'absorption vers un autre organe végétal.

I.2.6. Pénétration des éléments traces par les parties aériennes :

Les éléments traces métalliques entrent dans la composition des matériaux minéraux et organo-minéraux qui composent les fines poussières présentes dans l'air, lesquelles se déposent sur les feuilles, les tiges et les fruits.

La contamination par voie aérienne est généralement faible, sauf lorsque les retombées atmosphériques sont importantes : dans certains lieux comme les zones industrielles ou pour certains éléments comme le Plomb. **(Prasad et Hagemeyer, 1999)**.

Les éléments traces métalliques peuvent être prélevés par les feuilles soit sous forme gazeuse, ils rentrent dans les feuilles à travers les stomates; soit sous forme d'ions, ils rentrent surtout à travers les cuticules des feuilles. **(Chamelet Gambonnet, 1988)**.

I.2.7. Prélèvement des éléments de traces métallique par les racines :

La disponibilité des éléments traces métalliques est dépendante du temps, de la plante, de la biomasse et des autres composantes du sol. Les éléments –traces métalliques de la solution du sol sont transportés vers la rhizosphère ou ils sont prélevés par la racine **(Tremel-Schaub et Feix, 2005)**.

Partie I : Synthèse bibliographique

Le prélèvement des éléments – traces par les racines est sous l'influence de facteurs liés au sol, à la plante, au climat, et interaction entre les éléments eux –mêmes. Les éléments traces métalliques doivent être sous une forme disponible pour que les plantes puissent les prélevées ou les plantes doivent présenter des mécanismes permettant de rendre les métaux disponibles. (Prasad et Hagemeyer, 1999).

I.2.8. Tolérance des végétaux supérieurs aux métaux lourds :

La « tolérance aux métaux lourds » est la « capacité d'une plante à survivre et se reproduire sur des sols toxiques ou défavorables à la plupart des organismes en raison d'une contamination métallique ». (Antonovics et al., 1971; Macnair et al., 2000).

I.2.8.1. Grandes stratégies de tolérance aux métaux :

Une grande diversité de comportements vis-à-vis des métaux existe dans la flore métallicole. En comparant les concentrations en métal des parties aériennes et des parties racinaires deux grandes stratégies de tolérance aux métaux lourds sont mises en évidence (Figure.1), l'exclusion des métaux des parties aériennes ou au contraire, d'accumulation des métaux dans les feuilles. (Baker et al., 1989; Dahmani-Muller et al., 2000).

On parle d'accumulation lorsque les concentrations en métaux dans les parties aériennes sont supérieures à celles du sol, ou les concentrations en métaux dans les parties aériennes sont, sur un sol donné, supérieures aux valeurs « normales » (Peterson, 2004); elles possèdent un rapport [organe aérien] / [racines] de concentration en métal supérieur à 1. L'accumulation s'accompagne alors d'une détoxification des métaux par séquestration dans les vacuoles des feuilles. (Clemens et al., 2002).

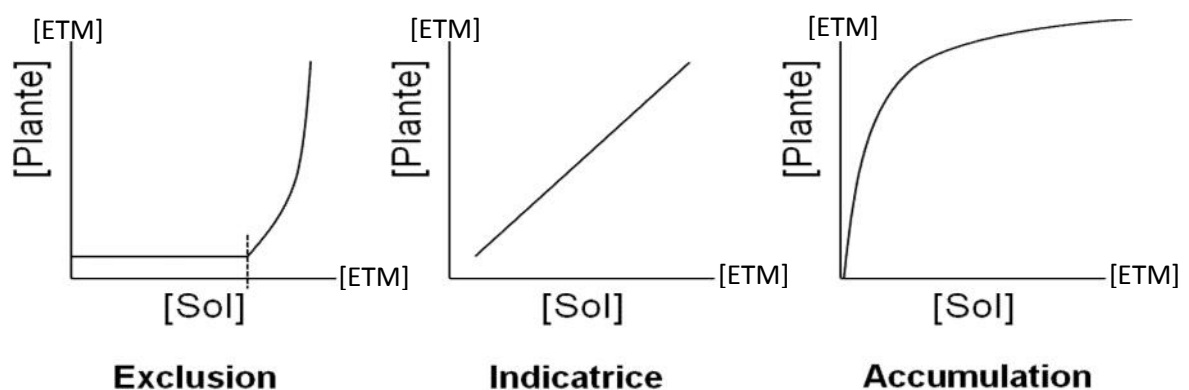


Figure.1 : Représentation schématique des stratégies rencontrées chez les plantes en réponse à une augmentation des concentrations en métal dans le sol. (Baker et al., 2000).

I.2.8.2. Estimation de la pollution via les plantes :

La bioaccumulation est un phénomène par lequel une substance présente dans un biotope, pénètre dans un organisme même si elle n'a aucun rôle métabolique, voire si elle est toxique à ce dernier (**Ramade, 1995**). Elle se réfère au captage et la rétention des substances chimiques par les organismes vivants via la nourriture ou l'eau. (**Forbes et Forbes, 1997**).

Les plantes bio-accumulatrices sont des plantes résistantes à la pollution. Elles peuvent accumuler des polluants (métaux lourds, SO₂, pesticides et autres sans qu'il y ait de dommage causé sur leur physiologie et leur morphologie. Ces « bioaccumulateurs » constituent donc des capteurs naturels à partir desquels les polluants peuvent être détectés et dosés. (**Forbes et Forbes, 1997**).

I.2.9. Biosurveillance :

La biosurveillance se définit comme « l'utilisation des réponses à tous les niveaux d'organisation biologique (moléculaire, biochimique, cellulaire, physiologique, tissulaire, morphologique, écologique) d'un organisme ou d'un ensemble d'organismes pour prévoir et/ou révéler une altération de l'environnement et pour suivre l'évolution ».

Par essence donc, la bio surveillance s'intéresse aux effets des polluants sur l'environnement et aux perturbations, y compris leur accumulation au sein des réseaux trophique, qu'ils engendrent. La bio surveillance peut être réalisée en utilisant différents types d'organismes. Dans le domaine de la qualité de l'air, ce sont essentiellement les végétaux qui sont les plus couramment utilisés. (**Christian Elichegaray, 2008**).

La bio surveillance de la qualité de l'air est une approche complémentaire des mesures physico-chimiques en ce sens qu'elle s'attache aux effets des polluants dans les conditions d'exposition rencontrées dans les écosystèmes. Face aux nouvelles caractéristiques de la pollution atmosphérique, la bio surveillance propose des outils d'observation de plus en plus précoces. C'est ainsi une discipline qui tout en permettant une communication avec le grand public, en se basant sur des travaux scientifiques rigoureux, s'intègre dans les démarche d'évaluation des risques environnementaux et sanitaires. (**Christian Elichegaray, 2008**).

Partie I : Synthèse bibliographique

I.3. Caractères généraux d'*Echium Plantagineum* L. :

La vipérine faux-plantain est une Plante herbacée bisannuelle de 20-60 cm, mollement velue, pousse dans les lieux ensoleillés (**Figure.2**), elle est présente dans la région méditerranéenne de l'Europe, de l'Asie et de l'Afrique. Sa tige est dressée, ramifiée, à poils étalés. Ses feuilles sont molles à poils appliqués, ovales, en rosette, les feuilles inférieures sont obovales-oblongues, à nervures saillantes. Les feuilles supérieures sont élargies en cœur à la base. Les fleurs sont bleues violacées, grandes, en panicule lâche à rameaux écartés (**Figure.3**). La période de floraison s'étale sur la période allant du mois de mai au mois de juillet (**Anonyme 1**) .



Figure.2 :*Echium Plantagineum* L.



Figure.3 : Fleurs *Echium Plantagineum* L.

I.4. Taxonomie d'*Echium Plantagineum* L. :

Règne :Plantae

Sous-règne :Tracheobionta

Division :Magnoliophyta

Classe :Magnoliopsida

Sous-classe :Asteridae

Ordre :Lamiales

Famille :Boraginaceae

Genre :*Echium*

Espèce :*Echium Plantagineum* L. (APG II, 2003).

I.5. Cadre physique de la zone d'étude :

I.5.1. Localisation de la zone d'étude :

Le site concerné par notre étude est la cimenterie de Meftah, elle est implantée dans la commune de Meftah, daïra de Meftah, wilaya de Blida.

La zone d'étude (**Figure.4**), est localisée dans la partie orientale de la Mitidja, elle s'étend sur 2500 ha.

Elle est localisation dans une zone plate qui s'étale vers le Nord (Hammedi), vers l'Ouest (larbaà), vers le sud (Djebabra) et vers l'Est (Khemis EL khechna). (**Hadj-Ali, 2006**).

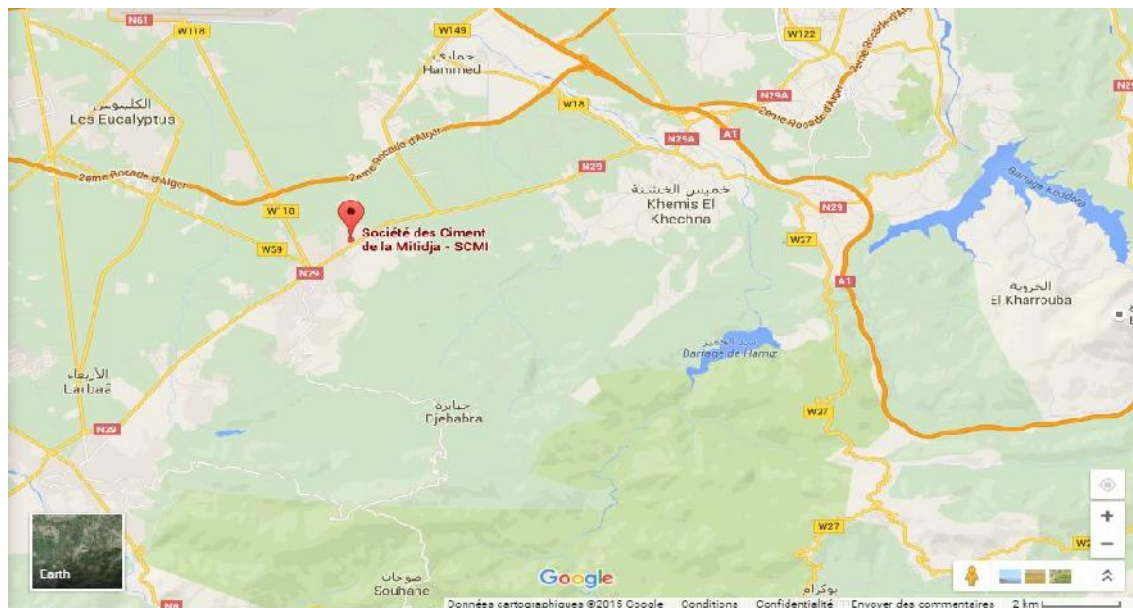


Figure.4 : Localisation de la zone d'étude (**Google Earth 2015**)

I.5.2. Relief :

La ville de Meftah est située sur une colline à 25m d'altitude. Elle se trouve à 90 m au pied de djebel zerouala et de 450m à son point culminant.

La partie nord appartient à la plaine de Mitidja et dont les terres sont consacrées à l'agriculture notamment aux cultures maraichères, les agrumes et les arbres fruitiers.

Quant à la partie sud, elle est montagneuse et se dresse comme une frontière entre khemis –El-khechna, Djebabra et l'Arbaa. On y trouve la forêt et quelques parcelles cultivées. (**Tidjani, 1991**).

Partie I : Synthèse bibliographique

I.5.3. Géologie :

La zone d'étude se caractérise essentiellement par des formations sédimentaires. Ces formations sont constituées par des alluvions de différentes natures: récentes, caillouteuses et limoneuse, marécageuse. Le reste de la superficie est représentée par des marnes jaunes, calcaires, et des schistes occupant une superficie assez restreinte.

(Saidani, 2014).

I.5.4. Données climatiques :

La région est soumise à l'influence conjuguée de la mer et du relief, elle présente un climat de type méditerranéen caractérisé par un été très sec et un hiver doux et humide. Les données climatiques de notre zone d'étude ont été recueillies à partir de la station météorologique de Dar- El- Beida pour la période allant de 2003 à 2013.

I.5.5. Précipitations :

Les précipitations moyennes annuelles (**Figure.5**) montrent une fluctuation de la pluviosité avec une moyenne annuelle 690,56 mm. Les mois de novembre et décembre sont les mois les plus arrosés avec 118,7 mm, 97,35 mm. tandis que les mois de juin et juillet sont les mois les plus secs avec 4,56 mm pour le premier et 1,83 mm pour le second.

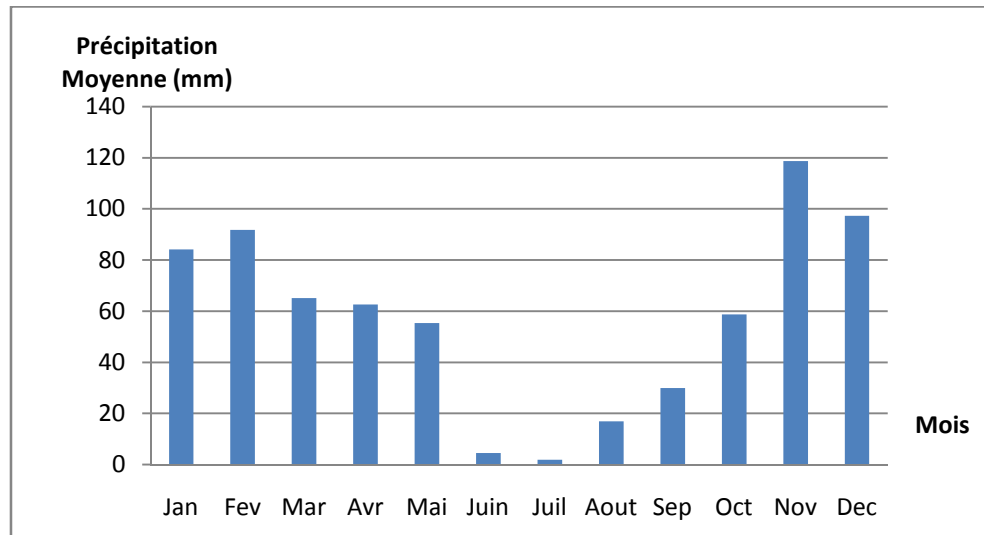


Figure.5 : Histogramme des Précipitations moyennes mensuelles en (mm) de la région de Meftah (2003 – 2013).

I.5.6. Vents :

I.5.6.1. Direction du vent dominant :

D'après la rose des vents (ONM, 2013) Le vent dominant au niveau de la région de Meftah est un vent d'Ouest. (**figure.6**)

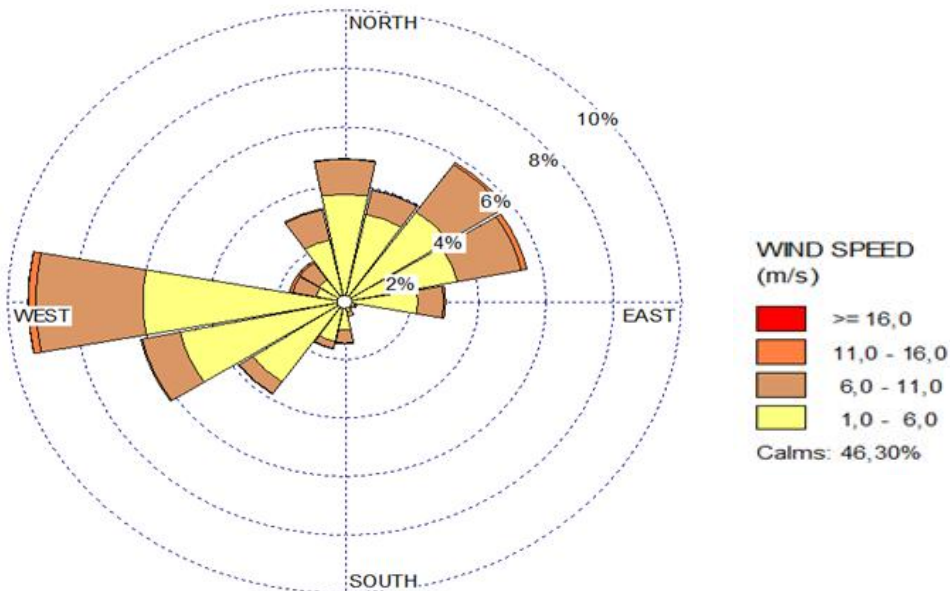


Figure.6 : Rose des vents de Meftah (O.N.M, 2013)

I.5.6.2. Vitesse des vents :

vitesse du vent qui varient autour de la valeur 2,5 m/s Ces vitesses sont limitées par un maximum de 2,8 m/s au mois de juillet et un minimum de 2,0 m/s au mois d'octobre. (**Figure.7**).

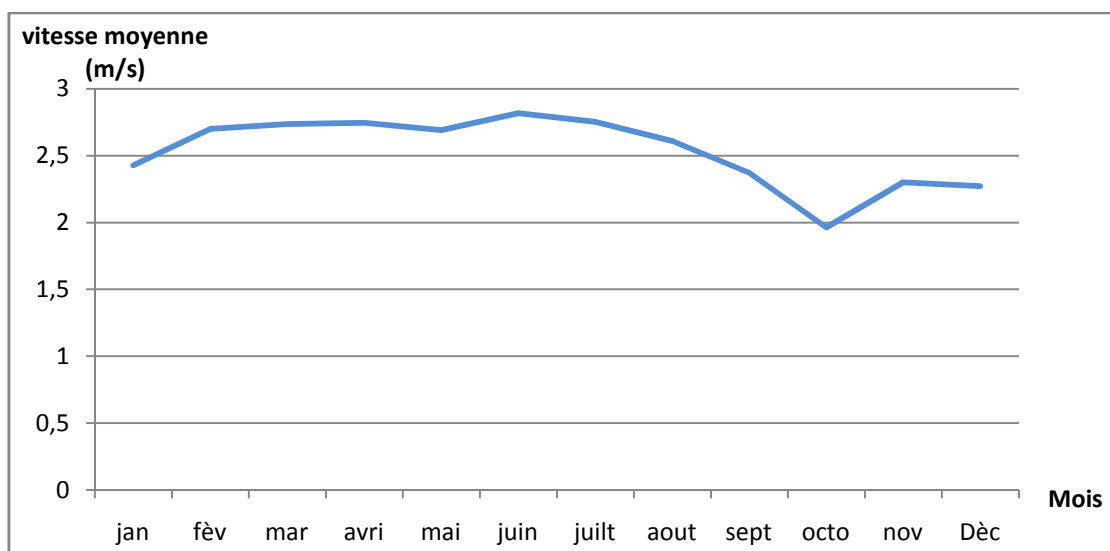


Figure.7 : Courbe vitesse moyenne mensuelle des vents à Meftah (2003-2013)

I.5.7. Température :

La température moyenne est de 18,21 °C, durant cette période les mois les plus froids sont janvier avec une température de 11,3°C et février avec 11,15°C.

Les mois les plus chauds sont juillet avec une température de 26°C et aout avec 26,5°C.

figure.8).

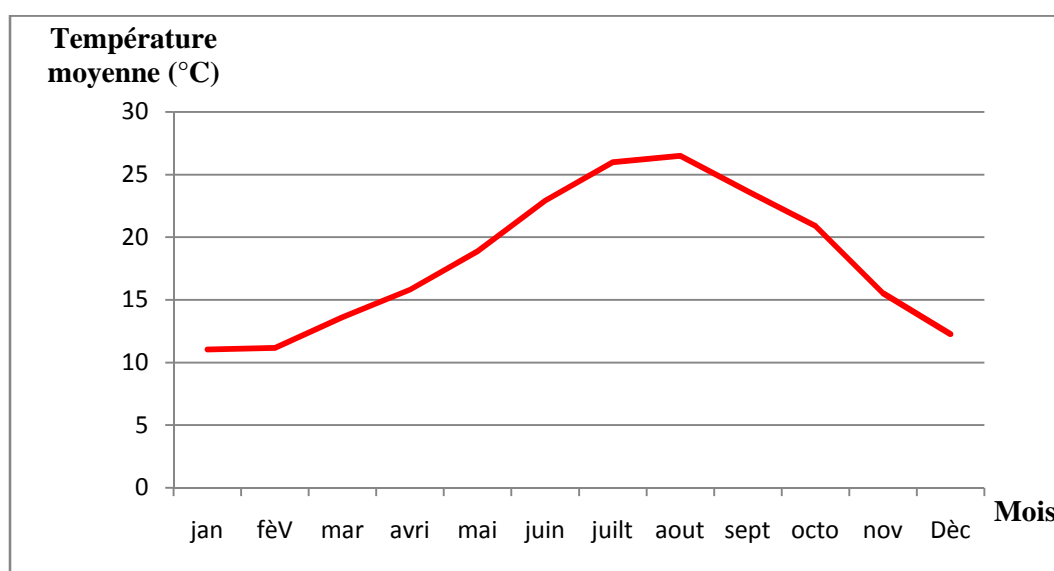


Figure.8 : Variation des Températures moyennes mensuelles de Meftah (2003-2013).

I.5.8. Synthèse climatique :

I.5.8.1. Diagramme ombothermique de Bagnouls et Gausson 1953 :

On remarque d'après la (figure.9) que le climat est caractérisé par deux périodes l'une sèche et chaude qui dure 5mois, et s'étale du mois de mai jusqu'au septembre. L'autre humide et froide qui dure près de 7 mois, Elle s'étend du mois de septembre au mois de mai (Figure 9).

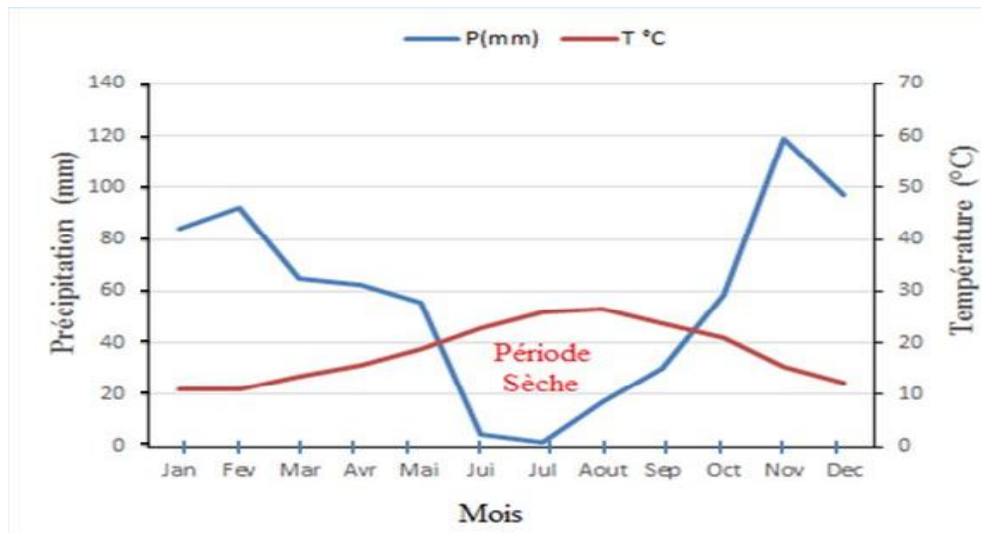


Figure .9 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson de la région de Meftah

I.5.8.2. Etage bioclimatique de la zone d'étude :

EMBERGER (1954) a proposé le quotient pluviothermique (Q_2) spécifique au climat méditerranéen :

$$Q_2 = 2000 * P / (M^2 - m^2)$$

P : pluviométrie moyenne annuelle (mm).

M : température maximale moyenne annuelle en degrés absolus (°K).

m : température minimale moyenne annuelle en degrés absolus (°K).

A partir du quotient pluviothermique d'EMBERGER (1954), Nous avons pu déterminer l'étage bioclimatique sur le climagramme d'EMBERGER (**figure.10**). Dar El Beida le nord de La région Meftah appartient au même étage bioclimatique **Sub-humide** à **hiver tempéré**.

Partie I : Synthèse bibliographique

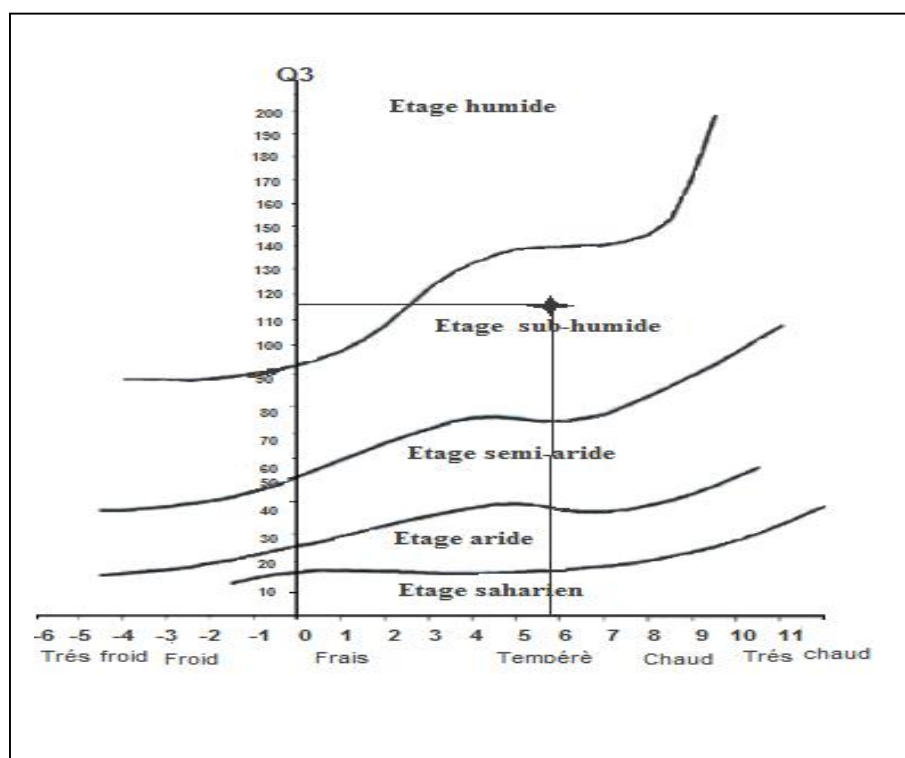


Figure.10 : Emplacement de Dar El Beida sur le climagramme d'Emberge 2003-2013
(O.N .M.)

I.6. Présentation de la cimenterie :

1.6.1. Historique :

La zone environnant la cimenterie de Meftah a connu une évolution depuis plusieurs années, la cimenterie actuelle de Meftah a été mise en service depuis 1975. Le tableau -II-résume les principaux états et modifications de cette zone.

Tableau-II- : Evolution de la zone environnant la cimenterie de Meftah.

1959	1973	1980	2003-2006
-Petite carrière 7 ha -végétation autour de la carrière -pas de cimenterie, grandes parcelles agricoles. -petite ville -pas de population autour de la carrière -un petit nombre de	-carrière plus grande 18 ha, apparition de routes menant à la ville. -pas de grands changements apparents sur la végétation. -cimenterie présente à 500 m de la ville	-carrière : 25 ha -diminution de la végétation, de façon accentuée sur côté Sud-Est. -apparition de l'usine d'amiante du côté Ouest de la cimenterie (400 m) -apparition d'un	-42 ha-52ha - diminution fulgurante de la ville formant presque la végétation au niveau de la carrière et tout autour -augmentation de la hauteur du talus

Partie I : Synthèse bibliographique

maisons est présent en bas de la carrière sur la route.	-apparition d'une fabrication de briques au Nord de la cimenterie 100m, au profit des parcelles agricoles -agrandissement de la ville du côté Ouest -pas de population au niveau de la carrière	talus à proximité Ouest de la cimenterie « décharge » -grand agrandissement de la ville, Ouest, Est et Sud.	(décharge) -agrandissement Fulgurant de la ville formant presque une paramécie entourant la cimenterie, elle arrive jusqu'en bas des tapis aéroglisteurs -La population avance vers la cimenterie et la carrière
---	---	--	--

(Hadj -Ali, 2006).

Partie II : Matériel et méthodes

Notre travail porte sur l'étude des impacts des émissions atmosphériques de la cimenterie de Meftah sur les écosystèmes environnants.

Nous avons réalisé notre travail durant la période allant du mois d'avril au mois de septembre et nous avons effectué nos analyses au sein de l'institut Pasteur (Service National Toxicologie) C.N.T, le Bureau National des Etudes de Développement Rural «BNEDER», et le Centre de Recherche Scientifique et Technique en Analyses Physico-Chimiques «CRAPC».

II.1 Matériel :

Le matériel utilisé est constitué de :

- feuilles et racines de la vipérine faux-plantain (*Echium Plantagineum L.*).
- sol prélevé dans les alentours de la cimenterie au pied des plantes prélevées.
- réactifs et appareillage (**voir Annexe II ; III**).

II.2 Méthodes :

II.2.1.Echantillonnage :

Nous avons réalisé nos prélèvements durant le mois de mai (2015) au sein de la cimenterie de Meftah ainsi qu'au niveau des quatre directions (Nord, Est, Ouest et Sud) aux alentours de la cimenterie. Nous avons effectué deux types de relevés : un relevé floristique et un relevé pédologique.

➤ **Le relevé floristique :**

Nous avons réalisé plusieurs sorties de prospection puis nous avons opté pour la méthode de l'aire minimale.

Aire minimale : est conçue comme l'aire sur laquelle la quasi-totalité des espèces de la communauté végétale est représentée. C'est une approche classique qui repose sur la méthode des surfaces emboîtées (**figure.11**). Les placettes dans ce système ont une unité primaire de 1m^2 , et chaque nouvelle placette est double de surface de la précédente et ainsi de suite.

La valeur de l'aire minimale s'apprécie assez facilement; elle est sensiblement constante pour les divers relevés d'un groupement déterminé, mais varie beaucoup d'un groupement à l'autre. Cette aire est de l'ordre de 20 à 50 m^2 pour les groupements de prairies, de pelouses (Terrains vagues) et quelques mètres carrés seulement pour les plus denses et homogènes. (**OZENDA, 1982**).

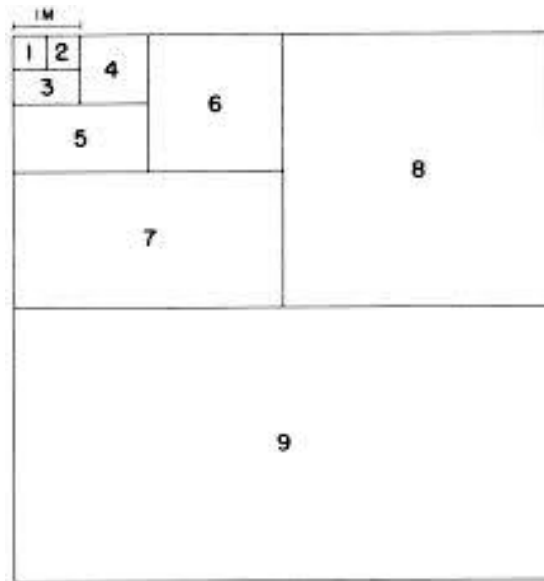


Figure.11 : Système emboîté pour déterminer l'aire minimale.

Nous avons établi un inventaire des espèces spontanées les plus abondantes dans les alentours et à l'intérieur de la cimenterie de Meftah ainsi que certaines espèces cultivées mais en dehors des champs cultivés et des vergers. Nous avons estimé le recouvrement de la végétation par le coefficient d'abondance-dominance et estimé le recouvrement selon l'échelle d'abondance-dominance. (**BRAUN-BLANQUET *et al.*, 1952**):

- + : individus rares (ou très rares) et recouvrement très faible.
- 1 : individus assez abondants, mais recouvrement faible.
- 2 : individus très abondants, recouvrement au moins $1/20$.
- 3 : nombre d'individus quelconque, recouvrement $1/4$ à $1/2$.
- 4 : nombre d'individus quelconque, recouvrement $1/2$ à $3/4$.
- 5 : nombre d'individus quelconque, recouvrement plus de $3/4$.

D'après le couvert observé nous avons choisi une espèce représentative et abondante et qui se trouve pratiquement dans toutes les directions et aussi à l'intérieure de la cimenterie pour effectuer le dosage de certains polluants.

Nous avons réalisé des prélèvements pour les dosages à différentes distances de la cimenterie à savoir dans chaque direction (Nord, Est, Ouest et Sud) mais faute de moyens de dosage nous avons retenu uniquement ceux prélevés à 50 m et 450 m dans toutes les directions. Un autre prélèvement a été réalisé au sein de la cimenterie.

Partie II : Matériel et méthodes

Tableau- III- Points de prélèvement de la végétation pour le dosage des métaux lourds

Lieu des prélèvements	N° d'échantillon
Dans la cimenterie	E1
Côté Sud de la cimenterie	à 50 m : E2
	à 450m : E2'
Côté Ouest de la cimenterie	à 50 m : E3
	450 m : E3'
Côté Est de la cimenterie	à 50m : E4
	à 450m : E4'
Côté Nord de la cimenterie	à 50m : E5
	à 450m : E5'

Les feuilles ont été soigneusement prélevées, rangées dans des sacs en plastiques, étiquetés, transportées au laboratoire, séchées sans lavage à l'air libre pendant 15 jours et broyées par la suite.

Les racines ont été soigneusement prélevées, rangées dans des sacs en plastiques, étiquetés, transportées au laboratoire, lavées, séchées à l'air libre pendant 15 jours et broyées par la suite.

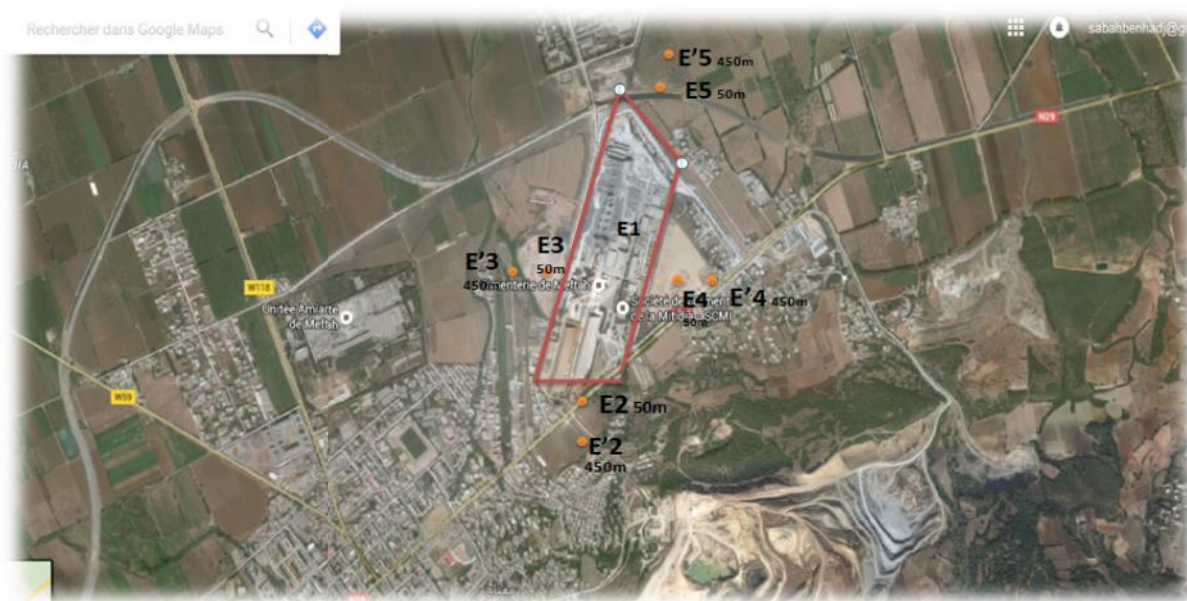


Figure.12 : La localisation des points de prélèvement des plantes (Google Earth, 2015)

Partie II : Matériel et méthodes

➤ Le relevé pédologique :

C'est un prélèvement de la partie superficielle de sol (0 -10 cm) au pied des plantes prélevées en vue de réaliser les différentes analyses. Faut de moyens, nous n'avons pu effectuer les analyses que pour les échantillons prélevés à 450m dans toutes les directions. Le choix de cette distance a été motivé par le fait que des champs cultivés et des vergers se trouvent à cette distance de la cimenterie.

Tableau- IV- Points de prélèvement du sol pour le dosage des métaux lourds

E1	Dans la cimenterie
E2	450m, Sud de la cimenterie
E3	450m, Ouest de la cimenterie
E4	450m, Est de la cimenterie
E5	450m, Nord de la cimenterie

Une fois prélevés et séchés à l'air libre, les échantillons de terre (sol) ont été conditionnés dans des sacs de polyéthylène, puis destinés aux analyses physico-chimiques (analyse granulométrique, matière organique, pH, capacité d'échange cationique) et au dosage des métaux lourds.

Partie II : Matériel et méthodes

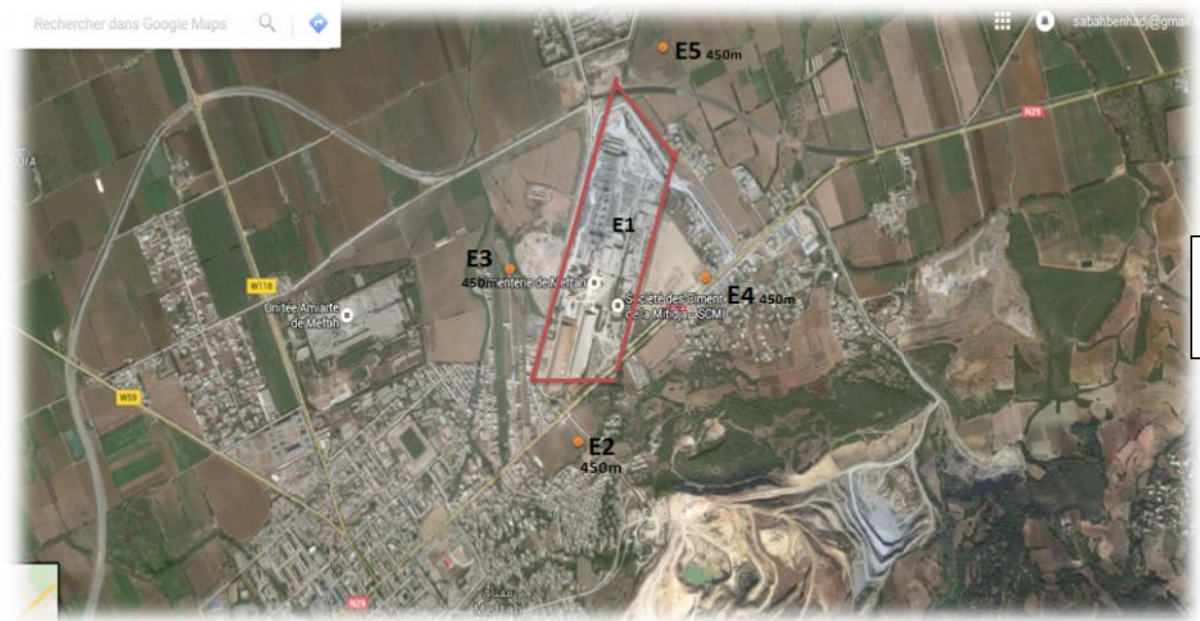


Figure.13 : La localisation des points de prélèvement de sol (Google Earth, 2015).

II.2.2. Analyse des échantillons :

II.2.2.1. Analyse du sol :

II.2.2.1.1. Prétraitement du sol avant analyse :

Au laboratoire, les échantillons de sol ont subis des préparations préalables. Il s'agit : d'un séchage à l'étuve à une température de 105°C, broyage, tamisage à travers un tamis de 2mm de diamètre afin de séparer la terre fine (fraction inférieure à 2mm) et homogénéisation du sol, et enfin la conservation des échantillons pour les différentes analyses. . (Namani et al, 2014).

II.2.2.1.2. Analyses physico-chimiques du sol :

Les analyses physico-chimiques du sol qui ont été réalisées sont: le pH, la granulométrie, la matière organique, et la capacité d'échange cationique.

➤ Détermination du pH (Zhao et kaluarachchi, 2002):

La mesure du pH définit la concentration d'ions H^+ dans la phase liquide du sol.

- **But** : il s'agit de déterminer l'acidité du sol étudié.
- **Principe** : il est mesuré à l'aide d'une électrode de verre, dont le potentiel varie en fonction de la concentration des ions hydrogènes suivant l'équation de Nernst .Ce potentiel est mesuré par rapport à une électrode de référence.

Partie II : Matériel et méthodes

- **Mode opératoire:** un échantillon de 10 g de sédiment est pesé et introduit dans un bécher, auquel 20 ml d'eau distillée seront rajoutés par la suite. Le contenu de bécher est soumis à une agitation à l'aide d'un agitateur magnétique pendant 60 minutes, ce qui permet de mettre en suspension la totalité de l'échantillon. La suspension obtenue est laissée au repos pendant 2h puis le pH est mesuré à l'aide d'un pH mètre de type Hanna pH 211 à température ambiante.
- **Expression des résultats:** les valeurs du pH sont directement lues sur le cadran du pH mètre.

➤ **Détermination de la matière organique (Baize, 2000) :**

La détermination de la matière organique se fait par oxydation au mélange sulfachromique, puis par dosage colorimétrique.

- **Principe :** par une réaction d'oxydation, le carbone de la matière organique est brûlé en CO_2 , le bichromate ayant réagi sera estimé.
- **Mode opératoire :** Dans une fiole conique de 250 ml nous avons introduit 2 g de terre fine, auquel nous avons rajouté 10 ml de solution de bichromate à 8% à l'aide d'une pipette. Nous rajoutons par la suite 15 ml d'acide sulfurique concentré à l'aide d'une éprouvette graduée. Le mélange ainsi préparé est porté à ébullition modérée pendant 5 mn à compter de la première goutte de condensation. Après refroidissement, le mélange est transvasé dans un ballon jaugé de 200 ml et l'Erlenmeyer est lavé avec 150 ml d'eau distillée et complété au volume.

Après homogénéisation, nous prélevons à l'aide d'une pipette 20 ml de solution que nous traversons dans un Erlenmeyer de 250 ml et que nous diluons par 150 ml d'eau distillée. 3 à 4 gouttes de diphénylamine sont rajoutées. Nous rajoutons par la suite 1,5 g de fluorure de sodium (NaF) en poudre ou 5 ml de solution à 3%. Ce sel permet d'obtenir un virage plus sensible en rendant les ions ferriques inactifs par la formation de sel peu dissociable.

- Nous titrons en agitant avec la solution de Mohr 0,2 N. La couleur passe du brun violacé au bleu vert. Soit N le nombre de ml de sels de Mohr versés.
- Le témoin est préparé dans les mêmes conditions mais dépourvu de sol.

Partie II : Matériel et méthodes

- **Expression des résultats** : le pourcentage de la matière organique du sol est déduit par la formule (**Anonyme 2**) :

$$\text{MO \%} = \text{C \%} \frac{100}{50}$$

➤ **Analyse granulométrique par sédimentation : Méthode à la pipette de Robinson (Bnider)**

- **But** : l'analyse granulométrique a pour objectif de classer les particules minérales du sol par catégories selon leurs diamètres afin de déterminer sa texture.
- **Principe** : les fractions grossières (sable fin et sable grossier) sont obtenues par tamisage et la séparation des fractions fines (argiles, limon) a été effectuée par sédimentation.

- **Mode opératoire** : l'analyse passe par deux étapes :

- 1- Destruction de la matière organique et des agrégats par l'eau oxygénée.
- 2- L'addition d'hexametaphosphate de sodium à 80 % dans des allonges remplies d'eau distillée à 1 litre pour une mise en suspension des particules du sol et la dispersion des particules d'argile.

La séparation des différentes classes s'effectue par sédimentation gravitaire pour les fractions fines et par tamisage pour les fractions de diamètres supérieurs.

➤ **Détermination de la capacité d'échanges cationique (Jackson, 1958) :**

- **But** : est de connaître la teneur en éléments cationiques échangeables (K, Ca, Mg, Na), connaître le fonctionnement du sol.
- **Principe** : la détermination se base sur la saturation du complexe adsorbant par l'acétate de sodium, lavage avec l'alcool et déplacement avec l'acétate d'ammonium à l'aide d'une centrifugeuse. La capacité d'échange cationique effective est obtenue par la somme Ca, Mg, K, Na exprimée en meq/100gde sol.
- **Mode opératoire** : l'échantillon de sol est d'abord saturé en ions sodium (Na^+) par centrifugation successives avec une solution d'acétate de sodium ($\text{CH}_3\text{CO}_2 \text{Na}$) à 1N. L'ion sodium est ensuite déplacé avec une solution d'acétate d'ammonium ($\text{CH}_3\text{CO}_2 \text{NH}_4$) à 1N. Les ions sodium déplacés sont dosés par spectromètre à flamme.

II.2.2.1.3. Dosage des métaux lourds dans le sol :

La quantité de polluant extraite dépend à la fois de la méthode d'extraction utilisée et de la composition physico-chimique du sol. Après minéralisation, les métaux lourds contenus dans les échantillons sont dosés par spectroscopie d'absorption atomique à flamme (SAA).

- **Principe de la spectroscopie d'absorption atomique à flamme M'babaAhmed, 2012) :**

La SAA est fondée sur le principe que les atomes libres peuvent absorber la lumière d'une certaine longueur d'ondes. L'absorption de chaque élément est spécifique, aucun autre élément n'est absorbé à cette longueur d'ondes. L'absorption de lumière par les atomes fournit ainsi un puissant instrument analytique à la fois pour l'analyse quantitative et qualitative.

L'élément à doser doit être en solution diluée. La spectrométrie permet en effet un dosage d'élément sous forme de traces. La lampe à utiliser doit émettre des photons dont l'énergie correspond à l'excitation d'un atome (lampe à cathode creuse mono-élément).

- **Mode opératoire (CRAPC) :**
 - ✓ **Préparation des échantillons :**

Nous pesons 10g de sol pour chaque échantillon que nous mettons dans des béchers, préalablement nettoyés, rincés et séchés. Ces béchers sont disposés à une température de 105 °C pendant 24h dans le four Pasteur.

- ✓ **Digestion :**

Nous pesons 1g de sol pour chaque échantillon en utilisant une spatule dans des tubes à téflon auquel nous rajoutons 5ml acide nitrique (HNO_3) à 65% et 5ml acide Chloridrique (HCl) à 36,5 – 38 % sous une hotte aspirante. Ces tubes sont mis ensuite dans le four Pasteur à une température de 80°C pendant 24h.

- ✓ **Filtration :**

- Nous plaçons un filtre de membrane de wattmen 0,45 μm dans une clique de filtration sous vide à tuyaux à gaz, nous versons ensuite le contenu du tube de téflon de chaque échantillon.
- La matière organique est coincée dans le filtre à membrane de wattmen et la solution pénètre à travers le papier filtre à membrane de wattmen.

Partie II : Matériel et méthodes

- La solution est récupérée dans une fiole jaugée de 100 ml que nous complétons à l'eau distillée jusqu'au trait de jauge.
- Les échantillons sont prêts pour l'analyse des métaux lourds par spectroscopie d'absorption atomique à flamme (SAA) Agilent 140/240/280; Series AA.

II.2.2.1.4. Dosage des métaux lourds dans la végétation (C.N.T) :

Le dosage des métaux lourds par absorption atomique est précédé par une série de manipulations. La détermination des teneurs totales en éléments traces métalliques (ETM) à partir de la poudre végétale issue des feuilles et des racines nécessite une minéralisation et une mise en solution. La quantification des métaux lourds en solution a été réalisée par spectrométrie d'absorption atomique à flamme.

- **Mode opératoire :**

Pour extraire les métaux lourds des 20 échantillons de plantes préalablement séchés pendant 15 jours à l'air libre, broyés et introduits dans des tubes en verre , auquel nous rajoutons 0,5ml d'acide nitrique (HNO_3) à 50mg de poudre végétale par une micropipette de 500 μl sous une hotte aspirante. Les tubes sont ensuite mis dans l'étuve à une température de 60°C pendant 20h pour la minéralisation. On retire les tubes de l'étuve, on ajoute l'eau distillée jusqu'à avoir une solution de 5ml.

L'analyse des métaux lourds est ensuite effectuée par spectroscopie d'absorption atomique à flamme Agilent 140/240/280; Séries AA.

III.1. Couvert végétal :

III.1.1. Description du couvert végétal :

Le coefficient d'abondance-dominance est de 3 à 4 selon l'échelle de BRAUN-BLANQUET ce qui signifie que le couvert végétal au tour de la cimenterie est assez important allant de 1/4 à 3/4 de la surface échantillonnée.

Il s'agit d'une végétation spontanée, formée de plantes herbacées annuelles ou bisannuelles en plus de certaines espèces pérennes et introduites. Nous avons parcouru le côté Sud (**Figure.14**), Ouest (**Figure.15**), Nord (**Figure. 16**) et Est (**Figure.17**) de la cimenterie ainsi que l'espace interne de la cimenterie.

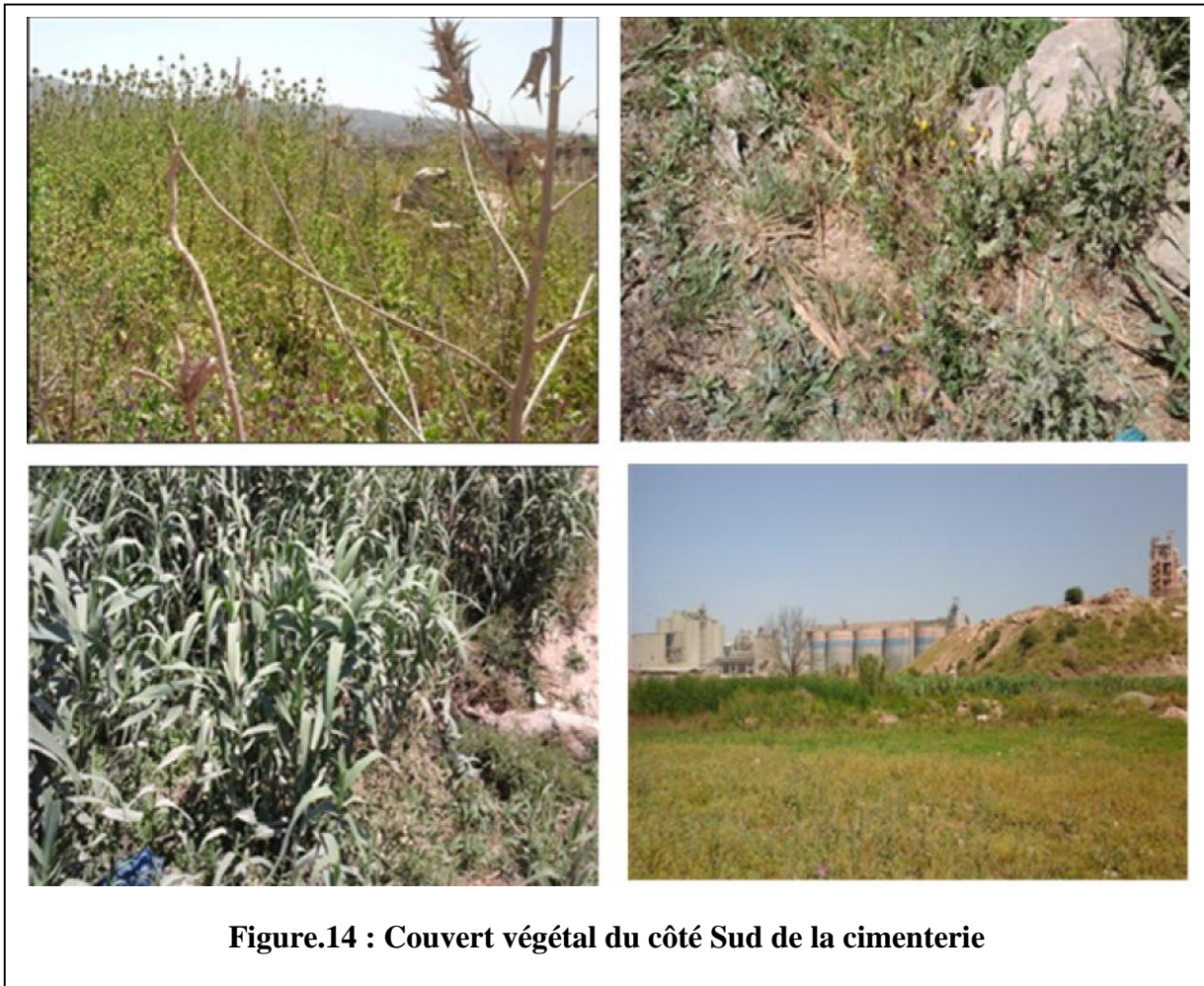




Figure.15 : Couvert végétal du côté Ouest de la cimenterie



Figure.16 : Couvert végétal du côté Nord de la cimenterie



Figure.17 : Couvert végétal du côté Est de la cimenterie

La zone qui entoure la cimenterie est constituée de champs cultivés, de vergers, d'agglomérations ainsi que des pelouses auxquelles nous nous sommes intéressés.

Il est à signaler que les émissions de poussières dans l'atmosphère ont largement diminué ces dernières années notamment après installation des filtres et renouvellement régulier de ces derniers (**figure.18**).

Ces constatations que nous avons faites nous ont été confirmées par la direction de la cimenterie ainsi que par les riverains.

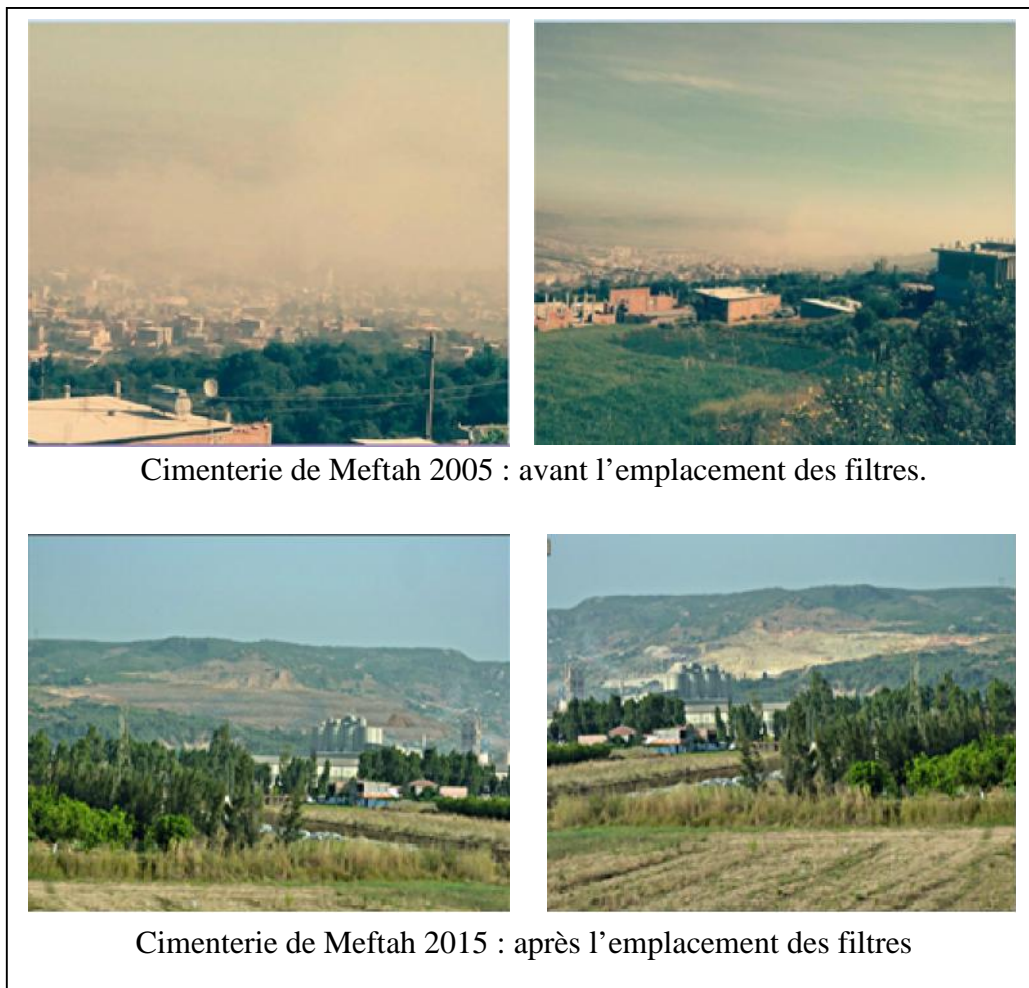


Figure.18 : Cimenterie de Meftah avant et après installation des filtres.

III.1.2. Richesse spécifique de la zone d'étude :

L'inventaire que nous avons effectué a concerné l'espace interne de la cimenterie et les zones limitrophes de la cimenterie là où la végétation existe. Il s'agit de la végétation spontanée ainsi que certaines espèces cultivées en dehors des champs et des vergers.

Nous avons rassemblé les espèces inventoriées que nous avons réussi à identifier dans les **tableaux : V, VI, VII, VIII, IX, X (APGIII, 2003).**

Partie III : Résultats et discussion

Tableau –V - : Inventaire des espèces végétales au sein de la cimenterie.

Nom commun	Nom scientifique	Famille
Avoine sauvage	<i>Avena sterilis</i>	Poaceae
Bourrache officinale	<i>Borago officinalis</i>	Boraginaceae
Brome des champs	<i>Bromus arvensis</i>	Poaceae
Cyprès	<i>Cupressus sp</i>	Cupressaceae
Carotte sauvage	<i>Daucus sp</i>	Apiaceae
Faux poivrier	<i>Schinus molle</i>	Anacardiaceae
Ray grass	<i>Lolium perene</i>	Poaceae
Lantanier	<i>Lantana camara</i>	Verbenaceae
Laurier rose	<i>Nerium oleander</i>	Apocynaceae
Mimosa	<i>Acacia retinodes</i>	Mimosaceae
Mouron rouge	<i>Anagalis arvensis</i>	Primulaceae
Neflier	<i>Mespilus germanica</i>	Rosaceae
Oxalis pied de chèvre	<i>Oxalis pes-caprae</i>	Oxalidaceae
Palmier	<i>Phoenix canariensis</i>	Arecaceae
Palmier nain	<i>Chamaerops humilis</i>	Arecaceae
Pin	<i>Pinus sp</i>	Pinaceae
Plantain lancéolé	<i>Plantago lanceolata</i>	Plantaginaceae
Romarin	<i>Rosmarinus officinalis</i>	Lamiacées
Rosier	<i>Rosa sp</i>	Rosaceae
Asperge sauvage	<i>Asparagus acutifolius</i>	Liliaceae
Filao à feuilles de prêles	<i>Casuarina equisetifolia</i>	Casuarinaceae
Camomille maritime	<i>Anthemis maritima</i>	Asteraceae
Amarante hybride	<i>Amaranthus hybridus</i>	Amaranthaceae
Séneçon bicolore	<i>Senecio bicolor</i>	Asteraceae
Epiaire hérissée	<i>Stachys ocymastrum</i>	Lamiaceae
Galactite cotonneux	<i>Galactites tomentosa</i>	Asteraceae
Vipérine à feuille de plantain	<i>Echium Plantagineum</i>	Boraginaceae

Partie III : Résultats et discussion

Tableau -VI- : Inventaire des espèces végétales en face l'entrée de la cimenterie au bord de la route.

Nom commun	Nom scientifique	Famille
Arisarumvulgare	<i>Arum arisarum</i>	Araceae
Bourrache officinale	<i>Borago officinalis</i>	Boraginaceae
Crépis à feuilles de pissenlit	<i>Crepis vesicaria</i>	Asteraceae
Epiaire hérissée	<i>Stachys ocymastrum</i>	Lamiaceae
Euphorbe	<i>Euphorbia sp</i>	Euphorbiaceae
Framboisier	<i>Rubus Idaeus</i>	Rosaceae
Galactite cotonneux	<i>Galactites tomentosa</i>	Asteraceae
Nerprun alaterne	<i>Rhamnus alaternus</i>	Rhamnaceae
Ortie à membranes, Ortie douteuse	<i>Urtica membranacea</i>	Urticaceae
Oxalis pied de chèvre	<i>Oxalis pes-caprae</i>	Oxalidaceae
Ricin commun	<i>Ricinus communis</i>	Euphorbiaceae
Vipérine à feuille de plantain	<i>Echium Plantagineum</i>	Boraginaceae

Tableau -VII- : Inventaire des espèces végétales en face la cimenterie devant la ferme lieudit Elkhadra.

Nom commun	Nom scientifique	Famille
Avocat	<i>Persea americana</i>	Lauraceae
Caoutchouc	<i>Ficus elastica</i>	Moraceae
Epiaire hérissée	<i>Stachys ocymastrum</i>	Lamiaceae
Erigéron crépu	<i>Erigeron bonariensis</i>	Asteraceae
Eucalyptus commun	<i>Eucalyptus globulus</i>	Myrtaceae
Euphorbe	<i>Euphorbia sp</i>	Euphorbiaceae
Faux-poivrier	<i>Schinus molle</i>	Anacardiaceae
Galactite cotonneux	<i>Galactites tomentosa</i>	Asteraceae
Mercuriale des montagnes	<i>Mercurialis sp</i>	Euphorbiaceae
Parietaire	<i>Parietaria officinalis</i>	Urticaceae
Vipérine à feuille de plantain	<i>Echium Plantagineum</i>	Boraginaceae

Partie III : Résultats et discussion

Tableau -VIII- : Inventaire des espèces végétales à environ 100 mètre de la cimenterie du côté Nord.

Nom commun	Nom scientifique	Famille
Acanthe épineuse	<i>Acanthus sp</i>	Acanthaceae
Amarante hybride	<i>Amaranthus hybridus</i>	Amaranthaceae
Asperge sauvage	<i>Asparagus acutifolius</i>	Liliaceae
Blanc rampe fumeterre	<i>Fumaria capreolata</i>	Papaveraceae
Bourrache officinale	<i>Borago officinalis</i>	Boraginaceae
Bryone dioïque	<i>Bryonia dioica</i>	Cucurbitaceae
Épiaire hérissée	<i>Stachys ocymastrum</i>	Lamiaceae
Euphorbe	<i>Euphorbia sp</i>	Euphorbiaceae
Euphorbe réveille-matin	<i>Euphorbia helioscopia</i>	Euphorbiaceae
Fausse jacinthe d'Espagne	<i>Scilla hispanica</i>	Hyacinthaceae
Faux poivrier	<i>Schinus molle</i>	Anacardiaceae
Ficairie	<i>Ficaria sp</i>	Ranunculaceae
Galactite cotonneux	<i>Galactites tomentosa</i>	Asteraceae
Gommier du Cap	<i>Acacia horrida</i>	Mimosaceae
gouet à capuchon	<i>Arum arisarum</i>	Araceae
Laiteron	<i>Sonchus oleraceus</i>	Asteraceae
Lierre	<i>Hedera helix</i>	Araliaceae
Menthe du Nil	<i>Mentha rotundifolia</i>	Lamiaceae
Ortie dioïque, Grande Ortie	<i>Urtica dioica</i>	Urticaceae
Oxalis pied de chèvre	<i>Oxalis pes-caprae</i>	Oxalidaceae
Parietaire	<i>Parietaria officinalis</i>	Urticaceae
Pimprenelle	<i>Sanguisorba minor</i>	Rosaceae
Plantainlancéolé	<i>Plantago lanceolata</i>	Plantaginaceae
Vipérine à feuille de plantain	<i>Echium Plantagineum</i>	Boraginaceae
Volubilis	<i>Ipomea learii</i>	Convolvulaceae

Partie III : Résultats et discussion

Tableau -IX- : Inventaire des espèces végétales du côté Est de la cimenterie.

Nom commun	Nom scientifique	Famille
Asperge sauvage	<i>Asparagus acutifolius</i>	Liliaceae
Avoine de champs	<i>Avena sterilis</i>	Poaceae
Bourrache officinale	<i>Borago officinalis</i>	Boraginaceae
Brome des champs	<i>Bromus arvensis</i>	Poaceae
Carotte sauvage	<i>Daucus sp</i>	Apiaceae
Chardon d'Espagne	<i>Scolymus hispanicus</i>	Asteraceae
Chardon-Marie	<i>Silybum marianum</i>	Asteraceae
Épiaire hérissée	<i>Stachys ocymastrum</i>	Lamiaceae
Eucalyptus commun	<i>Eucalyptus globulus</i>	Myrtaceae
Euphorbe	<i>Euphorbia sp</i>	Euphorbiaceae
Figuier	<i>Ficus carica</i>	Moraceae
Galactite cotonneux	<i>Galactites tomentosa</i>	Asteraceae
Girarde jaune	<i>Barbarea vulgaris</i>	Brassicaceae
Gommier du Cap	<i>Acacia horrida</i>	Mimosaceae
Lagure ovale	<i>Lagurus ovatus</i>	Poaceae
Laurier rose	<i>Nerium oleander</i>	Apocynaceae
Lavatère	<i>Lavatera cretica</i>	Malvaceae
Olivier	<i>Olea europeae</i>	Oleaceae
Oxalis pied de chèvre	<i>Oxalis pes-caprae</i>	Oxalidaceae
Parietaire	<i>Parietaria officinalis</i>	Urticaceae
Pistachier	<i>Pistacia sp</i>	Anacardiaceae
Ricin commun	<i>Ricinus communis</i>	Euphorbiaceae
Vipérine à feuille de plantain	<i>Echium Plantagineum</i>	Boraginaceae

Partie III : Résultats et discussion

Tableau -X- : Inventaire des espèces végétales du côté Nord de la cimenterie.

Nom commun	Nom scientifique	Famille
Asperge sauvage	<i>Asparagus acutifolius</i>	Liliaceae
Avoine de champs	<i>Avena sterilis</i>	Poaceae
Bourrache officinale	<i>Borago officinalis</i>	Boraginaceae
Brome des champs	<i>Bromus arvensis</i>	Poaceae
Canne de Provence	<i>Arundo donax</i>	Poaceae
Carotte sauvage	<i>Daucus sp</i>	Apiaceae
Chardon-Marie	<i>Silybum marianum</i>	Asteraceae
Epiaire hérissée	<i>Stachys ocymastrum</i>	Lamiaceae
Eucalyptus commun	<i>Eucalyptus globulus</i>	Myrtaceae
fenouil commun	<i>Foeniculum vulgare</i>	Apiaceae
Figuier	<i>Ficus carica</i>	Moraceae
Galactite cotonneux	<i>Galactites tomentosa</i>	Asteraceae
Girarde jaune	<i>Barbarea vulgaris</i>	Brassicaceae
Lagure ovale	<i>Lagurus ovatus</i>	Poaceae
Laiteron des champs	<i>Sonchus arvensis</i>	Asteraceae
Laurier rose	<i>Nerium oleander</i>	Apocynaceae
Lavatère	<i>Lavatera cretica</i>	Malvaceae
Chrysanthème des moissons	<i>Chrysanthemum segetum</i>	Asteraceae
Menthe du Nil	<i>Mentha rotundifolia</i>	Lamiaceae
Oxalis pied de chèvre	<i>Oxalis pes-caprae</i>	Oxalidaceae
Renoncule rampante	<i>Ranunculus repens</i>	Ranunculaceae
Vipérine à feuille de plantain	<i>Echium Plantagineum</i>	Boraginaceae

Partie III : Résultats et discussion

Tableau -XI- : Inventaire des espèces végétales du côté Ouest de la cimenterie.

Nom commun	Nom scientifique	Famille
Avoine de champs	<i>Avena sterilis</i>	Poaceae
Bourrache officinale	<i>Borago officinalis</i>	Boraginaceae
Brome des champs	<i>Bromus arvensis</i>	Poaceae
Carotte sauvage	<i>Daucus sp</i>	Apiaceae
Chardon d'Espagne	<i>Scolymus hispanicus</i>	Asteraceae
Chardon-Marie	<i>Silybum marianum</i>	Asteraceae
Épiaire hérissée	<i>Stachys ocymastrum</i>	Lamiaceae
Eucalyptus commun	<i>Eucalyptus sp</i>	Myrtaceae
Galactite cotonneux	<i>Galactite stomentosa</i>	Asteraceae
Girarde jaune	<i>Barbarea vulgaris</i>	Brassicaceae
Lagure ovale	<i>Lagurus ovatus</i>	Poaceae
Laurier rose	<i>Nerium oleander</i>	Apocynaceae
Lavatère	<i>Lavatera cretica</i>	Malvaceae
Mimosa	<i>Acacia Dealbata</i>	Mimosaceae
Oxalis pied de chèvre	<i>Oxalis pes-caprae</i>	Oxalidaceae
Vipérine à feuille de plantain	<i>Echium Plantagineum</i>	Boraginaceae

Tableau -XII- Inventaire des espèces végétales du côté Sud de la cimenterie

Nom commun	Nom scientifique	Famille
Astragale spatulé	<i>Racemosus astragalus</i>	Fabaceae
Avoine de champs	<i>Avena sterilis</i>	Poaceae
Barbarée commune	<i>Barbarea vulgaris</i>	Brassicaceae
Bourrache officinale	<i>Borago officinalis</i>	Boraginaceae
Brome des champs	<i>Bromus arvensis</i>	Poaceae
Canne de Provence	<i>Arundo donax</i>	Poaceae
Carotte sauvage	<i>Daucus sp</i>	Apiaceae
Chardon-Marie	<i>Silybum marianum</i>	Asteraceae
Chrysanthème à couronnes	<i>Chrysanthemum coronarium</i>	Asteraceae
Épiaire hérissée	<i>Stachys ocymastrum</i>	Lamiaceae

Partie III : Résultats et discussion

Eucalyptus commun	<i>Eucalyptus globulus</i>	Myrtaceae
Galactite cotonneux	<i>Galactites tomentosa</i>	Asteraceae
Lagure ovale	<i>Lagurus ovatus</i>	Poaceae
Laurier rose	<i>Nerium oleander</i>	Apocynaceae
Lavatère	<i>Lavatera cretica</i>	Malvaceae
Olivier	<i>Olea europeae</i>	Oleaceae
Oxalis pied de chèvre	<i>Oxalis pes-caprae</i>	Oxalidaceae
Ricin commun	<i>Ricinus communis</i>	Euphorbiaceae
Vipérine à feuille de plantain	<i>Echium Plantagineum</i>	Boraginaceae

Nous avons classé les 68 espèces recensées selon leur fréquence dans les différents sites échantillonnés (**tableau - XIII -**); il en ressort :

- ✓ Cinq espèces spontanées communes se retrouvant au sein de la cimenterie ainsi que ses environs avec un taux de recouvrement élevé. Il s'agit d'*Echium Plantagineum*, *Oxalis pes-caprae*, *Galactites tomentosa* *Borago officinalis* et *Stachys ocymastrum*. Ces espèces sont très largement répandues.
- ✓ Environ huit espèces qui se trouvent dans quatre sites échantillonnés. Il s'agit d'*Avena sterilis*, *Bromus arvensis*, *Daucus sp* *Silybum marianum*, *Eucalyptus globulus*, *Barbarea vulgaris*, *Nerium oleander* et *Lavatera cretica*. Ce sont majoritairement des espèces spontanées à l'exception de l'*Eucalyptus globulus* qui est une espèce introduite avec un recouvrement moins important que les premières.
- ✓ Trois espèces spontanées assez abondante mais se trouvant uniquement dans trois sites échantillonnés, il s'agit d'*Asparagus acutifolius*, *Euphorbia sp* et *Lagurus ovatus*.
- ✓ Cinquante-deux espèces environs ont été recensées dans un ou deux sites échantillonnés, il s'agit principalement d'espèces introduites ou cultivées par les riverains, la surface recouverte par ces espèces est généralement limitée.

Partie III : Résultats et discussion

Tableau -XIII- Classement des espèces selon leur fréquences dans les sites échantillonnés

Nom commun	Nom scientifique	Famille
Bourrache officinale	<i>Borago officinalis</i>	Boraginaceae
Épiaire hérissée	<i>Stachys ocymastrum L.</i>	Lamiaceae
Galactite cotonneux	<i>Galactites tomentosa</i>	Asteraceae
Oxalis pied de chèvre	<i>Oxalis pes-caprae</i>	Oxalidaceae
Vipérine à feuille de plantain	<i>EchiumPlantagineum L.</i>	Boraginaceae
Avoine de champs	<i>Avena sterilis</i>	Poaceae
Brome des champs	<i>Bromus arvensis</i>	Poaceae
Carotte sauvage	<i>Daucus sp</i>	Apiaceae
Chardon-Marie	<i>Silybum marianum</i>	Asteraceae
Eucalyptus commun	<i>Eucalyptus globulus</i>	Myrtaceae
Girarde jaune	<i>Barbarea vulgaris</i>	Brassicaceae
Laurier rose	<i>Nerium oleander</i>	Apocynaceae
Lavatère	<i>Lavatera cretica</i>	Malvaceae
Asperge sauvage	<i>Asparagus acutifolius</i>	Liliaceae
Euphorbe	<i>Euphorbia sp</i>	Euphorbiaceae
Lagure ovale	<i>Lagurus ovatus</i>	Poaceae
Amarante hybride	<i>Amaranthus hybridus</i>	Amaranthaceae
Canne de Provence	<i>Arundo donax</i>	Poaceae
Faux poivrier	<i>Schinus molle</i>	Anacardiaceae
Figuier	<i>Ficus carica</i>	Moraceae
Gommier du Cap	<i>Acacia horrida</i>	Mimosaceae
Mimosa	<i>Acacia retinodes</i>	Mimosaceae
Olivier	<i>Olea europeae</i>	Oleaceae
Ricin commun	<i>Ricinus communis</i>	Euphorbiaceae
Acanthe épineuse	<i>Acanthus sp</i>	Acanthaceae
Astragale spatulé	<i>Astragalus racemosus</i>	Fabaceae
Avocat	<i>Persea americana</i>	Lauraceae
Blanc rampe fumeterre	<i>Fumaria capreolata</i>	Papaveraceae
Bryone dioïque	<i>Bryonia dioica</i>	Cucurbitaceae
Camomille maritime	<i>Anthemis maritima</i>	Asteraceae
Caoutchouc	<i>Ficus elastica</i>	Moraceae

Partie III : Résultats et discussion

Chardon d'Espagne	<i>Scolymus hispanicus</i>	Asteraceae
Chrysanthème à couronnes	<i>Chrysanthemum coronarium</i>	Asteraceae
Chrysanthème des moissons	<i>Chrysanthemum segetum</i>	Asteraceae
Crépis à feuilles de pissenlit	<i>Crepis vesicaria</i>	Asteraceae
Erigéron crépu	<i>Erigeron bonariensis</i>	Asteraceae
Euphorbe réveille-matin	<i>Euphorbia helioscopia</i>	Euphorbiaceae
Fausse jacinthe d'Espagne	<i>Scilla hispanica</i>	Hyacinthaceae (liliaceae)
Fenouil commun	<i>Foeniculum vulgare</i>	Apiaceae
Ficairie	<i>Ficaria sp</i>	Ranunculaceae
Filao à feuilles de prêle	<i>Casuarina equisetifolia</i>	Casuarinaceae
Framboisier	<i>Rubus Idaeus</i>	Rosaceae
Gouet à capuchon	<i>Arum arisarum</i>	Araceae
Laiteron	<i>Sonchus oleraceus</i>	Asteraceae
Laiteron des champs	<i>Sonchus arvensis</i>	Asteraceae
Lantanier	<i>Lantana camara</i>	Verbenaceae
Lierre	<i>Hedera helix</i>	Araliaceae
Menthe du Nil	<i>Mentha rotundifolia</i>	Lamiaceae
Mercuriale	<i>Mercurialis sp</i>	Euphorbiaceae
Mouron rouge	<i>Anagalis arvensis</i>	Primulaceae
Neflier	<i>Mespilus germanica</i>	Rosaceae
Nerprun alaterne	<i>Rhamnus alaternus</i>	Rhamnaceae
Ortie à membranes	<i>Urtica membranacea</i>	Urticaceae
Ortie dioïque, Grande Ortie	<i>Urtica dioïca</i>	Urticaceae
Palmier	<i>Phoenix canariensis</i>	Arecaceae
Palmier nain	<i>Chamaerops humilis</i>	Arecaceae
Parietaire	<i>Parietaria officinalis</i>	Urticaceae
Pimprenelle	<i>Sanguisorba minor</i>	Rosaceae
Pin	<i>Pinus sp</i>	Pinaceae
Pistachier	<i>Pistacia sp</i>	Anacardiaceae
Plantain lancéolé	<i>Plantago lanceolata</i>	Plantaginaceae
Ray-grass	<i>Lolium perene</i>	Poaceae
Renoncule rampante	<i>Ranunculus repens</i>	Ranunculaceae

Partie III : Résultats et discussion

Romarin	<i>Rosmarinus officinalis</i>	Lamiaceae
Rosier	<i>Rosa sp</i>	Rosaceae
Séneçon bicolore	<i>Senecio bicolor</i>	Asteraceae
Eucalyptus commun	<i>Eucalyptus sp</i>	Myrtaceae
Volubilis	<i>Ipomea learii</i>	Convolvulaceae

	Espèces présentes dans tous les sites échantillonnés
	Espèces présentes dans quatre sites échantillonnés
	Espèces présentes dans trois sites échantillonnés
	Espèces présentes dans deux sites échantillonnés
	Espèces présentes dans un seul site échantillonné

III.1.3. Spectre systématique

Les espèces recensées dans la présente étude sont environ 68 espèces. Elles se répartissent sur 37 familles (**tableau -annexe VI**).

La famille la plus représentée est la famille des Asteraceae avec 11 espèces, suivie de la famille des Poaceae avec 5 espèces, puis la famille des Rosaceae, la famille des Lamiaceae et la famille des Euphorbiaceae avec 4 espèces pour chacune. Le reste des familles est représenté par une à 3 espèces par famille. (**Figure.19**).

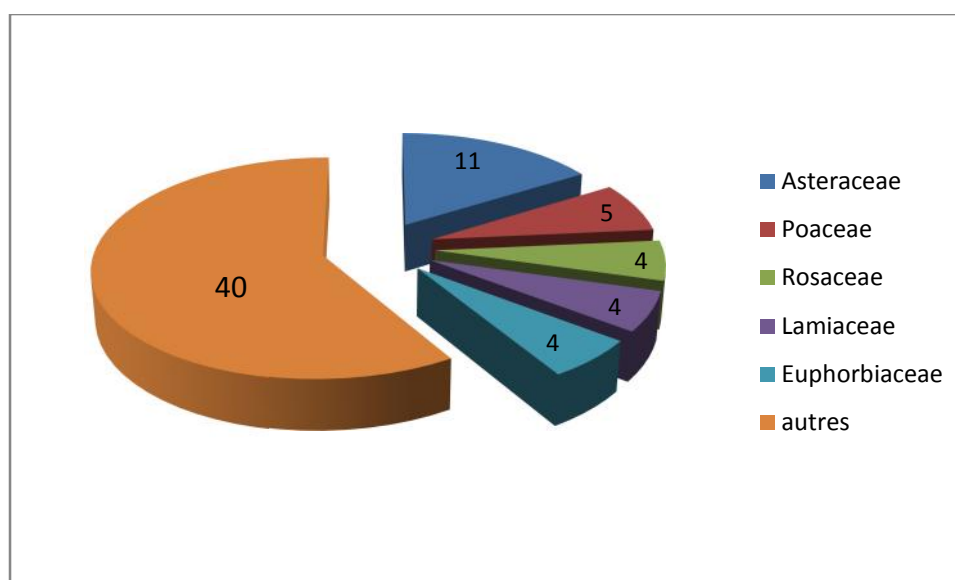


Figure.19 : Spectre systématique des espèces recensées aux alentours de la cimenterie de Meftah.

Partie III : Résultats et discussion

Cette diversité spécifique et systémique nous laisse supposer que la pollution est relativement faible étant donné que les familles recensées ne sont pas des familles connues pour leur tolérance aux polluants.

III.3. Analyse physico-chimique du sol :

III.3.1. Analyse granulométrique :

Les résultats de l'analyse granulométrique des échantillons étudiés nous ont permis de déduire leur texture d'après le triangle de texture (**Annexe IV**) et sont rassemblés dans le **tableau-XIV**.

Tableau-XIV - : Texture des sols étudiés

		Argile %	Limon fin %	Limon grossier %	Sable fin %	Sable grossier %	Texture %
E1	Dans la cimenterie	15,70	18,50	21,80	18,40	25,60	limoneuse
E2	450m, Sud de la cimenterie	23,70	21,50	17,60	5,60	31,60	limoneuse
E3	450m, Ouest de la cimenterie	38 ,70	23 ,80	18, 30	6 ,60	12 ,60	limono-argileuse
E4	450m, Est de la cimenterie	43 ,60	30 ,80	14 ,80	5,20	5,60	argile semi-limoneuse
E5	450m, Nord de la cimenterie	22 ,40	18,70	20,90	19	19	limoneuse

La texture de l'ensemble des sols étudiés d'après le triangle de texture USDA est une texture de prédominance limoneuse. Les éléments nutritifs sont bio-disponibles dans les textures limoneuses.

III.3.2. Détermination du pH :

Les valeurs du pH sont représentées sur la (figure.20). Le pH de l'ensemble des échantillons est alcalin oscillant entre les valeurs 7,66 et 8,56.

Ces valeurs de pH basique, peuvent être probablement dues à la présence de bicarbonates dans le sol qui ont une grande affinité à certains éléments traces métalliques. En effet, le pH faiblement à moyennement basique du sol limite la mobilité des métaux et favorise leur rétention par les particules du sol. (Begum, 2009).

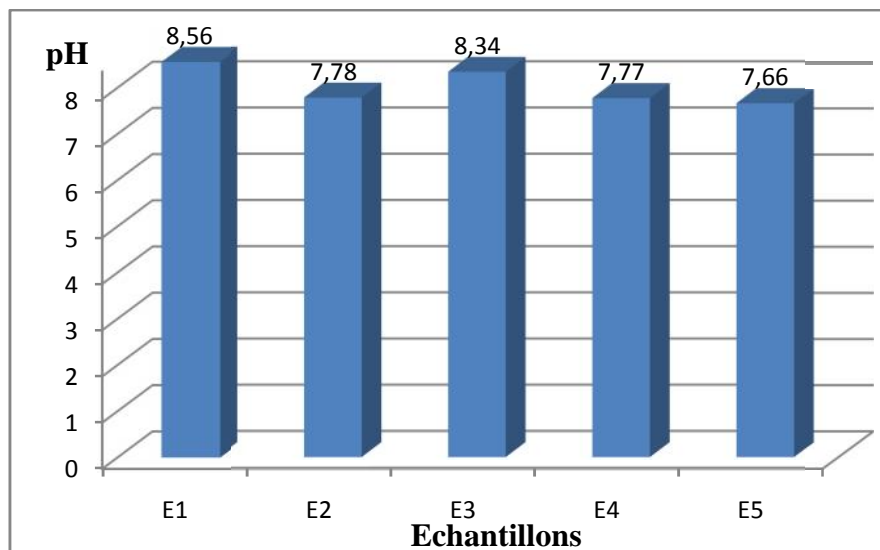


Figure.20 : Valeurs de pH des échantillons du sol étudié.

III.3.3. Détermination de la Matière organique :

Les valeurs de la matière organique dans les échantillons de sol étudié sont regroupées sur la (figure.21). D'après les résultats trouvés, il en ressort que les échantillons de sol étudié sont pauvres en matière organiques avec des taux allant de 0,5 % à 1,5 % valeurs appartenant à l'intervalle de sol pauvres en matière organiques.

Il est à noter qu'un sol est considéré comme pauvre en matière organique lorsque le taux de MO est $\leq 2\%$, moyen lorsque $2\% < MO \leq 5\%$ et riche lorsque $MO > 5\%$ (Anonyme 3).

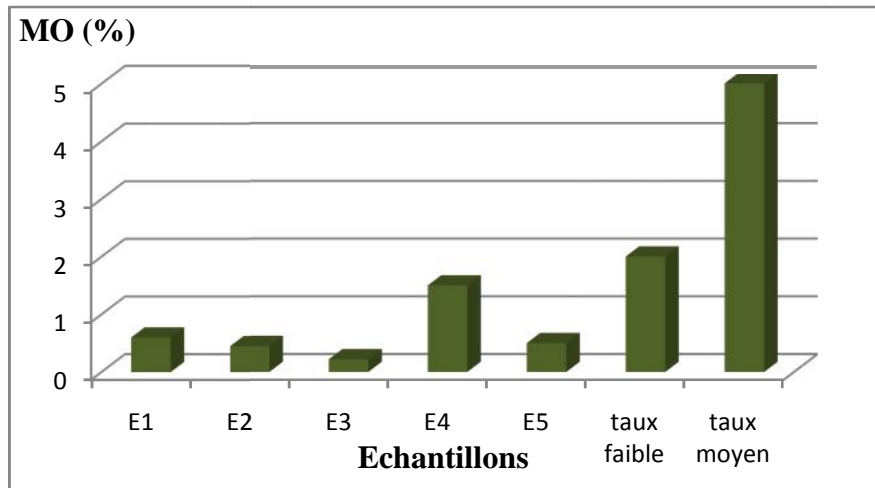


Figure.21 : Taux de la matière organique dans le sol étudié

III.3.4. Détermination de la capacité d'échange cationique (CEC)

Les valeurs de la capacité d'échange cationique dans les échantillons du sol étudié sont regroupées dans la **figure.22**.

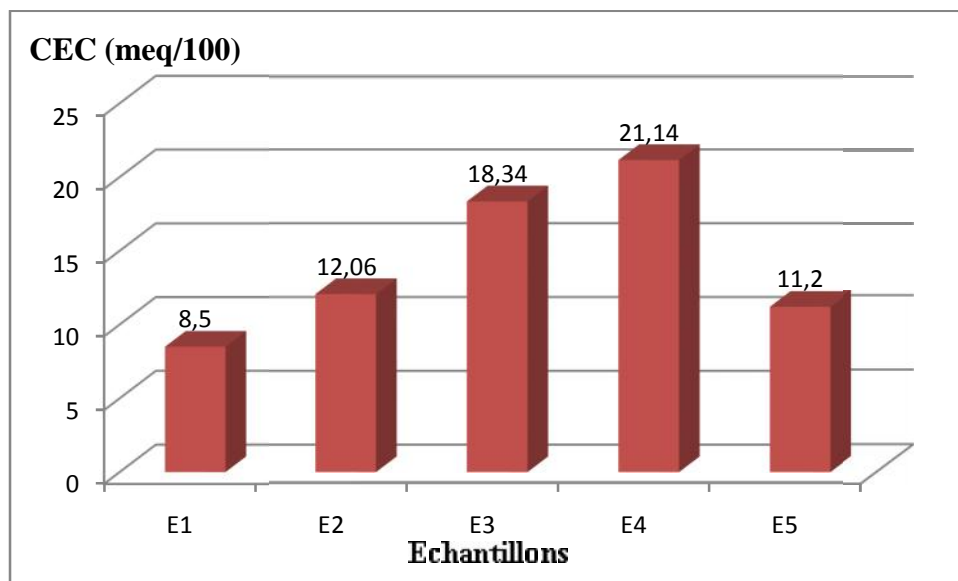


Figure.22 : Les valeurs de la capacité d'échange cationique dans le sol étudié

L'ensemble des échantillons de sol étudiés présente des valeurs assez faibles par rapport aux valeurs moyennes annoncées par (Alloway, 1995) 60 meq/100g pour un sol minéral et 200 meq/100g pour un sol organique. Plus la CEC est élevée, plus les cations métalliques (Cd, Cu, Pb, Co, Zn, Ni, Cr, Mn) sont adsorbés ou complexés par les matières organiques et les oxydes, donc moins assimilable par les plantes.

Partie III : Résultats et discussion

D'après les résultats des analyses physico-chimiques du sol, nous pouvons conclure que le sol de la zone d'étude est de bonne qualité, sa texture à prédominance limoneuse, sa CEC faible et son taux faible de matière organique augmentent la biodisponibilité des cations. L'état alcalin du pH limite le passage des métaux lourds aux plantes.

III.4. Teneurs en métaux lourds dans le sol

III.4.1. Teneurs en plomb dans le sol

Les teneurs en plomb trouvées dans le sol pour les cinq prélèvements effectués sont représentées dans la (figure.23).

Nous constatons que les teneurs du plomb varient entre ($17\mu\text{g} / \text{g}$ et $20,3 \mu\text{g} / \text{g}$). Les valeurs trouvées sont très proches et sont largement inférieures au seuil toléré par la norme AFNOR ($100 \mu\text{g}/\text{g}$).

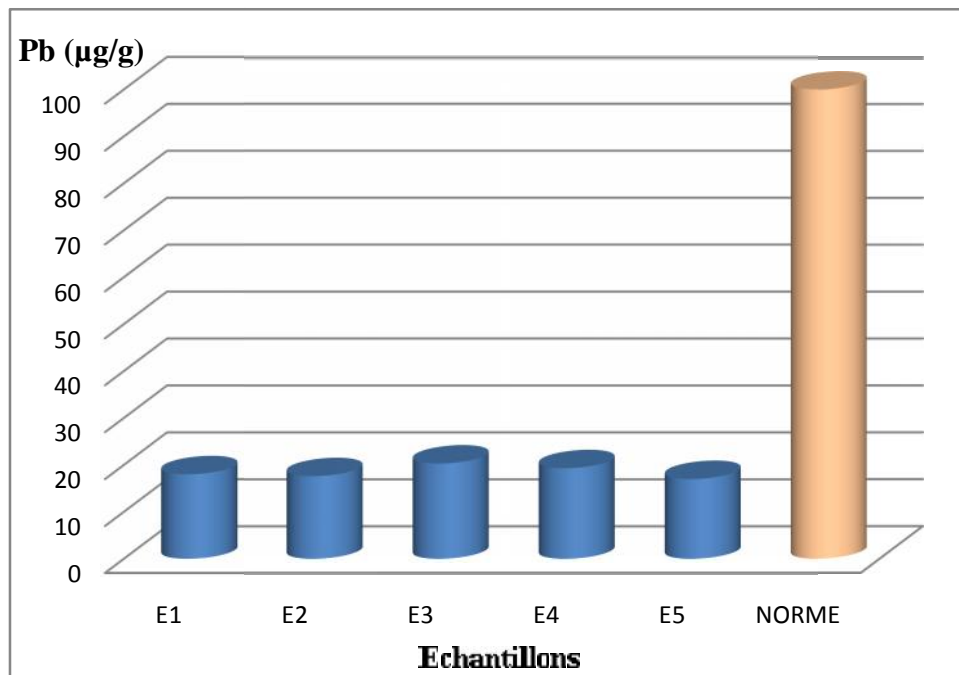


Figure.23: Teneur en plomb des échantillons de sol étudié.

III.4.2. Teneurs en cadmium dans le sol :

Les teneurs en cadmium trouvées dans le sol pour les cinq prélèvements effectués sont représentées dans la (figure.24).

Les teneurs en cadmium sont très rapprochées allant de ($0,5\mu\text{g}/\text{g}$ à $0,7\mu\text{g}/\text{g}$) pour l'ensemble des échantillons étudiés. Ces valeurs sont très faibles par rapport à la valeur seuil des normes AFNOR qui est de $2\mu\text{g}/\text{g}$.

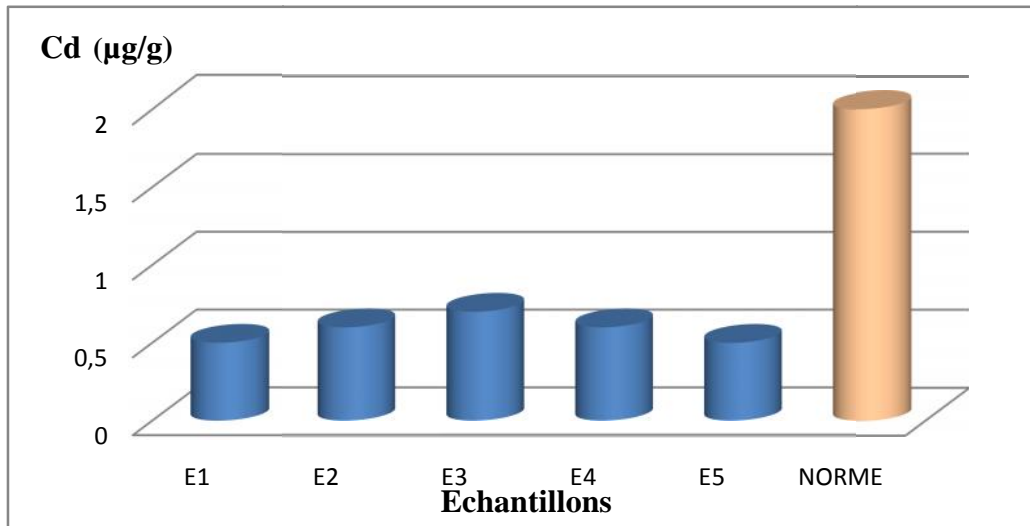


Figure 24: Teneurs en cadmium des échantillons du sol étudié.

III.4.3. Teneurs en cuivre dans le sol

Les teneurs en cuivre trouvées dans le sol pour les cinq prélèvements effectués sont représentées dans la (figure.25).

L'ensemble des valeurs de cuivre trouvées sont très faibles et oscillent entre (1,7µg/g et 5 µg/g). Ces valeurs restent en deçà de la norme tolérée par AFNOR qui est de 120 µg/g.

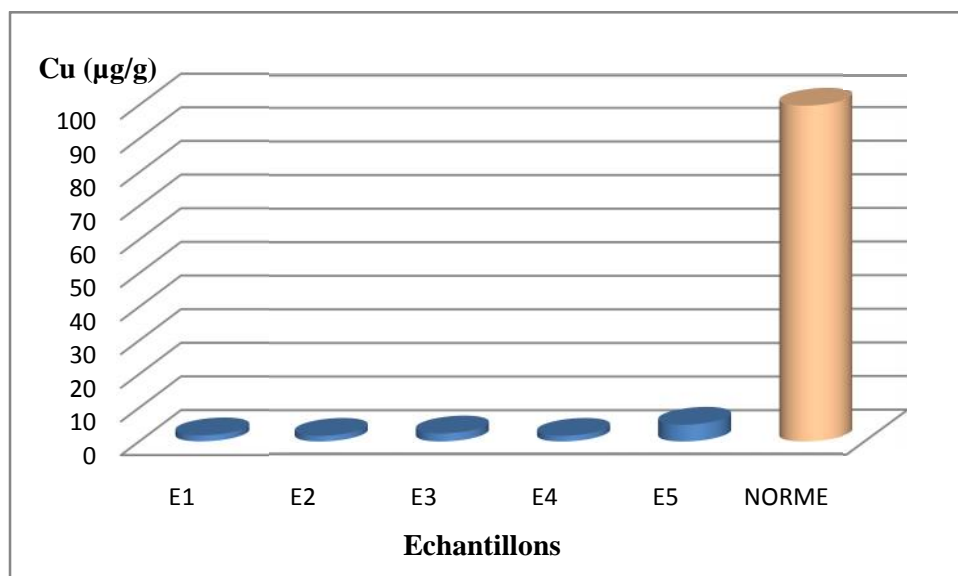


Figure.25 : Teneurs en cuivre des échantillons de sol étudié.

III.4.4. Teneurs en zinc dans le sol

Les teneurs en zinc trouvées dans le sol pour les cinq prélèvements effectués sont représentées dans la (figure.26).

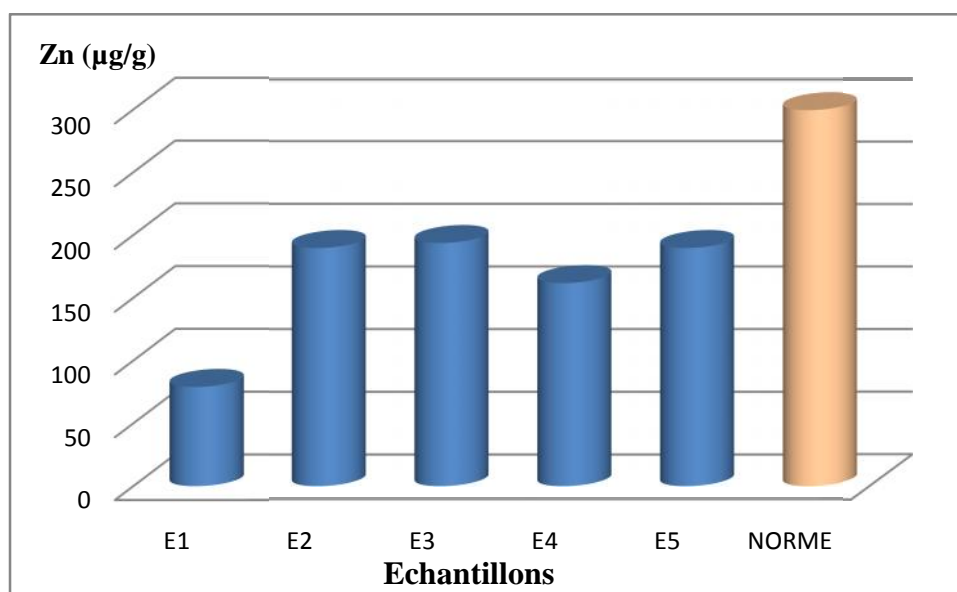


Figure.26: Teneurs en zinc des échantillons de sol étudié

Les valeurs de Zinc enregistrées au sein de tous les prélèvements sont similaires et très faibles, elles sont inférieures à la norme tolérée par AFNOR (300µg/g).

III.4.4. Teneurs en fer dans le sol

Les teneurs des échantillons en fer (**figure.27**) sont très proches, elles varient de (1826 µg/g à 2507 µg/g). Elles sont de loin inférieures au seuil toléré par FAO 50000 µg/g.

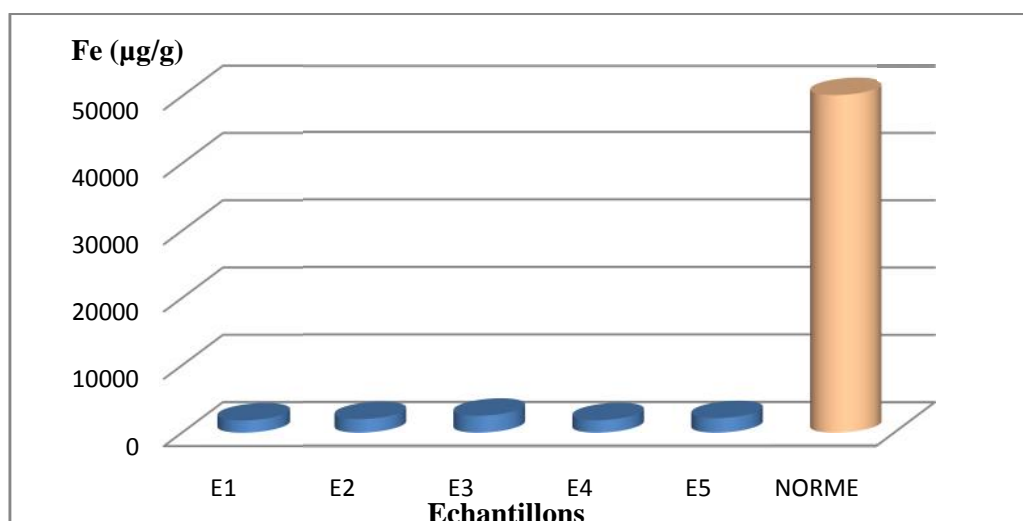


Figure.27 : Teneurs en fer des échantillons de sol étudié

III.5. Teneurs en métaux lourds et en fer dans la végétation

III.5.1. Teneurs en zinc et en cuivre au niveau des feuilles et des racines d'*Echium plantagineum L.* :

Nous constatons que toutes les valeurs obtenues pour le cuivre (**figure.28**) que ce soit dans les racines ou les feuilles sont similaires et trop faibles à l'exception de l'échantillon prélevé à 450 m du côté sud de la cimenterie, cette teneur peut être due au trafic routier. Cependant ces valeurs demeurent largement inférieures aux normes tolérées par la FAO (73 $\mu\text{g/g}$).

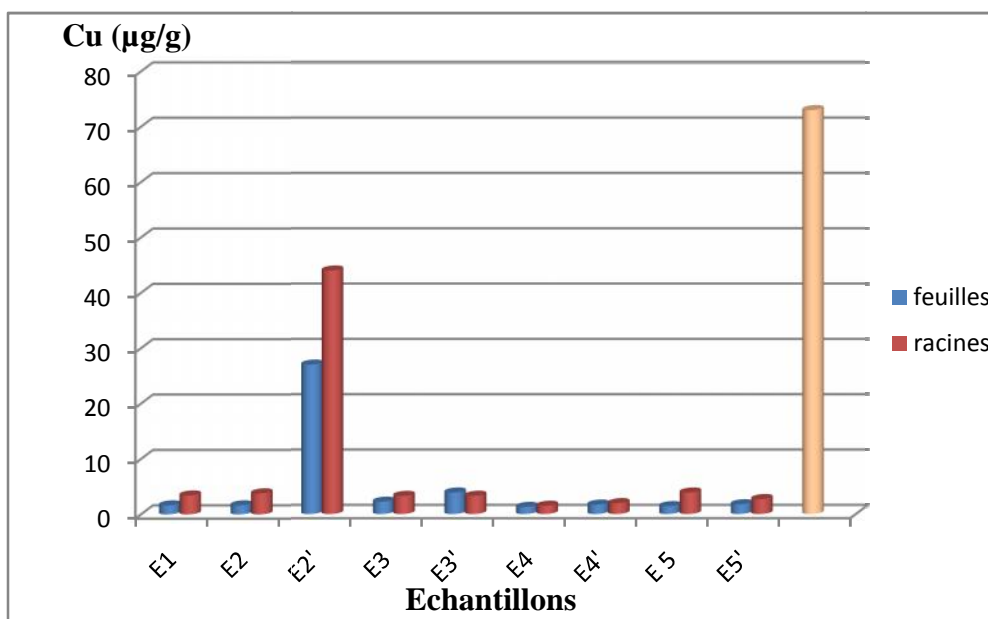


Figure.28 : Teneurs en cuivre au niveau des feuilles et des racines d'*Echium plantagineum L.*

Il en est de même pour les teneurs en zinc (**figure.29**), les valeurs obtenues sont toutes inférieures au seuil toléré par FAO 100 $\mu\text{g/g}$. Les valeurs de zinc obtenues au niveau des feuilles sont pratiquement toutes faibles avec un taux relativement élevé pour l'échantillon prélevé à l'intérieur de la cimenterie et celui prélevé au sud de la cimenterie à 50m.

Quant aux racines, les valeurs de zinc trouvées, sont toutes en deçà du seuil toléré mais elles sont variables, ce taux relativement élevé peut être dû à une pollution du sol ou à un dépôt de particules atmosphériques issus probablement du trafic routier étant donné que les échantillons prélevés du côté Ouest qui correspond à la direction du vent dominant, ne présente pas des valeurs extrêmement élevées.

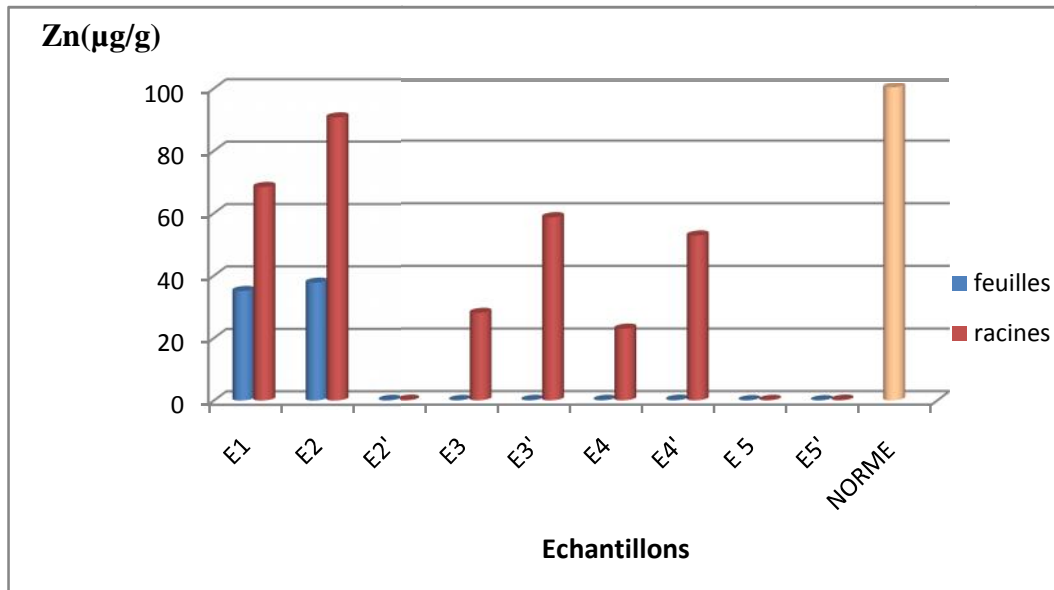


Figure.29 : Teneurs en zinc au niveau des feuilles et des racines d'*Echium plantagineum L.*

III.5.2. Teneurs en fer dans les feuilles et les racines d'*Echium plantagineum L.*

Les valeurs de fer obtenues pour les racines et les feuilles (figure.30) sont des valeurs inférieures à la valeur seuil tolérée.

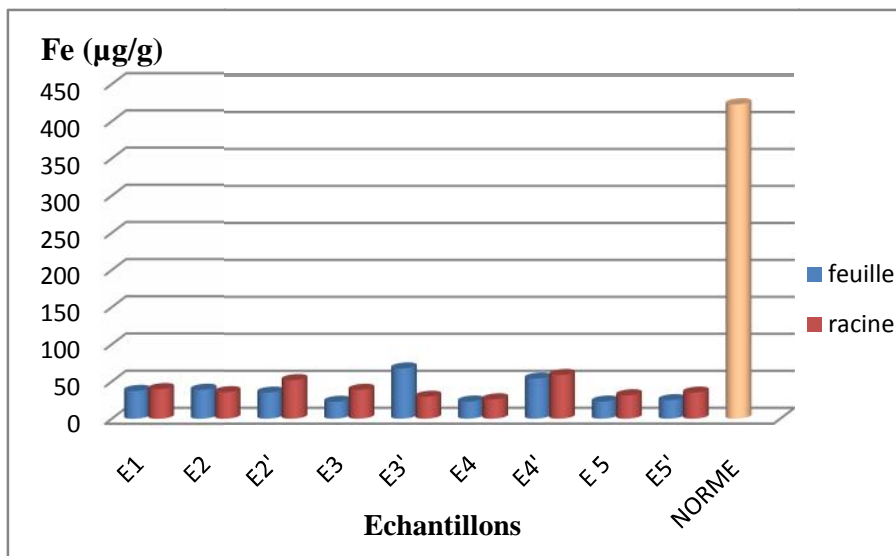


Figure.30 : Teneurs en fer au niveau des feuilles et des racines d'*Echium plantagineum L.*

D'après les résultats obtenus nous constatons que le site étudié n'est pas pollué par les métaux lourds étant donné que toutes les teneurs obtenues pour le sol et la végétation sont inférieures aux seuils tolérés. Nos résultats concordent avec ceux de (Berrah, 2014) ainsi que ceux de (Saidani, 2014) ayant étudié les sols agricoles aux alentours de la cimenterie de Meftah.

Partie III : Résultats et discussion

Nous pouvons conclure à la fin, d'après les résultats obtenus qui montrent un couvert végétal important, une diversité importante ainsi que des taux faibles en métaux lourds, que le niveau de pollution en métaux lourds est faible et que le taux enregistré peut être probablement dû au trafic routier puisque les teneurs des échantillons prélevés près et au sein de la cimenterie ne sont pas élevés.

Cependant il faudrait doser d'autres polluants pour confirmer l'état de l'air de la zone d'étude et l'efficacité des filtres qui d'après l'autorité de la cimenterie sont régulièrement renouvelés.

Conclusion

La cimenterie de Meftah implantée dans la Wilaya de Blida est souvent considérée comme une source majeure de pollution atmosphérique.

Le coefficient d'abondance-dominance qui reflète le taux de recouvrement est de 3 à 4 ce qui signifie que le couvert végétal au tour de la cimenterie est assez important.

Nous avons pu constater, parmi les 68 espèces recensées, cinq espèces spontanées communes très largement répandues se retrouvant au sein de la cimenterie ainsi que ses environs avec un taux de recouvrement élevé. Il s'agit d'*Echium Plantagineum*, *Oxalis pes-caprae*, *Galactites tomentosa*, *Borago officinalis* et *Stachys ocymastrum*.

De plus trois espèces spontanées sont assez abondante, ce sont : l'*Asparagus acutifolius*, *Euphorbiasp* et *Lagurus ovatus*.

Nous avons tenté de quantifier certains polluants par le dosage de certains éléments traces métalliques dans le sol et la végétation.

Il est judicieux de souligner que pour étudier la végétation, la vipérine faux-plantain (*Echium Plantagineum L*) a été retenue pour le dosage étant donné qu'elle est abondante et commune et se trouve pratiquement dans toutes les directions et à l'intérieur de la cimenterie.

Les résultats de notre étude révèle que:

- La caractérisation des teneurs en Fer, Zinc, cuivre, cadmium, plomb dans le sol montrent que tous les échantillons dans toutes les directions étudié ont présenté des teneurs inférieures aux seuils critiques de référence AFNOR.
- La caractérisation des teneurs en Fer, Zinc, cuivre dans La végétation montrent que tous les échantillons prélevés dans toutes les directions étudiées ont présenté des teneurs inférieures aux seuils critiques de référence de la FAO.

Ces faibles taux de polluants peuvent être dus à :

- un bon procédé de fabrication de ciment limitant la dispersion des polluants dans l'atmosphère.
- Un système de dépoussiérage plus performant de la cimenterie avec des filtres à manche installé afin d'améliorer la qualité de l'air et réduire les rejets de poussière dans l'atmosphère et leur éventuelle accumulation dans les sols et la végétation.

Conclusion

Enfin, il serait intéressant de doser les poussières au niveau des filtres ou encore doser d'autres types de polluants.

Références bibliographiques

- **Alloway B.J. 1995.** Heavy metal in soil. 2^{ème} édition. Ed Chapman and Hall. London. 137p.
- **Anonyme 1 :** [www.tela-botanica.org /bdtx-nn-23538-synthese](http://www.tela-botanica.org/bdtx-nn-23538-synthese)
- **Anonyme 3:** www.agrireseau.qc.ca/agroenvironnement/documents/Feuillet3.pdf
- **Anonyme 2 :** www.horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/.../05490.pdf
- **Antonovics J., Bradshaw A., et Turner R.G. 1971.** Heavy metal tolerance in plants. *Advances in Ecological Research*. Pp 7: 1-85.
- **APG III. 2003.** classification phylogénétique
- **Baize D. 2000.** Guide des analyses en pédologie .Ed Inra. 2^{ème} Edition. Paris .266p.
- **Baker A .J.M., Grath SP., Reeves R .Det Smith J.A.C. 2000.** Metal hyper accumulator plants :Ecology and physiology of a biological resource for phytoremediation of metal-polluted soils. *In* :Banuelos G and Terry N (eds) phytoremediation of contaminated soils and water .CRC Press LLC.USA .pp .85-108.
- **Baker A.J.M et walker P.L. 1989.** Ecophysiology of metal uptake by tolerant plants. *In* : heavy metal tolerance in plants. Evolutionary aspects. Ed.CRC Press.pp .155-177.
- **Begum A., Ramalah M., Kahn I et Veend k. 2009.** Heavy metal pollution and chemical profile of couvery river water. *Journal of chemistry*. 6(1), pp 476-52.
- **Bellout Y. 2009.** Eeffet des émissions atmosphériques de la cimenterie de Sour El Ghozlan sur le sol et la végétation. Thèse magister. Université Houari Boumediene P1.
- **Berrah-El-Tawous .2014 .** Evaluation de la contamination en éléments traces métallique des sols agricoles aux alentours de la cimenterie de Meftah . Mèmoire de master institut agronomie p 22.

Références bibliographiques

- **Chamel A et Gambonnet B. 1988.** Role of the Cuticle of Plants in the transfert of xenobiotics in Environnement .pp 671-677 .In .1988.Air Pollution and Ecosystemes . Grenoble .Ed .Mathy .Grenoble .979 p.
- **Demir TA., Akar T., Akyüz F., Isikh B et Kanbak G. 2005.**Nickel and cadmium concentrations in plasma and Na⁺/K⁺ ATPase activities in erythrocyte membranes of the people exposed to cement dust emissions.104 : 437-44.
- **Elichegaray C. 2008.** La pollution de l'air : sources, effets, prévention .Paris. Ed Dunod .178, 179, 180 pp.
- **Forbes V.E et Forbes T .L. 1997.** Ecotoxicologie : théorie et application. Ed .INRA. Paris.68p.
- **Gaur Adholeya A.2004.** Prospect of arbuscularmycorrhizal fungi in phytoremediation of heavy metal contaminated soils .Current Sciences, vol 86, no.4, pp. 528-534.
- **Hadj-Ali Z. 2006.** Audit environnemental de la cimenterie de Meftah. Mémoire d'ingénieur d'Etat en Agronomie. Institut National Agronomie P 5 ,33.
- **Jackson M.L., 1958.** Soil Chemical analysis .Prentice Hall, London.
- **M'baba A.A. 2012.** Etude de contamination et d'accumulation de quelques métaux lourds dans des céréales, des légumes et des sols agricoles irrigués par des eaux usées de la ville de hammam boughrara. Thèse de doctorat. université Abou belkaid –Tlemcen P 63.
- **Macnair M.R., Tilstone G. Het Smith S.E.2000.** The genetics of metal tolerance and accumulation in higher plants *In* : Phytoremediation of contaminated soil and water (eds.Terry N.,Banuelos G.,Vangronsved J .),CRC Press ,Boca Raton,pp .235-250 .

Références bibliographiques

- **Namani k et Saichi M. 2014.** Evaluation de capacité de bioaccumulation des métaux lourds de deux espèces arborés de jardin d'essai Hamma en vue de leur utilisation dans phytoremédiation. Mémoire de master. Université de Blida 01. 1 ,22 p.
- **Noor H, Yap CL, Zolkepli O, Faridah M. Med.J. Malays. 2000** Effect of exposure to dust on lung function of cement factory workers; 55: 51-7.
- **Pehlivan E., Ozkan A.M., DincS et Parlayici S .2009.** Adsorption of Cu^{2+} and Pb^{2+} ion on dolomite powder. Journal of Hazardous Materials .vol .167. no.1-3 ,pp1044-1049 .
- **Prasad M.N .V et Hagemeyer J .1999.** Heavy metal stress in plants.From molecules to ecosystems.*Springer*.401 p.
- **Ramade F .2002.**Dictionnaire Encyclopédie de l'écologie des sciences de l'environnement. Ed DUNOD .Paris .151p.
- **Ramade F.1995.** Eléments d'écologie :4^{ème} édition. Ed.Ediscience international. Paris.361p.
- **Ramade F.2005.**Elément d'écologie : Ecologie appliquée .Ed DHNOD. Paris.864P.
- **Ramade F.1982.** Ecologie appliquée, action de l'homme sur la biosphère .Ed. Mc Graw-Hill. Paris 556P.
- **Roy S.,LabelleS et Mehta P.2005.** phytoremediation of heavy metal and PAH-contaminated brownfield sites» Plant and soil .Vol.272 ,no .1-2 .PP277-290.
- **Saidani N. 2014.** Etude de la distribution des éléments traces métalliques dans alentours de cimenterie Meftah. Mémoire de Master. Institut National D'Agronomie. 3 ,78p.

Références bibliographiques

- **Sarmoum M, Latreche K et Dahmane N. 2005.** Bioaccumulation de trois métaux lourds (plomb,zinc et cadmium),chez *Xanthoria Parietina*, dans la région Algéroise. Mémoire d'Ingénieur d'Etat en Ecologie et Environnement. Université Houari Boumedienne P1.
- **Stassen G.1978.** Recherches et techniques au service de l'environnement .ed.CEBEDOC.
- **Tidjani H.S. 1991.** Approche phytosociologique de quelques groupements de mauvaises herbes dans la région de Meftah. Mémoire d'ingénieur d'Etat Agronomie. Institut national d'Agronomie P2.
- **Tremel-schaub A et Feix I. 2005.** Contamination des sols: transferts des sols vers les plantes. ED. Sciences et Ademe.413P.
- **Yang CY, Huang CC, Chiu HF, Chiu JF, Lan SJ, Ko YC. 1996.** Effects of occupational dust exposure on the respiratory health of Portland cement workers. J. Toxicol. Pp 49 : 581-8.
- **Yassaa.N 2001.** Caractérisation et quantification des composés volatiles et particulaires d'origine biogénique et anthropogénique dans l'atmosphère. Thèse de Doctorat d'état. Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene. Alger. p202.
- **ZhoQ et kaluarachchi J.2002.** Risk assessment at hazardous waste-contaminated site with variability of population characteristics. Environment international. vol .28 .No.1-2 ,pp.41-53 .

Annexes

Annexe I : Données climatiques de Meftah

Tableau –XV- : Températures moyennes mensuelles minimales, moyennes et maximales (2003-2013).

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Dec	Moy annu
T m °C	5,39	5,45	7,70	9,85	12,75	16,42	19,71	20,15	17,75	14,80	10,04	6,82	5,91
T M °C	16,68	16,85	19,49	21,79	24,98	29,39	32,2	32,9	29,55	26,94	20,99	17,62	24,1
T °C	11,03	11,15	13,6	15,82	18,86	22,9	26	26,5	23,65	20,88	15,536	12,25	18,21

Source : ONM

T M : Moyennes mensuelles des températures maxima.

T m : Moyennes mensuelles des températures minima.

T : Moyenne mensuelle des températures.

Tableau –XVI- : Valeurs moyennes mensuelles de la vitesse du vent (2003-2013).

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec	Moy
Vv (m /s)	2,4	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,8	2,6	2,4	2,0	2,3	2,3	2,5

Source : ONM

Vv : Vitesse du vent

Tableau –XVII-: Valeurs moyennes mensuelles de températures et de précipitation (2003-2013).

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Dec
P (mm)	84,2	91,85	65,1	62,6	55,4	4,56	1,836	16,935	29,87	58,69	118,7	97,35
T °C	11,03	11,15	13,6	15,82	18,86	22,9	26	26,5	23,65	20,88	15,536	12,25

Annexes

Annexe II : Matériel utilisé pour les analyses physico- chimiques :



Figure 31 : Préparations des échantillons



Figure 32 : pH mètre



Figure 33 : Pipette de robinson



Figure 34 : Analyse de la matière organique

Annexes



Figure 35 : Analyse Capacité d'échange cationique

Annexe III : Matériels et réactifs utilisés pour le dosage des métaux lourds dans le sol et la plante



Figure36 : Etuve pour séchage matériel

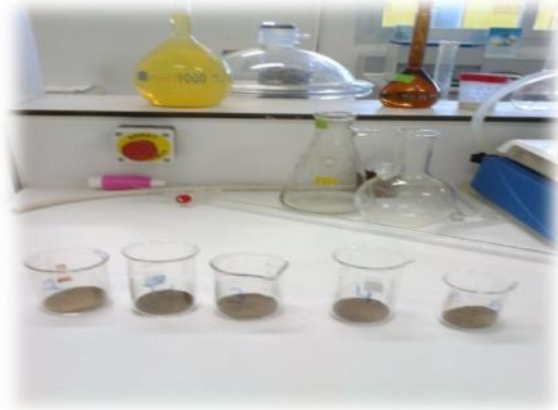


Figure37 : Bêchers



Figure 38: Four à pasteur

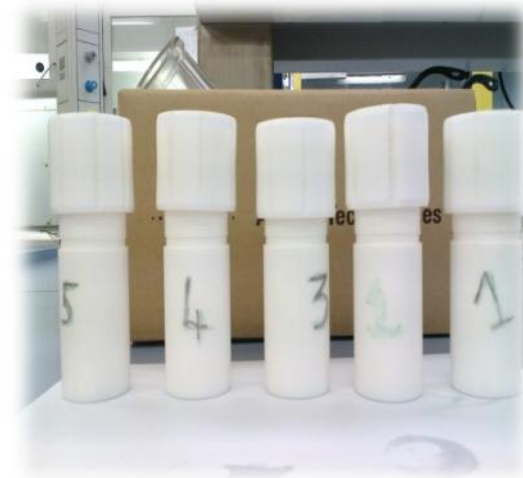


Figure 39: Tubes de téflon

Annexes



Figure 40: Deux Tamis 400 μ m, 100 μ m

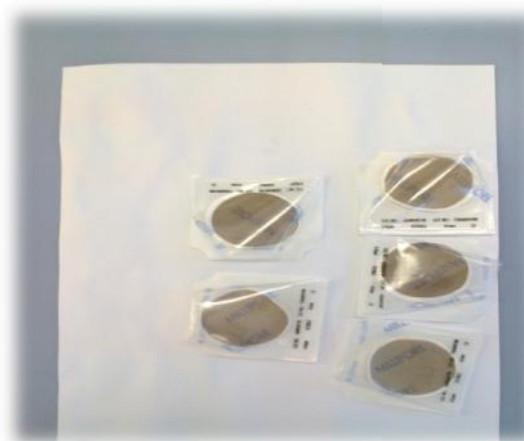


Figure 41 : Cliques de filtration a tuyaux a gaz **Figure 42 :** Extraction de la matière organique



Figure 43 : Les Fioles jauge 100ml



Figure 44 : tubes à essai

Annexes



Figure 45 : Balance



Figure 46: une hotte aspirante



Figure 47 : Micropipettes 500 μ l



Figure 48 : L'étuve



Figure 49: Spectrophotomètre absorption a atomique
à flamme (Agilent 140/240/280.Séries AA)

Annexes

Annexe IV : Les résultats des analyses du sol

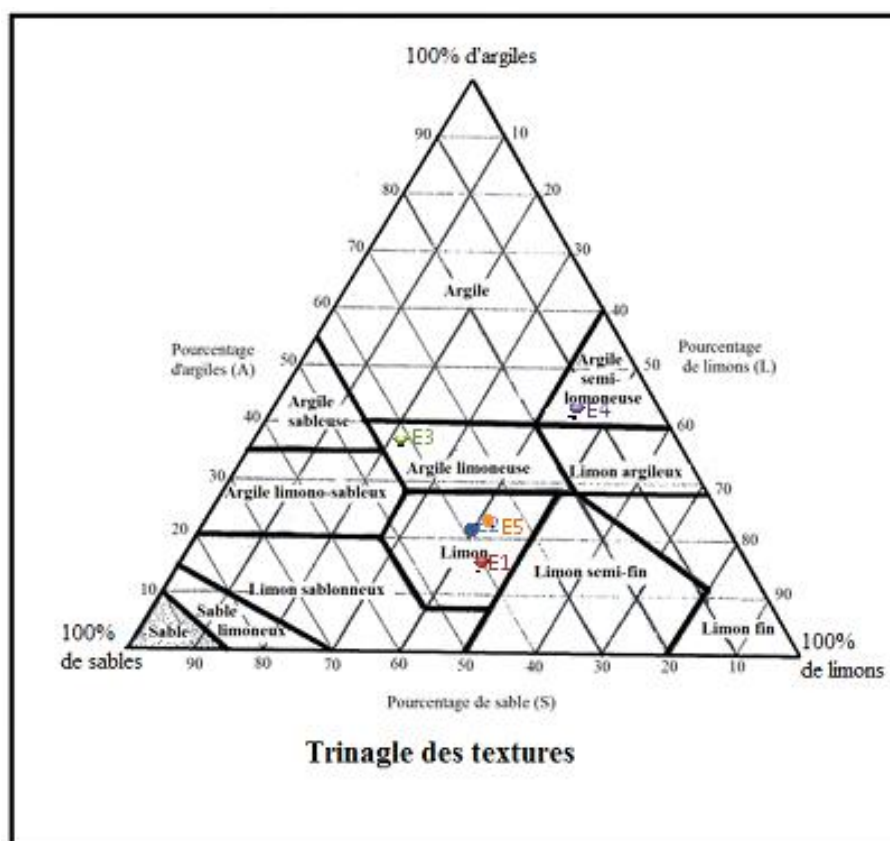


Figure.50 : Triangle de texture

Tableau -XVIII- : Teneurs en plomb dans le sol

Distance (m)	E1 : dans la cimenterie	E2 :450m sud de cimenterie	E3 :450m ouest de la cimenterie	E4 :450m est de la cimenterie	E5 :450m nord de la cimenterie	Norme (AFNOR) ($\mu\text{g/g}$)
Plomb ($\mu\text{g/g}$)	18	17,6	20,3	19,3	17	100

Tableau -XIX- : Teneurs en cadmium dans le sol

Distance (m)	E1 : dans la cimenterie	E2 :450m sud de cimenterie	E3 :450m ouest de la cimenterie	E4 :450m est de la cimenterie	E5 :450m nord de la cimenterie	Norme (AFNOR) ($\mu\text{g/g}$)
Cadmium ($\mu\text{g/g}$)	0,5	0,6	0,7	0,6	0,5	2

Annexes

Tableau -XX- : Teneurs en cuivre dans le sol

Distance (m)	E1 : dans la cimenterie	E2 :450m sud de cimenterie	E3 :450m ouest de la cimenterie	E4 :450m est de la cimenterie	E5 :450m nord de la cimenterie	Norme (AFNOR) ($\mu\text{g/g}$)
Cuivre ($\mu\text{g/g}$)	1,8	1,7	2,4	1,7	5	100

Tableau -XXI- : Teneurs en zinc dans le sol

Distance (m)	E1 : dans la cimenterie	E2 :450m sud de cimenterie	E3 :450m ouest de la cimenterie	E4 :450m est de la cimenterie	E5 :450m nord de la cimenterie	Norme (AFNOR) ($\mu\text{g/g}$)
Zinc ($\mu\text{g/g}$)	79	190	194	162	190	300

Tableau -XXII- : Teneurs en fer dans le sol

Distance (m)	E1 : dans la cimenterie	E2 :450m sud de cimenterie	E3 :450m ouest de la cimenterie	E4 :450m est de la cimenterie	E5 :450m nord de la cimenterie	Norme (AFNOR) ($\mu\text{g/g}$)
Fer ($\mu\text{g/g}$)	1826	2011	2507	1847	2149	50000

Annexe V : les résultats d'analyse des feuilles et des racines d'*Echium plantagineum* L.

Tableau -XXIII- : Teneurs en cuivre au niveau des feuilles et des racines d'*Echium plantagineum*

	Feuilles	Racines
Distance (m)	Cuivre ($\mu\text{g/g}$)	Cuivre ($\mu\text{g/g}$)
E1 : dans la cimenterie	1,63	3,42
E2 :50m sud de cimenterie	1,63	3,8
E2' : 450m sud de cimenterie	27	44
E3 : 50m ouest de la cimenterie	2,22	3,28
E3' : 450m ouest de la cimenterie	3,88	3,3
E4 : 50m est de la cimenterie	1,28	1,49
E4' : 450m est de la cimenterie	1,7	1,96
E5 : 50m nord de la cimenterie	1,42	3,88
E5' :450m nord de la cimenterie	1,76	2,7
NORME (AFO) ($\mu\text{g/g}$)	73	73

Annexes

Tableau -XXIV- : Teneurs en zinc au niveau des feuilles et des racines d'*Echium plantagineum*

	Racines	Racines
Distance (m)	Zinc ($\mu\text{g/g}$)	Zinc ($\mu\text{g/g}$)
E1 : dans la cimenterie	35,07	68,4
E2 : 50m sud de cimenterie	37,73	90,7
E2' : 450m sud de cimenterie	0,19	0,18
E3 : 50m ouest de la cimenterie	0,09	27,92
E3' : 450m ouest de la cimenterie	0,12	58,46
E4 : 50m est de la cimenterie	0,13	22,87
E4' : 450m est de la cimenterie	0,18	52,63
E5 : 50m nord de la cimenterie	0,04	0,12
E5' : 450m nord de la cimenterie	0,13	0,19
NORME (AFO) ($\mu\text{g/g}$)	100	100

Tableau -XXV-: Teneurs en fer au niveau des feuilles et des racines d'*Echium plantagineum*

	Feuilles	Racines
Distance (m)	Fer ($\mu\text{g/g}$)	Fer ($\mu\text{g/g}$)
E1 : dans la cimenterie	37,4	39,74
E2 : 50m sud de cimenterie	38,89	35,74
E2' : 450m sud de cimenterie	35,14	52
E3 : 50m ouest de la cimenterie	22,76	38,89
E3' : 450m ouest de la cimenterie	67,83	29,58
E4 : 50m est de la cimenterie	23,07	26,06
E4' : 450m est de la cimenterie	54,21	59,02
E5 : 50m nord de la cimenterie	23,04	31,58
E5' : 450m nord de la cimenterie	25	35,14
NORME (AFO) ($\mu\text{g/g}$)	425	425

Annexes

Annexe VI : Nombre d'espèces par famille

Tableau -XXVI- : Nombre d'espèces par famille recensées aux alentours de la cimenterie de Meftah

Famille	Nombre d'espèces
Oxalidaceae	1
Apocynaceae	1
Malvaceae	1
Liliaceae	1
Pinaceae	1
Plantaginaceae	1
Casuarinaceae	1
Fabaceae	1
Araceae	1
Rhamnaceae	1
Lauraceae	1
Oleaceae	1
Verbenaceae	1
Primulaceae	1
Acanthaceae	1
Convolvulaceae	1
Papaveraceae	1
Cucurbitaceae	1
Hyacinthaceae	1
Araliaceae	1
Cupressaceae	1
Amaranthaceae	1
Myrtaceae	1
Brassicaceae	1
Ranunculaceae	1
Anacardiaceae	1
Areaceae	2

Annexes

Moraceae	2
Boraginaceae	2
Apiaceae	2
Mimosaceae	3
Urticaceae	3
Rosaceae	4
Lamiaceae	4
Euphorbiaceae	4
Poaceae	5
Asteraceae	11

Introduction

Synthèse

Bibliographique

Matériel
et
Méthodes

Résultats
et
Discussion

Conclusion

Annexes

Références

Bibliographique