

République Algérienne Démocratique Et Populaire
Ministère De L'enseignement Supérieur Et De La Recherche Scientifique

Université de Jijel

Faculté des Sciences Exactes et des

Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Biologie Animale et Végétale



جامعة جيجل

كلية العلوم الدقيقة

و علوم الطبيعة و الحياة

قسم البيولوجيا الحيوانية و النباتية

جامعة محمد الصديق بن يحيى
كلية علوم الطبيعة و الحياة
المكتبة
رقم الجرد : 4899

Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention du diplôme : Ingénieur d'état en Ecologie Végétale et
Environnement

Option : Pathologie Des Ecosystèmes

Thème

*Contribution à l'estimation de la pollution
atmosphérique par le plomb d'origine
automobile : utilisation d'espèces Végétales
comme bioindicateurs*

Membres de Jury:

- Président : M^f Boudjelal F.
- Examinatrice: M^{elle} Chabbab S.
- Encadreur : M^{elle} Benterrouche I.

présenté par

- Boulacheb Meriem
- Nacer Ines

Numéro d'ordre: /....

Session: Juillet 2012

REMERCIEMENTS

Nous tenons à la fin de ce travail à remercier DIEU le tout puissant de nous avoir donné la force, la volonté et le courage pour accomplir ce travail.

Nous remercions notre encadreur M^{elle} Benterrouche I. pour son aide durant tout le long de notre mémoire.

Nous remercions très sincèrement, les membres de jury, le président M^{er} BOUDJELAL F. et l'examinatrice M^{elle} CHABBAB S. qui ont accepté de juger notre travail.

Nous remercions infiniment le chef de la Circonscription de Forêts de Taher M^{er} ZELLICHE A. pour son accueil et son aide, ainsi que pour les agents de la circonscription de Taher.

Nous adressons également nos remerciements, à tous nos enseignants, qui nous ont appris toutes les bases nécessaires à notre formation.

Dédicace

A ma très chère mère

Je te dédie ce travail en témoignage de mon profond amour. Puisse Dieu, le tout puissant, te préserver et t'accorder santé, longue vie et bonheur

A mon chère Père

Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours pour toi.

A toute ma famille

Mes grandes mères, mes tantes, mes frères, mes cousines...

A tout mes amis

A tous ceux qui occupent une place dans mon cœur ...

Merci

Ines NACER

Dédicace

A mes très chers parents

A mes sœurs

A mon frère

A toute ma famille

A tous ceux qui me sont chers

Grande famille et mes amis

Meriem BOULACHEB



Sommaire

Liste des tableaux	iv
Liste des figures	vi
Liste des abréviations	vii
Introduction.....	1

Partie 1 : Synthèse bibliographique

Chapitre 1 : Généralités sur la pollution atmosphérique

I.1.Définition	3
I.2.Classification des polluants atmosphériques	3
I.3. Les sources des principaux polluants atmosphériques	3
I.3.1.Les sources naturelles	4
I.3.2.Les sources anthropiques.....	6
I.4.Pollution atmosphérique liée au trafic routier.....	7
I.5.Fonctionnement du système atmosphérique.....	8
I.6.Les facteurs intervenant dans la dispersion des polluants	8
I.6.1.L'intervention du vent	9
I.6.2-L'intervention du gradient verticale de température	9
I.6.3. Couche d'inversion de température	9
I.7.Les impacts des polluants atmosphériques	9
I.7.1.Impacte sur la santé humaine.....	9
I.7.2.Impacte sur la végétation.....	10
I.7.3.Impact sur l'environnement	10
I.7.3.1.Impacte sur le climat	10
I.7.3.2Les pluies acides	10
I.7.3.3.L'effet de serre	12

Chapitre II: La pollution plombique

II.1.Définition et description du plomb.....	13
II.2.Propriétés et caractéristiques physico-chimiques	14
II.3.Plomb et ses dérivés	15
II.4.Utilisation du plomb.....	16
II.5.Cycle biogéochimique du plomb	16
II.6.Sources du plomb	18
II.7.Le plomb d'origine automobile	18
II.8. Le plomb et la plante	19
II.8.1. La phytodisponibilité du plomb	19
II.8.2. Absorption du plomb par la plante : (Mode de contamination des végétaux).....	19
II.8.2.1. Absorption racinaire	20
II.8.2.2. Absorption par les parties aériennes (voie aérienne)	20
II.8.3. Facteurs influençant l'absorption du plomb	21
II.8.3.1. Facteurs liés au sol	21
II.8.3.2.Facteurs liée à la plante et aux microorganismes	22
II.8.3.3. Facteurs climatique.....	23
II.8.3.4.Le degré de pollution par le plomb.....	23
II.8.4. Effet du plomb sur les végétaux.....	24
II.8.4.1.Effets sur la morphologie.....	24
II.8.4.2. Effets sur la germination et la croissance.....	24
II.8.4.3. Effets sur la nutrition minérale.....	24
II.8.4.4. Photosynthèse.....	24
II.8.4.5. Respiration.....	25
II.9. Le plomb et l'homme	25
II.9.1.Voie d'exposition au plomb	25
II.9.2. Symptômes de la pollution plombique	26
II.9.2.1. Intoxication aigue.....	26
II.9.2.2. Intoxication chronique.....	26
II.9.2.3. Les effets toxiques les plus connu.....	27

Partie 2 : Partie expérimentale

Chapitre III: Zone d'étude

III.1.Présentation de la zone d'étude.....	28
III.1.1. Description générale et localisation.....	28
III.1.2.Les sources potentielles de la pollution de l'air dans la zone d'étude	28
III.1.2.1.Le trafic routier.....	28
III.1.2.2.Les activités industrielles.....	28
III.1.3.Aperçu climatique de la région de Jijel.....	29
III.1.3.1. caractéristique de la station de référence	29
III.1.3.2. Les paramètres climatiques	30
III.1.3.2.1.La pluviométrie	31
a) Moyennes mensuelles des précipitations	31
b) Variations saisonnières	31
III.1.3.2.2.La température	31
III.1.3.2.3.Le diagramme ombrothermique de Gaussen	32
III.1.3.2.4.L'humidité	33
III.1.3.2.5.Les vents : vitesse et direction dominante	34
III.1.4.Relief et topographie	35

Chapitre IV : Matériels et méthodes

IV.1 . Méthodologie	36
IV.1.1. Justification du choix des espèces végétales.....	36
IV.1.1.1. <i>Myrtus communis</i>	36
IV.1.1.2. <i>Pistacia lentiscus</i>	37
IV.1.2. Stations de prélèvement.....	38
IV.1.3. Méthode de prélèvement	40
IV.1.3.1. Méthode de prélèvement du sol.....	40
IV.1.3. 2. Méthode de prélèvement de la végétation	41
IV.1.4. Techniques d'analyses	41

IV.1.4.1. Analyses pédologiques.....	41
IV.1.4.1.1. pH du sol.....	41
IV.1.4.1.2. Conductivité électrique	42
IV.1.4.1.3. Capacité d'échange cationique	42
IV.1.4.1.4. Mesure de la matière organique	42
IV.1.4.1.5. Dosage du plomb dans le sol	43
IV.1.4.2. Méthode d'analyse des végétaux.....	43
IV.1.4.2.1. Extraction du plomb dans les plantes	44
IV.1.4.2.2. Détermination de la teneur en eau.....	45
IV.1.4.2.3. Dosage de la chlorophylle	45
IV.1.4.2.4. Dosage de la proline	45
IV.1.4.2.5. Dosage des sucres solubles	46
IV.1.4.2.6. Calculs statistiques.....	46
Chapitre V: Résultats et discussions	
V.1. Résultats des paramètres physicochimique du sol	47
V.1.1. pH	47
V.1.2. Conductivité électrique (CE).....	48
V.1.3. teneur en matière organique.....	49
V.1.4. La capacité d'échange cationique.....	51
V.1.5. Teneur du sol en plomb	52
V.2. Résultats relatifs au matériel végétal	54
V.2.1. Le plomb dans la végétation	54
V.2.2. La teneur en eau	58
V.2.3. Teneur en chlorophylles	58
a) La teneur en chlorophylle « a »	59
b) La teneur en chlorophylle « b »	61
c) La teneur en chlorophylle « a+b »	62
d) Rapport Cha/Chb.....	64
V.2.4. Teneur en proline	65
V.2.5. Teneur en sucres solubles	67
Conclusion.....	69
Références bibliographiques	
Annexe	

Liste des tableaux

Tableau 01 :	Classification des polluants atmosphériques	4
Tableau 02 :	Sources des principaux polluants atmosphériques	5
Tableau 03 :	Effets de quelque polluant atmosphérique sur les plantes (Ramade, 2005)....	11
Tableau 04 :	Principaux propriété physico chimique (Gupta, 2011).....	14
Tableau 05 :	Principaux dérivés de plomb.....	15
Tableau 06 :	Voie d'exposition au plomb chez l'homme (Cecchi, 2008).....	26
Tableau 07 :	Nombre de véhicules enregistré au niveau de la wilaya de Jijel au cours des dernières années.....	29
Tableau 08 :	Précipitations moyennes mensuelles de Jijel (2002-2011).....	30
Tableau 09 :	Variations saisonnières des précipitations.....	31
Tableau 10 :	Températures moyennes mensuelles de Jijel (2002-2011).....	32
Tableau 11 :	Moyennes mensuelles de l'humidité relative dans la wilaya da Jijel.....	33
Tableau 12 :	Intensité de trafic routier.....	39
Tableau 13 :	Variation du pH du sol selon les stations.....	47
Tableau 14 :	Variation de la conductivité électrique(CE) selon les stations.....	48
Tableau 15 :	Variation de la matière organique selon les stations.....	50
Tableau 16 :	Variation de la capacité d'échange cationique(CEC) (meq/100g) selon les stations.....	51
Tableau 17 :	Classe de CEC Selon les normes du M.F.C (1974).....	52
Tableau 18 :	Variation du plomb (Pb) du sol en ppm selon les stations.....	53
Tableau 19 :	Variation de la teneur du plomb foliaire chez <i>Pistacia</i> et <i>Myrtus</i>	54
Tableau 20 :	Dépôts atmosphériques du Pb sur les feuilles des plantes dans les différentes stations	57

Tableau 21 : Variation de la teneur en eau selon les stations	58
Tableau 22 : Variation de la teneur en chlorophylle « a » en $\mu\text{g/g}$ de MF selon les station chez <i>Pistacia</i> et <i>Myrtus</i>	59
Tableau 23 : Variation de la teneur en chlorophylle « b » en $\mu\text{g/g}$ de MF selon les station chez <i>Pistacia</i> et <i>Myrtus</i>	61
Tableau 24 : Variation de la teneur en chlorophylle «a+ b » en $\mu\text{g/g}$ de MF selon les station chez <i>Pistacia</i> et <i>Myrtus</i>	63
Tableau 25 : Variation du rapport Cha /Chb en $\mu\text{g/g}$ de MF selon les stations chez <i>Pistacia</i> et <i>Myrtus</i>	64
Tableau 26 : Variation de la teneur en proline en $\mu\text{g/g}$ de MS selon les station chez <i>Pistacia</i> et <i>Myrtus</i>	65
Tableau 27 : Variation de la teneur en sucres solubles en $\mu\text{g/g}$ de MS selon les station chez <i>Pistacia</i> et <i>Myrtus</i>	67

Liste des Figures

Figure 01 : Cycle des polluants atmosphérique dans l'atmosphère	8
Figure 02 : Source naturelle de plomb (Minerai de galène).....	13
Figure 03 : Cycle biogéochimique du plomb	17
Figure 04 : Mode de contamination par le plomb	21
Figure 05 : Variation des précipitations moyennes mensuelles de la période 2002- 2011 selon l'ONM de Jijel. Localisation des stations de prélèvement ...	30
Figure 06 : Variations saisonnières des précipitations saisonnières de la région de Jijel (2002-2011).....	31
Figure 07 : Variation des températures moyennes mensuelles de la période (2002-2011) selon l'ONM de Jijel.....	32
Figure 08 : Diagramme ombro-thermique de Bagnouls et Gaussen pour la région de Jijel.....	33
Figure 09 : Variation des moyennes mensuelles de l'humidité relative dans la wilaya da Jijel.....	34
Figure 10 : Rose des vents au niveau de la région de Jijel de 1988 à 2009 (Source : ONM (2010)).....	35
Figure 11 : Image de <i>Myrtus communis</i>	37
Figure 12 : Image de <i>Pistacia lentiscus</i>	38
Figure 13 : Localisation des stations de prélèvement	40
Figure 14 : Spectrophotomètre d'absorption atomique (S.A.A)	44
Figure 15 : Variation des moyennes du pH du sol en fonction des stations.....	47
Figure 16 : Variation des moyennes de la conductivité électrique en fonction des stations.....	49

Figure 17 : Variation des moyennes de la matière organique en fonction des stations..	50
Figure 18 : Variation de la capacité d'échange cationique en fonction des stations.....	52
Figure19 : Variation des teneurs en Pb du sol en fonction des stations.....	53
Figure 20 : Variation des teneurs foliaires en Pb chez les deux espèces en fonction des stations.....	55
Figure 21 : Variation de la teneur en eau chez les deux espèces en fonction des stations.....	58
Figure 22: Teneurs totales moyennes en chlorophylle « a » en µg/g de MF.....	60
Figure 23: Teneurs totales moyennes en chlorophylle « b » en µg/g de MF.....	61
Figure 24: Teneurs totales moyennes en chlorophylle «a+ b » en µg/g de MF.....	63
Figure 25 : Teneurs totales moyennes de Cha /Chb en µg/g de MF.....	64
Figure 26: Teneurs totales moyennes en proline en µg/g de MS	66
Figure 27: Teneurs totales moyennes en sucres solubles en µg/g de MS.....	67

Liste des Abréviations

Ch	➤ Chlorophylle
CO	➤ Monoxyde de carbone
CO ₂	➤ Dioxyde de carbone
Cd	➤ Cadmium
cm	➤ Centimètre
COV	➤ Les Composés Organiques Volatils
Cu	➤ Cuivre
ETM	➤ Eléments traces métalliques
ET	➤ Ecartype
FL	➤ Feuilles lavées
FNL	➤ Feuilles non lavées
HCl	➤ Acide chlorhydrique
Km	➤ Kilomètre
M	➤ Moyenne
NO ₂	➤ Le dioxided'azote
O ₃	➤ Ozone
OMS	➤ Organisation Mondiale de la Santé
PAN	➤ Pyroxy-acyle-nitrate
Pb	➤ Plomb
PbMFNL	➤ Plomb des feuilles non lavées de <i>Myrtus</i>
PbMFL	➤ Plomb des feuilles lavées de <i>Myrtus</i>
PbPFNL	➤ Plomb des feuilles non lavées de <i>Pistacia</i>
PbPFL	➤ Plomb des feuilles lavées de <i>Pistacia</i>
Pbs	➤ Plomb dans le sol
Pr	➤ Proline
Sc	➤ Sucres solubles
TEE	➤ Teneur en eau
Zn	➤ Zinc



Introduction

Introduction

Dans de nombreux pays industrialisés, la pollution de l'air est devenue un sujet majeur de santé publique et de politique environnementale. C'est l'une des plus importantes manifestations de la dégradation de l'environnement car elle menace l'élément le plus indispensable à la vie « l'air », « un aliment » spécifique et indispensable, et, contrairement aux autres aliments, il est impossible à purifier, par conséquent les atteintes à la qualité de l'air sont toujours perçues comme une menace directe pour notre santé (Caselli et al., 2002)

En effet, cette pollution n'entraîne pas seulement des conséquences directes sur la santé publique des habitats des zones concernées au voisinage des sources de pollution mais peut affecter également des milieux et des populations très loin de leurs sources .

Parmi les divers polluants déversés régulièrement dans l'atmosphère, le plomb d'origine automobile occupe une place prépondérante, sa toxicité pour la biocénose est évidente et s'aggrave de plus en plus à travers la chaîne trophique pour devenir dramatique en atteignant l'homme (Degobert, 1992).

Les véhicules sont considérés actuellement comme les principaux responsables de la pollution atmosphérique urbaine.

En Algérie et surtout dans la région de l'Est du pays, il existe depuis plusieurs années un problème qui s'amplifie de pollution atmosphérique notamment plombique lié à des réseaux routiers importants, c'est pour laquelle plusieurs chercheurs se sont intéressés à cet aspect de recherche.

Le trafic routier, dans la wilaya de Jijel comme toutes les autres régions du pays est important et il s'intensifie de plus en plus durant la période estivale, le parc automobile s'élargit d'année en année vu le nombre de véhicules qui ne cesse d'augmenter.

L'impact de cette extension automobile pourrait aussi avoir des conséquences désastreuses sur l'environnement suite aux divers polluants, le plomb compte parmi les polluants d'origine automobiles les plus toxiques pour la santé humaine, cette toxicité est renforcée par un phénomène d'assimilation et de concentration dans l'organisme qu'on appelle la bioaccumulation.

Les réseaux de surveillance de la pollution urbaine ne sont pas malheureusement mis en place en Algérie, et c'est pour cette raison que nous sommes penchés sur l'utilisation des

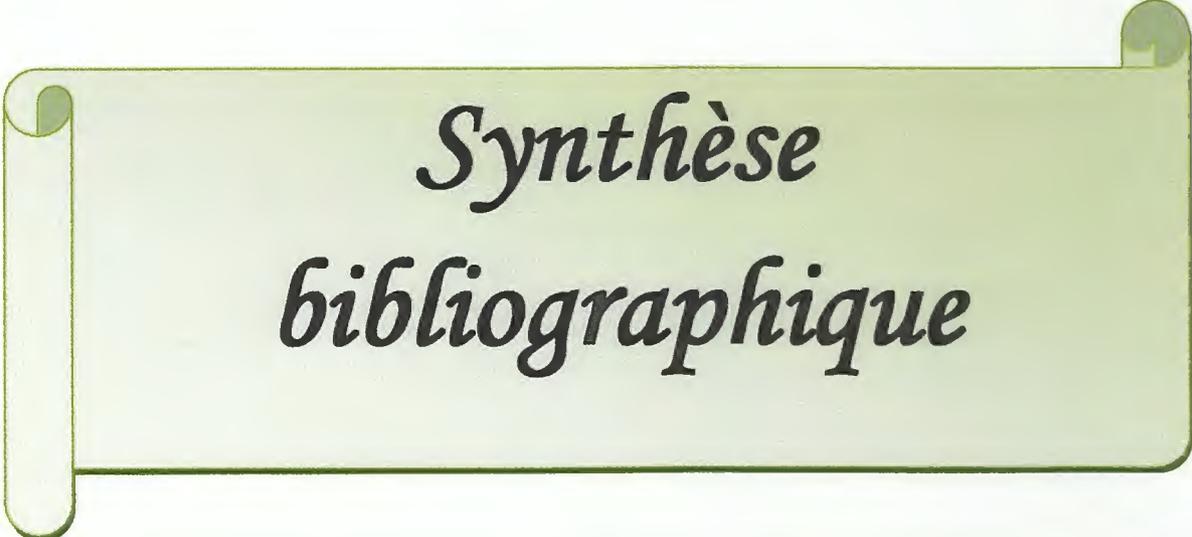
bioaccumulateurs qui en générale , nous renseignent d'une façon assez précise sur l'état de l'air , notre étude est fondé sur l'utilisation de deux espèces végétales *Pistacia lentiscus* et *Myrtus communis* . Cette méthode est largement utilisée même dans les pays développés.

C'est dans ce contexte que notre travail s'inscrit, et qui a pour objectif d'évaluer la pollution atmosphérique par le plomb d'origine automobile et de déterminer la qualité de l'air à l'intérieur de wilaya de Jijel, en choisissant cinq stations différentes selon l'intensité du trafic routier et l'éloignement de plus en plus de la ville de Jijel: Bordj-T'her, Ain krinah avant et après décharge (Taher), Tassoust et Jijel ville.

Le travail est divisé en deux grandes parties :

-La première consiste à une synthèse bibliographique, qui comprend deux chapitres: Le premier consacré à une généralité sur la pollution atmosphérique, Le deuxième concerne la pollution plombique et ses effets.

-La deuxième sera consacré aux : à la présentation de la zone d'étude, matériels et méthodes, résultats et discussions et en fin nous avons terminé par une conclusion.



*Synthèse
bibliographique*

Chapitre I :
Généralités sur la
Pollution atmosphérique

I.1-Définition :

La loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie du 30 décembre 1996 de France, définit la pollution de l'air comme l'introduction par l'homme, dans l'atmosphère et les espaces clos, de substances présentant des risques pour la santé, les écosystèmes, d'influer sur le climat, de détériorer les biens matériels de provoquer des nuisances olfactives (Thibault, 2003).

Selon Masclat (2005), la pollution de l'air est une élévation de la concentration de composants secondaires dans l'atmosphère. Ils peuvent être d'origines naturelles ou liés aux activités humaines.

La pollution atmosphérique est la résultante d'une modification quantitative par la hausse de la concentration dans l'air de certains constituants normaux (CO₂, NO₂, O₃ par exemple), soit d'une modification qualitative due à l'introduction de composés à ce milieu (radioéléments, substance organique de synthèse par exemple), soit encore, et c'est le cas générale, d'une combinaison de ces deux phénomènes (Ramade, 2005)

I-2-Classification des polluants atmosphériques :

Il existe un grand nombre des polluants atmosphériques qui peuvent être classés selon leurs origines: primaires et secondaires (Grandjean, 1967), et selon leurs natures: gazeux et particules (Ramade, 2000). Cette classification est représentée dans le tableau N°1.

I .3. Sources des principaux polluants atmosphériques :**I.3.1. Sources naturelles :**

Les sources naturelles sont des sources provenant des rejets de substances polluantes mais qui ne sont pas liées à l'activité humaine. Parmi ces sources : L'éruption volcanique (dégagement très important de produits soufrés), la production d'embruns marins (particules), Météorites, érosion éolienne, feux des forêts ... etc. (Ramade, 2000).

Tableau 1 : Classification des polluants atmosphériques :

Selon la nature physique	Gazeux : présent dans l'air sous forme de gaz : CO SO ₂ , NO _x , hydrocarbure... etc. (1)
	Particulaires : poussière, les métaux (Cd, Pb..), composés organiques naturelles ou de synthèses...(2)
Selon l'origine	Primaires : émis directement par des sources identifiables dans l'atmosphère (3) sous forme de gaz ou particule: SO ₂ , NO ₂ , Pb...(4)
	Secondaires : les polluants primaires peuvent réagir entre eux(1) et entre les constituants normaux de l'atmosphère pour donner les composés secondaires (3) par exemple: O ₃ , les PAN (pyroxy-acyle-nitrates) (5)

(1) :Ramade, 2000 ; (2) :Stellman, 2000 ; (3) : Degobert, 1992 ; (4) : Masclet, 2005 ; (5) :Ramade, 2005

I.3.2. Sources anthropiques :

Ce sont des sources liées à l'activité humaine : l'industrie, la combustion des combustibles fossiles, La circulation routière, Transports urbains et les poids lourds, L'incinération des déchets etc (Ramade, 2000).

Les polluants atmosphériques les plus répandus dans les villes sont : le dioxyde de soufre monoxyde de carbone, les métaux lourdes (ex: Pb, Cd), le dioxyde d'azote et autres dérivés (Stellman, 2000). Le tableau 2 résume les principales sources de ces polluants.

Tableau 2 : Sources des principaux polluants atmosphériques :

Sources des polluants	Source naturelle	Source anthropique
Le dioxyde de soufre SO ₂	-Volcanisme -Embrun marins -Activation bactérienne (1)	-L'industrie -La combustion des combustibles fossiles (2)
Le dioxyde d'azote NO ₂	-Les bactéries par dénitrification -Les processus de formation de l'ozone -Combustion de la biomasse (3)	-La circulation routière -Transport urbains et les poids lourds..(4) -La combustion -L'industrie nucléaire (1)
Le monoxyde de carbone CO	-Les bactéries -Les océans -Oxydation photochimique du méthane -Emission directe par les plantes (2)	-Combustion incomplète - Les véhicules à essence -Moteurs à explosion -Feux de végétation (2)
Les métaux lourds: Pb et Cd	-Volcanisme -Météorites -Embruns marins -Erosion éolienne -Feux des forêts (5)	-Métallurgie et divers industrie -Transport -Combustion de combustibles fossiles (pétroles et charbon) -L'incinération des déchets ménagères -Les engrais

(1) : Ramade, 2000 ;(2) : Salamon, 2003 ; (3) Degobert, 1992 ; (4) : Masclet, 2005 ;

(5) :Ramade, 2005

I-4-Pollution atmosphérique liée au trafic routier :

La croissance démographique, l'urbanisation et l'amélioration de la conjoncture économique sont les grands moteurs de la croissance automobile mondiale.

Les véhicules, les camions, les autobus, les autocars et autre véhicules à moteur constituent une part de responsabilité importante dans la pollution atmosphérique (ECMT, 2001).

Les polluants provenant des transports routiers sont classés selon deux catégories :

a) Les polluants primaires qui sont émis directement à l'échappement comme : le monoxyde de carbone (CO), les composés organiques volatils non méthaniques (COVNM) telle que le benzène (C₆H₆) et les oxydes d'azote (NO et NO₂), hydrocarbure aromatique polycyclique et le plomb (Lajoie et Levallois, 1998; Servant ,2007).

b) Les polluants atmosphériques secondaires qui résultent de la transformation chimique des premiers, dans l'atmosphère comme : l'ozone (O₃), l'acide sulfurique (H₂SO₄) et l'acide nitrique (HNO₃) (Lajoie et Levallois, 1998 ; Servant, 2007).

Les gaz à effet de serre telle que le CO₂ et Le méthane (CH₄) peuvent être aussi émis par les véhicules (Servant ,2007).

Ces émissions varient selon le type de véhicule, l'âge du véhicule et le type de carburant et la vitesse utilisé (Atmopaca ,2007).

En effet, les véhicules à poids lourds sont beaucoup plus polluants que les véhicules légers (Lajoie et Levallois, 1998). Plus les véhicules sont lourds plus les besoins énergétiques sont élevées plus la consommation des carburants augmentent plus les émissions sont importantes (Deletraz ,2002).

L'âge des véhicules influence également sur les émissions des polluants, les nouvelles voitures émettent moins de polluants que les voitures anciennes (96% moins de CO et de COV et 75% moins de NO_x) (NCHRP, 1997).

Ainsi, le moteur diesel émet sensiblement plus de NO_x et des particules en suspension par rapport aux autres moteurs à combustion, (surtout des microparticules) (Servant, 2007), Alors que les émissions de CO sont plus importantes pour un véhicule essence que pour un véhicule diesel (Atmopaca, 2007).

Les véhicules émettent d'autant plus de polluants que la vitesse croît (les véhicules essence émettent le plus de COV lors de vitesses élevées) (Atmopaca, 2007).

I.5.Fonctionnement du système atmosphérique :

Les gazs et les particules sont émis tout d'abord dans la biosphère à partir des sources naturelles ainsi qu'anthropiques ; plusieurs phénomènes agissent sur le fonctionnement du système atmosphérique donc sur les émissions :

- La dynamique atmosphérique qui est un processus mécanique permettant le transport, le mélange, la dispersion et la dilution des polluants dans l'atmosphère.
- La dégradation chimique ou photochimique des polluants sous l'effet des radicaux de l'atmosphère ou de l'ozone (les polluants primaires se transforment en polluants secondaires).
- Les dépôts permettant d'éliminer les polluants atmosphériques sont deux types de (voir figure 1)
 - Dépôt sec : les polluants se déposent sur le sol, sur les plantes et sur les feuilles des arbres.
 - Dépôt humide : due au lessivage des polluants par les pluies, la neige, et le brouillard (Masclat, 2005)

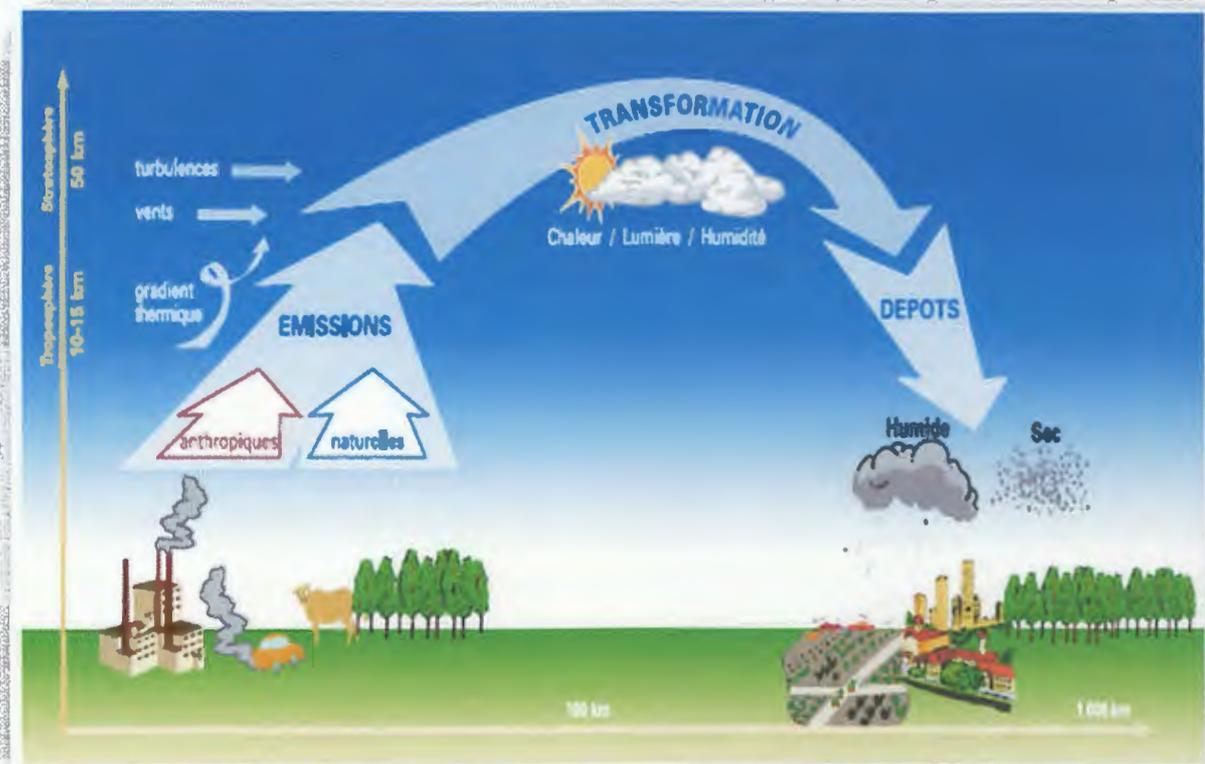


Figure 1 : Cycle des polluants atmosphérique dans l'atmosphère (El yamani ,2006)

I.6. Facteurs intervenant dans la dispersion des polluants :

Les polluants rejetés dans l'atmosphère ne restent pas en place, ils émigrent même fort loin du lieu de rejet (Ramade, 2005). Cette émigration est liée aux conditions climatiques, météorologiques et topographiques (Ionescu et al., 1996).

I.6.1. L'intervention du vent :

Le vents est un déplacement de l'air donc un facteur de transport des polluants, il possède une vitesse exprimée en m/s ou Km/h, et une direction exprimée en fonction de la rose des vents (Coxford et al., 1996).

Les courants ascendants dispersent les polluants en altitude et assurent ainsi leur circulation troposphérique, l'existence d'un vent dominant d'ouest à vitesse de 35 m/s qui souffle au niveau de la tropopause dans l'hémisphère nord, permet un transit circumterrestre de toute substance située à ce niveau en 12 jours (Ramade, 2005).

A l'échelle urbaine, l'influence du vent sur la pollution atmosphérique est très variable selon la position de la source, généralement la vitesse du vent augmente avec l'altitude, une fois les polluants s'élèvent, la dispersion horizontale est facilitée par le vent (Basly et al., 1999).

Les polluants émis par les sources sont balayés et dispersés par le vent, lessivés et dissous par les précipitations, les deux facteurs sont donc favorables à une bonne qualité de l'air (Thibault, 2003)

I.6.2. L'intervention du gradient verticale de température :

Le gradient vertical de température est également utilisé pour définir la stabilité de l'atmosphère (Hertige et al., 2006).

Le déplacement d'air est guidée par des lois thermodynamiques, si la masse d'air soulevée est plus froide que le milieu environnant, elle sera plus dense, et donc redescendra à son niveau de départ (atmosphère instable), si la masse d'air soulevée est plus chaude que le milieu environnant, elle sera plus légère, et subira donc une élévation (atmosphère stable)

La structure thermique verticale de la troposphère tient alors une part importante dans le mélange verticale des masses d'air, et par conséquent la dilution des polluants (Chvez, 1988)

I.6.3. Couche d'inversion de température :

La couche d'inversion de température c'est un facteur défavorable à une bonne qualité de l'air (Thibault, 2003). Les gaz chauds pollués et les aérosols injectés dans l'atmosphère sont bloqués dans leur mouvement ascensionnel par la couche d'inversion dont la densité est égale à la leur, et stagnent au voisinage du sol (Ramade, 2005)

I.7. Impacts des polluants atmosphériques :

I.7.1. Impact sur la santé humaine:

Les polluants atmosphériques peuvent provoqués des intoxications aiguës ou chroniques (Lajoie, 1997). Cette toxicité peut affecter la cellule (cytotoxique) ou le génome (géo-toxique), attaquent éventuellement le système immunitaire, leur action peut engendrer

des cancers, manifestations allergiques ou de l'asthme et conduit à des infections respiratoires (Sardine et al., 2005).

Les dioxydes d'azote réagissent avec le composé organique volatil non méthanique sous l'effet de soleil, ces composés provoquent des irritations oculaires, de la toux et une altération pulmonaire.

I.7.2. Impact sur la végétation:

Les dommages causés par la pollution atmosphérique peuvent se manifester de plusieurs façons, ils peuvent apparaître rapidement sur le feuillage, sous la forme de lésions nécrotiques, aussi entraîner le jaunissement ou la chlorose des feuilles (Ramade, 2005). Le tableau 3 montre les effets de quelques polluants atmosphériques sur les végétaux.

I.7.3. Impact sur l'environnement :

Les polluants atmosphériques provoquent la dégradation des sols, des eaux et des écosystèmes (Masclat, 2005). Ils conduits aussi à des perturbations biocénétiques qui peuvent prendre les dimensions de véritables catastrophes écologiques (Ramade, 2000).

En effet, les produits secondaires de combustions des hydrocarbures nuisent la qualité et l'équilibre de différents écosystèmes naturelles (Christian et al., 2008)

I.7.4. Impact sur le climat :

Les polluants atmosphériques provoquent des manifestations conduire à des perturbations de climat régional et planétaire. Les pluies acides et l'effet de serre représentent les deux grands phénomènes qui traduisent la perturbation climatique (Masclat, 2005)

I.7.4.1. Les pluies acides :

Les pluies acides est un terme utilisé pour décrire toute forme de précipitation acide (pluies, neige, grêles, brouillard). Le dioxyde de soufre et les oxydes d'azote sont les principales causes des pluies acides. Ces polluants s'oxydent dans l'air pour former de l'acide sulfurique et de l'acide nitrique. On les retrouve dans les nuages et les précipitations parfois à des milliers de kilomètres de leur point d'émission (Sadrine et al., 2008).

En milieu urbain, les pluies acides accélèrent la détérioration des éléments de construction pouvant remettre des particules (Pb, Cu et Cd) en suspension (Sadrine et al., 2008).

Tableau 3 : Effets de quelques polluants atmosphériques sur les plantes (Ramade, 2005).

Les polluants atmosphériques	Les effets
SO₂	<ul style="list-style-type: none"> -Blocage de la phase lumineuse de la photosynthèse -destruction de la molécule de chlorophylle. -sensibilité du système photosynthétique.
O₃	<ul style="list-style-type: none"> -l'ozone toxique de façon particulière sur les conifères -l'apparition des petites taches nécrotiques grisâtres situées sur les cellules du parenchyme palissadique à la face supérieure du limbe foliaire
PAN	<ul style="list-style-type: none"> -lésions foliaires caractérisées par l'apparition d'une teinte argentée vitreuse ou métallique à la face inférieure du limbe foliaire d'arbre à feuille caduques. Nécrose des cellules de la paroi stomatique -l'exposition continue à des doses inférieures à 10 ppm chez les angiospermes inhibe la photosynthèse.
NO₂	<ul style="list-style-type: none"> -Avec les photo-oxydants provoque une baisse significative de la production primaire
Fluor	<ul style="list-style-type: none"> -l'apparition de nécroses apicales du parenchyme foliaire, affectent le parenchyme chez les phanérogames

I.7.4.2.Effet de serre :

Les gaz atmosphériques dus aux activités humaines CO_2 , CH_4 , NO_2 , jouent un rôle important dans le phénomène de l'effet de serre. Ces gaz piègent la chaleur émise par la terre sous l'effet des rayons solaires.

L'effet de serre conduit à l'augmentation de la température terrestre, et autre phénomènes comme : l'élévation du niveau des mers, modification des courants océaniques, augmentation des virus et bactéries (Masclat, 2005).

Chapitre II :
La pollution plombique

II.1. Définition et description du plomb :

Le plomb est l'un des métaux les plus répons dans l'écorce terrestre, qui compte parmi les métaux lourds en raison de sa forte densité (Hegger et al., 2009). C'est un métal dont l'extraction et l'utilisation remontent à la plus haute antiquité (Rapp, 2009; Schlesinger et Paunovic, 2011), son principal minerai est la galène (sulfure de plomb) (Figure 2) (Cachau-Herreillat, 2007).

Il vient du latin *plumbum* signifie liquide argenté (Gupta, 2011; Ostdiek et Bord, 2012), c'est un métal gris bleuâtre (Nachtergal, 1988), brillant, très mou, malléable et flexible, qui se ternit sur exposition à l'air (Berkowitz et al., 2008), a de multiples composés (Rescond, 2010), c'est un des métaux les plus ductiles et le plus malléable (Bauer, 2002).

Il s'agit d'un métal lourd très toxique pour les êtres vivants (Ramade, 2000) qui ne doit pas être ingéré par l'homme même à de faible dose (Lemaitre, 2012).

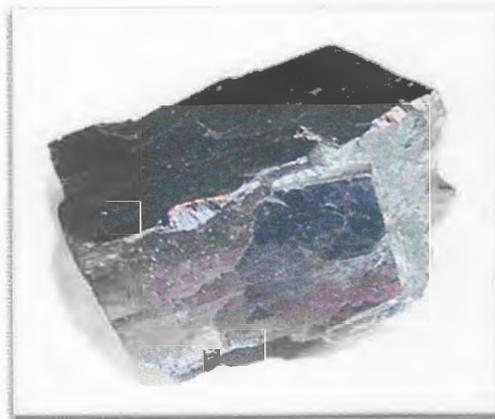


Figure 2 : source naturelle de plomb (Minerai de galène) (Anonyme, 2008).

II.2. Propriétés et caractéristiques physico-chimiques :

Tableau 4 : principaux propriétés physico chimique (Gupta, 2011).

Symbole	Pb
Numéro Atomique	82
Masse atomique	207,2 g.mol ⁻¹
Point de fusion	327,5°C
Point d'ébullition	1740°C
Densité	11 34g cm ³

- ✓ Comme il est très mou il est facile à laminier et à façonner ainsi facile à recycler (Cochet et Pernot, 2000 ; Manfred et al ., 2009).
- ✓ Il est d'une ductilité élevée (souplesse et flexibilité) (Vaudourdolle, 2007 ;), possède une grande affinité pour les fonctions thiols.
- ✓ Les sels inorganiques sont généralement peu soluble à l'exposition des nitrates et des acétates, le plomb est en revanche soluble dans les acides dilués (Vaudourdolle ,2007).
- ✓ Le plomb est extrêmement résistant à la corrosion (Hegger et al ., 2009 ; Winston Revie, 2011).

II.3. Plomb et ses dérivés :

Le plomb se trouve dans la nature sous deux formes: organiques et inorganiques (Tableau 5) (Selwyn, 2010) .

- Inorganiques comme, la galène (PbS), litharge ou massicot (PbO), dioxyde de plomb (PbO₂), le minium (Pb₃O₄) (Lauwerys, 1992).
- Organiques comme, le plomb tétraéthyle Pb(C₂H₅)₄ et le plomb tétraméthyle Pb(CH₃)₄, l'octate et les naphtéenate (Berg, 1994 ; catilina et mariotti, 2002).

Tableau 5 : principaux dérivés de plomb (Thornton, 2001; Baboian, 2005)

Composés du plomb	Formule
Galène ou sulfure du plomb	PbS
La litharge, ou massicot (monoxyde de plomb)	PbO
Bioxyde de plomb ou acide Plombique	PbO ₂
Sulfate de plomb	PbSO ₄
Chlorure de plomb	PbCl ₂
Acétate de plomb	(C ₂ H ₃ O ₂) ₂
Carbonate de plomb, ou cérusite	PbCO ₃
Minium ou oxyde salin	Pb ₃ O ₄
Chromate de plomb	PbCrO ₄
Bromide de plomb	PbBr ₂
Hydroxyde de plomb	Pb(OH) ₂
Nitrate de plomb	Pb(NO ₃) ₂
Carbonate basique, ou céruse	Pb(OH) ₂ , 2PbCO ₃
plomb tétraéthyle	Pb(C ₂ H ₅) ₄
le plomb tétraméthyle	Pb(CH ₃) ₄

Il existe plusieurs isotopes stable du plomb dans la nature, les plus abondants sont : ^{208}Pb , ^{207}Pb , ^{206}Pb , ^{204}Pb (Baize et Tercé ,2002).

II.4.Utilisation du plomb :

L'utilisation du plomb est directement liée à la métallurgie (Casas, 2005) en raison de sa forte résistance à la corrosion (Bourre ,2008). Il connait de multiples emplois :

- ✓ Batteries : une part importante de production de plomb est utilisée pour la fabrication de batteries au plomb (Catilina et Mariotti, 2002) ,65 à 70 % du plomb est utilisé dans les batteries automobiles en occident (Lachambre et Fisson , 2007) .
- ✓ Canalisation d'eau potable : dans toute l'antiquité le plomb a été utilisé pour réaliser des canalisations d'eau potable en raison de sa grande résistance à la corrosion.
- ✓ Carburant : les plombs tétraéthyle et tétraméthyle ont été pendant longtemps les seuls additifs antidétonants connus (Catilina et Mariotti, 2002).
- ✓ Utilisé dans l'industrie des accumulateurs des câbles électriques, et dans la fabrication des peintures.
- ✓ Les industries du bâtiment utilisent du plomb en feuille pour assurer certaines étanchéités ou isolation phonique (Vaudourdolle, 2007).
- ✓ Fabrication de produit céramique de grés de faïence de porcelaine et de majolique ,enduit et d'émaux ,tuileries, poteries de terre cuite et briqueteries (De Brouwer, 1997).

II.5.Cycle biogéochimique du plomb :

De tous les métaux lourds et autre éléments toxiques contaminant la biosphère, le plomb constitue au même titre que le cadmium ou l'arsenic et devant le mercure le plus préoccupant des polluants (Ramade, 1993).

Qu'ils soient naturels ou anthropiques les rejets de plomb dans l'atmosphère se font essentiellement sous forme de particules (Ramade, 1993), celle qui ont un diamètre inférieur à un μm , sont transportées à grande distance. En revanche les particules d'origine naturelle, de plus grande diamètre sont transportées à plus faible distance (Hutchinson et Meema, 1987).

Le retour du plomb de l'atmosphère aux écosystèmes terrestres et aquatiques s'effectue essentiellement par les dépôts des particules contenues dans l'atmosphère (Ramade, 1993).

Dans les écosystèmes terrestres, les particules de plomb se déposent à la surface du sol et se mélangent aux couches superficielles. De nombreux travaux ont montré l'importance du rôle de la pollution atmosphérique dans la contamination des sols par le plomb (Ramade, 2000).

Dans l'écosystème aquatique continental, le plomb d'origine naturelle est introduit par érosion alors que celui provenant des pollutions y est amené par ruissellement à la surface de particules atmosphérique (Ramade, 2000).

En milieu marin, la plus grande part du plomb est apportée par dépôt d'aérosols atmosphériques (Figure 3) (Ramade, 2000).

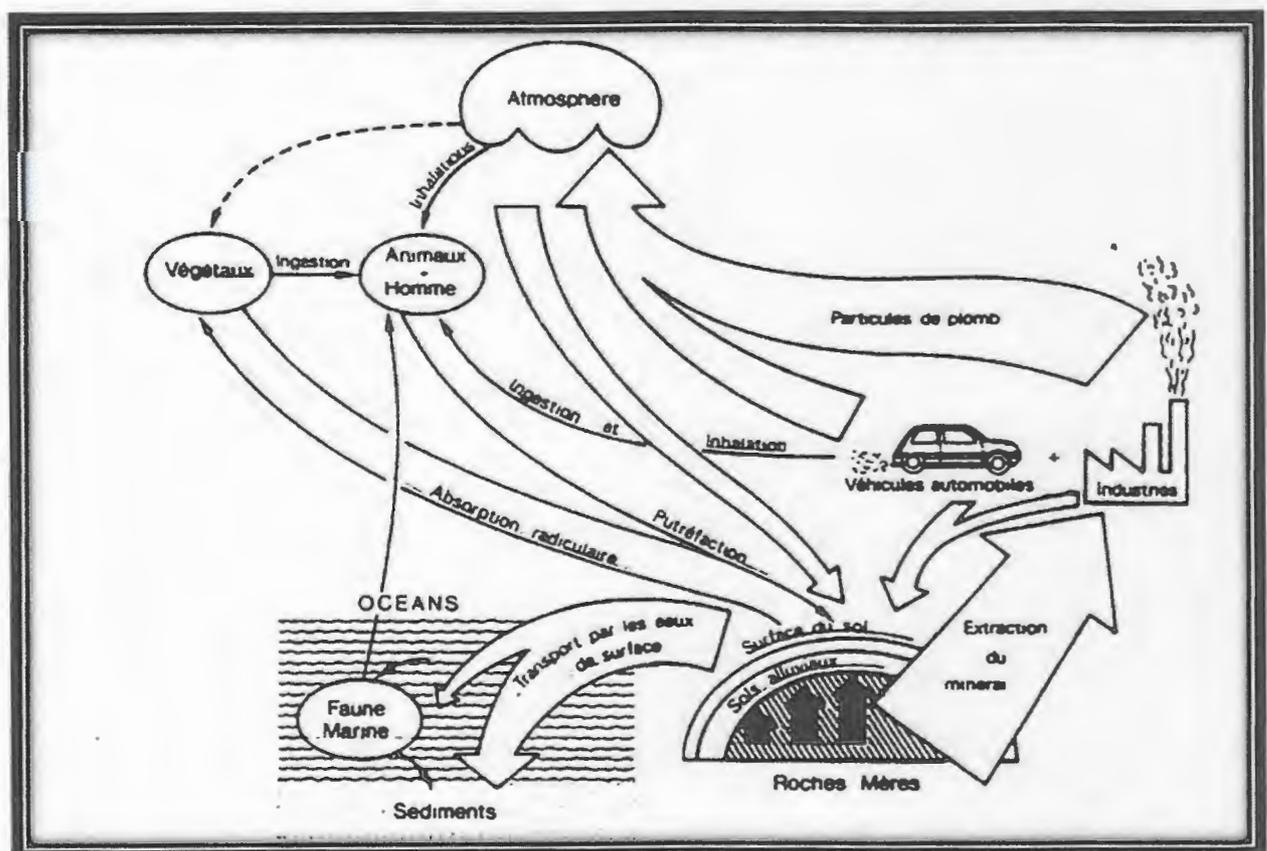


Figure 3 : Cycle biogéochimique du plomb (Ramade, 2000) .

II.6.Sources du plomb :

Le plomb est présent naturellement dans la croûte terrestre à une concentration d'environ 13mg /kg (N R C, 2005). Il pénètre dans l'environnement à partir d'une variété de sources naturelles et humaines (Singh, 2005). Les sources naturelles tels que l'érosion de la croûte terrestre, les éruptions volcaniques et les incendies de forêts, mais les émissions majeures sont d'origine anthropique dont le transport routier représente 61% de ces émissions atmosphériques avec le reste provenant principalement d'industrie (Lovei, 1997).

Les véhicules sont la principale source de plomb dans l'atmosphère dans de nombreuses villes et représentent jusqu'à 90% de l'ensemble des émissions de plomb dans l'atmosphère (Sterner, 2003).

Les émissions humaines de plomb sont 300 fois supérieures aux quantités naturelles (Erkman, 2004).

II.7.Le plomb d'origine automobile :

Le plomb est l'un des principales causes de la pollution atmosphérique, utilisé comme additif des essences sous forme d'alkyl plomb (Ramade, 1993) capable d'améliorer l'indice d'octane de l'essence (ECMT, 2001), en particulier de plomb tétraéthyle, qui a connu une croissance importante jusqu'au début des années 1970 (Ramade, 2000).

En Europe on estime que chaque véhicule à l'essence au plomb rejette chaque année en moyenne 1kg de plomb particulier (Ramade, 2000).

La combustion des carburants renfermant du plomb tétraéthyle produisant essentiellement des particules insédimentables de ce métal, celle-ci passent dans l'atmosphère (Ramade, 2000).

Jusqu'à ce jour la combustion de l'essence restait la plus grande source émettrice de plomb présent sous forme de tétra éthyle plombique (Masclat, 2005).

Dans l'atmosphère 75% du plomb est gazeux, émis sous forme d'halogénures de plomb ($PbClBr$, $PbCl_2$ et $PbBr_2$), 25% sont émis sous forme de particules dont près de la

moitié (12% du plomb total) se trouve sous forme de fine particules ($< 0.5\mu\text{m}$) qui restent en suspension dans l'atmosphère, l'autre moitié est émise sous forme de grosses particules retombants rapidement dans le sol (Masclat, 2005).

II.8. Le plomb et la plante :

II.8.1. La phytodisponibilité du plomb :

On parle de phytodisponibilité, lorsque l'organisme vivant est une plante, ce terme découle de biodisponibilité, qui peut être définie comme « l'aptitude d'un élément à être transféré d'un compartiment du sol vers un organisme vivant (bactérie, végétale, animale, homme) (Cecchi, 2008). La phytodisponibilité du plomb peut être définie comme la quantité qui peut être transférées (prélevée) dans la plante durant son développement (Redon, 2009).

Elle est la résultante d'un ensemble de processus qui permettent le transfert de cet élément de la phase solide du sol à la solution du sol puis aux tissus de la plante (Tremel-Shaub et Feix, 2005).

Le plomb se trouve dans le sol sous deux formes: solides ou solubles, les plantes prélèvent les éléments traces uniquement dans la solution du sol (l'eau du sol + éléments + molécule dissous), plus la concentration du plomb (sous forme absorbable) est importante dans la solution du sol, plus la plante peut prélever cet élément (Tremel-Shaub et Feix, 2005).

II.8.2. Absorption du plomb par la plante : (Mode de contamination des végétaux)

Les plantes sont exposées de deux façons au plomb ; par les parties aériennes et par les racines.

Le plomb peut être déposé à la surface des feuilles et des racines mais une partie est enlevée par le lavage à l'eau et l'autre pénètre dans la plante (Tremel-Shaub et Feix, 2005), donc le plomb peut être absorbé et accumulé par la plante par les racines à partir du sol ou par la partie aérienne (feuille, tige, graine, fruits...) à partir des retombés atmosphériques ou bien par l'intermédiaire des deux (Ptra et al., 2004).

Une fois prélevés par la plante, le plomb peut être piégé et ne pas circuler dans la plante, ou alors être transporté du lieu d'absorption vers un autre organe végétal. En effet, Certain

espèces végétale sont capables de transférer le plomb depuis les racines vers les partie aérienne de la plante, ce phénomène s'appelle la translocation (Maillard et Bonhomme, 2000).

II.8.2.1. Absorption racinaire :

Le plomb peut être absorbé par les racines à partir du sol (Whitacre, 2011), cette absorption s'effectue sous forme ionique (Soni, 2010), mais ce mécanisme est encore mal compris (bargagli, 1998).

La cellule végétale est constituée d'une paroi, perméable à la solution du sol, la plante prélevée essentiellement d'élément sous forme ionique (Tremel-Shaub et Feix, 2005).

Le plomb doit être sous une forme disponible pour que les plantes puissent les prélever ou les plantes doivent présenter des mécanismes qui lui permettent d'être disponible (Prasad et Hagemeyer, 1999).

L'absorption racinaire du Pb est négligeable par rapport au dépôt direct sur les parties aériennes (Ruttens, 2012).

Dans le sol, le Pb se trouve sous forme : Pb^{+2} , $PbHCO^{+3}$, PbS , $PbSO_4$, $Pb(OH)_2$, $PbCO_3$, PbO , $Pb(PO_4)$, $PbCl_4$ (Ross, 1995).

II.8.2.2. Absorption par les parties aériennes :

Selon Tremel-Shaub et Feix (2005), le plomb peut pénétrer par les parties aériennes (feuilles, tiges, fruits) à partir de particules ou de fines poussières en suspension dans l'air, composés gazeux ou de composés dissous dans l'eau de pluie ou d'irrigation (**figure 4**).

Dans les zones de forte pollution atmosphérique à proximité d'une industrie de fabrication d'alliage ou à coté d'une autoroute (ou les résidus de combustion de l'essence plombée émis par les véhicules sont élevés), la contamination par voie aérienne dues aux retombées atmosphériques sont importants (Tremel-Shaub et Feix, 2005).

Le plomb sous forme de poussière ou de gaz peut entrer directement par les stomates des feuilles, une partie des retombées atmosphériques, solubilisée par l'eau de pluie et d'irrigation, peut traverser la cuticule des feuille et des fruits, l'autre partie est enlevé par un simple lavage à l'eau (Ferrandon et Chamel, 1989).

Dans les zones de faible pollution atmosphérique l'entrée de plomb par les parties aériennes s'effectue par un transfert depuis le sol vers la plante via les racines (Tremel-Shaub et Feix, 2005).

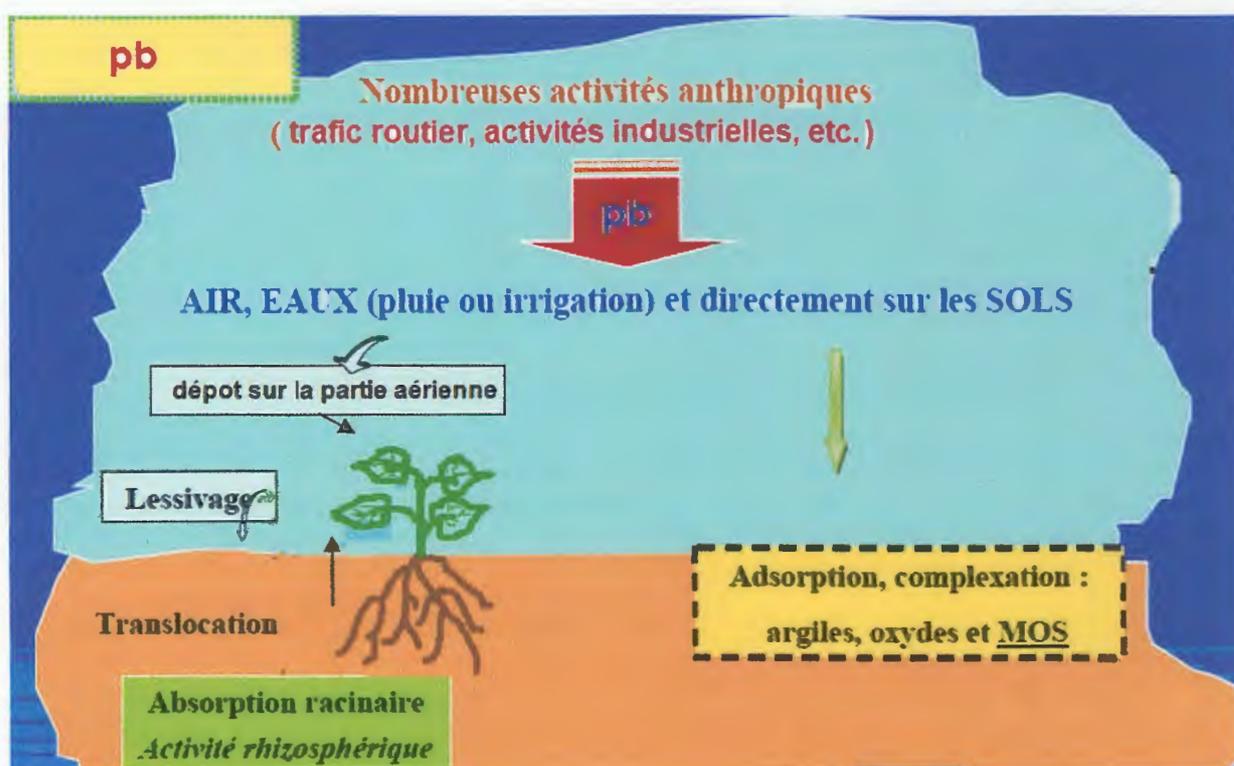


Figure 4 : Mode de contamination par le plomb (Uzu et al., 2008)

II.8.3. Facteurs influençant l'absorption du plomb :

Plusieurs facteurs agissent sur l'absorption du plomb par la plante :

II.8.3.1. facteurs liés au sol :

✓ le pH :

Plus le sol est acide, plus le transfert de Pb vers la plante est important, car cet élément devient plus soluble (Migeon, 2009), alors qu'un pH alcalin diminue l'absorption du plomb par la plante (Kovalick, 1991).

✓ Capacité d'échange cationique (CEC) :

Elle représente la quantité maximale de cations de toutes sortes qu'un poids déterminé de sol est capable de retenir ou, autrement dit, le total des charges négatives du sol disponibles pour la fixation de cations métalliques ou d'ions H⁺ (Bargagli, 1998).

Une CEC élevée veut dire que la possibilité de fixation sur les charges négatives augmente. Plus la CEC est élevée, plus les cations métalliques du Pb sont adsorbés ou complexés par les matières organiques, les argiles et les oxydes, donc moins assimilables par les plantes (Migeon, 2009) les sols sableux permettent un transfert plus élevé que les sols plus lourds (plus argileux) (Tremel-Schaub et Feix, 2005).

✓ **Teneurs en matière organique(MO) :**

La disponibilité du plomb est fortement corrélée par la teneur du sol en matière organique, la fraction minérale n'intervient de façon importante dans la mobilité du métal que lorsque le sol contient peu de matière organique, c'est pourquoi les sols pauvres en matière organique permettent un transfert plus élevé de cations métallique (pourrut, 2008).

II.8.3.2. Facteurs liée à la plantes et aux microorganismes :

✓ **L'espèce végétale :**

Toutes les espèces affectées par une pollution ne réagissent pas de la même manière aux polluants (Deteraz, 1998).

Les végétaux d'espèces différents, n'absorbent pas les mêmes quantités du plomb, et ne les stockent pas dans les mêmes organes (Bargali, 1998).

Selon les géotypes de plantes, certaines prélèvent très peu les métaux, même quand ils sont à des concentrations élevées dans le sol, d'autre présente une forte absorption de plomb même s'il se trouve à de très faibles concentrations dans le sol (Tremel-Schaub et Feix, 2005).

✓ **stade et âge de la plante :**

La quantité d'élément prélevée diminue avec le développement de la plante (Barber, 1995). La concentration dans les tissus diminue aussi, c'est ce qu'on appelle l'effet de dilution. (Tremel-Schaub et Feix, 2005).

✓ Influence des microorganismes :

Les micro-organismes influencent les flux et le cycle du plomb, (Bargagli, 1998). Car ils peuvent modifier sa solubilité et augmenter ou diminuer son absorption par les racines. (Tremel-Schaub et Feix, 2005).

II.8.3.3. Facteurs climatique :

Les facteurs externes jouent un rôle important dans l'absorption du plomb par la plante :

✓ La température :

Elle est directement proportionnelle à l'absorption du plomb par les plantes. Arvik et Zimdahl (1971) ont montré que le taux du plomb absorbé par les racines chez quelques végétaux diminuent de 40% à basses températures tandis qu'ils s'élèvent progressivement aux températures de 4 à 24°C (Arvik et Zimdahl, 1974).

Le prélèvement augmente avec la température, en favorisant l'activité métabolique, la température accélère les échanges gazeux et par conséquent, les effets toxiques sont accentués (Deletraz, et Paul, 1998).

✓ La lumière :

Le prélèvement d'éléments-traces par les plantes tend à augmenter quand la lumière augmente (Prasad et Hagemeyer, 1999).

L'intensité lumineuse augmente l'absorption et le transfert du plomb dans la plante, en influençant sur le degré d'ouverture des stomates. (Deletraz et Paul. 1998).

✓ L'humidité :

En période humide, la végétation est plus sensible aux polluants qu'en saison sèche, d'une part, parce que l'humidité permet une dissolution des dépôts de surface et leur pénétration à travers la cuticule, et d'autre part, parce qu'elle augmente le degré d'ouverture des stomates (Deletraz et Paul. 1998).

II.8.3.4. Le degré de pollution par le plomb :

La contamination des végétaux par le plomb donc son absorption est étroitement corrélées par le degré de pollution de milieu où elle est implantée, Plusieurs études ont montrés que les végétaux situés au bord des routes (zone où le trafic routier) contiennent des

concentrations élevées en plomb et cette concentration diminue avec l'éloignement de la route ou autoroute (Tankaridan-Badjo, 2007).

II.8.4.Effet du plomb sur les végétaux :

II.8.4.1.Effets sur la morphologie :

Les dommages visibles de la toxicité du plomb se manifestent par l'apparition des nécroses au niveau des apex racinaires et des feuilles (mort des tissus), ainsi que des chloroses foliaires (décoloration des feuilles) et le vieillissement prématuré.

En règle générale, ces symptômes sont plus visibles dans les parties aériennes que dans les racines (Munn et Brook, 2012).

II.8.4.2.Effets sur la germination et la croissance :

Le plomb entraîne des effets néfastes sur tous les stades de développement des plantes (Deteraz, 1998), la germination est fortement inhibée par les ions Pb^{2+} (Wierzbicka et Obidzinska, 1998).

A de faible concentration ; le plomb inhibe également la croissance des racines et des parties aériennes (An, 2006).

A de plus fortes concentrations ; le plomb induit une mort des végétaux (Arshad et al, 2008).

II.8.4.3.Effets sur la nutrition minérale :

Le plomb affecte également la nutrition minérale, en perturbant le prélèvement et le transport des nutriments par la plante, tels que Ca, Fe, Mg, Mn, P et Zn en bloquant leur entrée ou en se liant à eux, les rendant indisponibles pour les plantes (Pourrut, 2008).

II.8.4.4.Effets sur la photosynthèse :

Chez les plantes, l'exposition au plomb conduit à une forte inhibition de la photosynthèse, du rendement photosynthétique, et à une limitation du taux d'assimilation de CO_2 . Le rendement photosynthétique, très sensible, peut chuter de plus de 50 % Cette inhibition s'explique par la diminution des teneurs en chlorophylles et en caroténoïdes généralement constatée (Pourrut, 2008).

La chlorophylle b semble plus sensible que la chlorophylle a (Vodnik et al, 1999). Toutefois, ces effets varient en fonction des espèces végétales.

II.8.4.5.Effets sur la respiration :

Contrairement à l'activité photosynthétique, l'effet du plomb sur l'activité respiratoire a été étudié (Seregin et Ivanov, 2001). L'ensemble des études concernant les feuilles, l'effet des ions Pb^{2+} sur l'activité respiratoire des racines reste inconnu. Des feuilles de pois traitées avec du nitrate de plomb voient leur concentration en CO_2 augmenter de façon significative (Parys et al, 1998).

II.2.le plomb et l'homme :

le plomb est un polluant chimique majeure de l'environnement et fortement toxique pour l'homme (Mengel et al., 2001).

II.2.1.Voie d'exposition au plomb :

Trois modes de pénétration du plomb dans l'organisme :

- a) par voie cutanée ou Cutané-muqueuse, qui est minime due à la présence de pigments au plomb (maquillage ou tatouages) (Monique et al., 2010) ou par dépôt de poussière sur la peau (varashin, 2007).
- b) Par voie digestive : essentiellement via les aliments et l'eau de boisson.
- c) par voie pulmonaire (respiratoire) ou aérienne (inhalation des poussières atmosphériques contaminées). Cette dernière est la plus dangereuse car le plomb atteint directement la circulation sanguine (Melquiot, 2003)(Voire tableau 6)

Tableau 6 : Voie d'exposition au plomb chez l'homme (Cecchi, 2008).

Alimentation	Ingestion	Plants contaminées par des retombées atmosphériques Stockage des aliments
poussières	Inhalation	Poussières fines, fumées de cigarettes, émissions automobiles
peinture	Ingestion et inhalation	-poussière de peinture lors de travaux de rénovation -ingestion des sols par des jeunes enfants -Ecailles de peinture ancienne
Activité professionnel le /loisirs	Inhalation	-métallurgie du plomb -fabrication d'accumulateurs et des batteries -Récupération des métaux -soudure

II.2.2.Symptômes de la pollution plombique :

La toxicité par le plomb peut être aigue ou chronique :

II.2.2.1.intoxication aigue : (Exposition intense de courte durée) (Gombert et al ., 2005). C'est une intoxication rare qui se rencontre après une absorption majeure de plomb (Monique et al ., 2010) elle se caractérise surtout par un violent syndrome gastro-intestinal : apparaissent les troubles digestifs : douleurs abdominales (coliques de plomb), vomissements et parfois diarrhée, soif (Tremel-Schaub et Feix, 2005 ; Monique et al., 2010) apparaissent ensuite progressivement troubles rénales , faiblesse musculaire , paralysé des extrémités, des signes d'atteinte neurologique : asthénie, céphalées, sensations vertigineuses, anxiété, insomnie... etc. (Tremel-Schaub et Feix, 2005 ; Monique et al., 2010).

Par ailleurs, une intoxication plus sévère peut provoquer des convulsions, le coma et parfois même la mort et ce, tant chez l'enfant que chez l'adulte (Chaussé, 2003).

III.2.2.2.Intoxication chronique : dite saturnisme (exposition peu intense de long durée).

Les signes cliniques apparaissent progressivement avec l'élévation du taux de plomb dans l'organisme ;

-pâleur, fatigue, anémie.

- troubles du comportement, irritabilité ; troubles de l'humeur, du sommeil, de la mémoire; difficultés scolaires, d'apprentissage et de concentration.
- retard de croissance, néphropathie, troubles neurologiques : céphalées, troubles de la motricité, neuropathies, convulsions, hypertension intra crânienne (Monique et al., 2010).
- Trouble gastro-intestinal, troubles digestifs : anorexie, douleurs abdominales (coliques de plomb voire constipation), vomissements.
- Fausse couche, accouchement prématuré, et de foetotoxicité et altération de la reproduction masculine (Tremel-Schaub et Feix, 2005).

❖ **Les effets toxiques les plus connus :**

-Effets sur le système nerveux : l'effet neurotoxique du plomb peut se traduire par une encéphalopathie convulsive pouvant aller jusqu'au décès, pour l'intoxication massive (Bismuth, 2000).

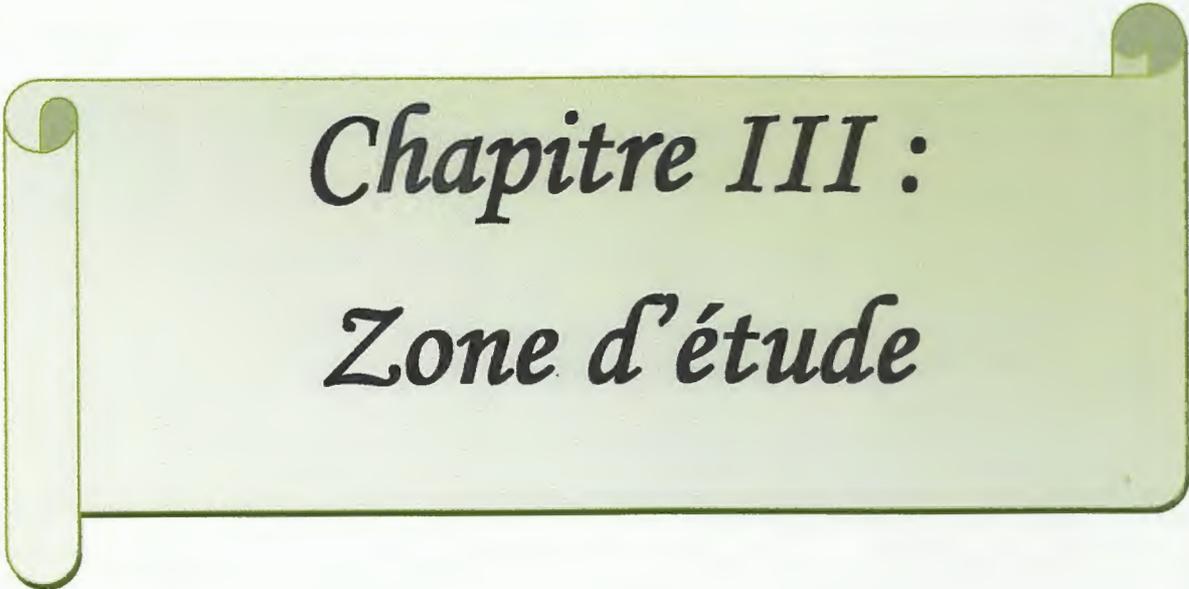
-Effets sur la moelle osseuse et sur le sang : le plomb s'accumule dans le sang (plombémie) et bloque plusieurs enzymes nécessaire à la synthèse de l'hémoglobine ce qui a pour effet une diminution du nombre de globules rouge et une anémie (Gombert et al ., 2005).

-Effets rénaux : Une exposition massive aiguë peut entraîner une atteinte rénale, généralement concomitante d'une encéphalopathie aiguë. La plombémie est en général supérieure à 1 500 µg/l. Une exposition chronique peut conduire à une insuffisance rénale chronique (OMS, 1995).

-Effets cancérogènes : la cancérogénicité du plomb et de ses dérivés est discutée par les experts. Le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC) a toutefois classé le plomb et ses composés comme cancérogènes possibles pour l'homme (ORSRA, 2007).

L'administration de fortes doses de plomb induit des cancers des reins chez de petits rongeurs (Bismuth, 2000), Certaines études épidémiologiques effectuées chez l'adulte en milieu professionnel suggèrent un effet cancérogène du plomb (poumon, estomac, et probablement vessie) (ORSRA, 2007).

Partie pratique



Chapitre III :
Zone d'étude

III.1. Présentation de la zone d'étude :

III.1.1. Description générale et localisation :

La Wilaya de Jijel est située au nord-est du pays à environ 314 km à l'est d'Alger, à 99 km à l'est de Bejaia et à 135 km au nord de Sétif. Elle se trouve sur la côte Est algérienne, entre deux grands ports : celui de Bejaia (90 Km à l'ouest) et celui de Skikda (140 Km à l'Est). Elle est située par 5° 47' de longitude Est et par 36° 49' de latitude nord (Safri, 2008).

III.1.2. Sources potentielles de la pollution de l'air dans la zone d'étude :

Le trafic automobile, l'industrie et l'incinération des déchets constituent les principales sources de pollution atmosphérique dans la wilaya de Jijel. En zone urbaine, la pollution de l'air est provoquée essentiellement par l'intensité du trafic routier .

III.1.2.1. Le trafic routier :

La circulation véhiculaire a connu au cours des dernières années un taux d'accroissement remarquable, ceci est due principalement au développement du parc automobile de la wilaya comme le montre le tableau 7, ce dernier résume le nombre des véhicules enregistrées au cours des années passées jusqu'à l'année actuel (1980-2011). (Tableau 7)

Tableau 7 : Nombre des véhicules enregistrés au niveau de la wilaya de Jijel au cours des dernières années.

Genre Années	voiture	Camion	Camion -nette	Bus	tracteur	Tracteur agricole	Semi- remorque	Moto	Matériels des travaux publics	Total
1980- 1985	2987	2224	2864	165	207	348	321	4	35	9155
1986- 1990	4287	542	1266	31	311	315	311	0	5	7068
1991- 1995	2598	153	937	41	87	244	199	0	0	4259
1996- 2000	4652	83	1476	439	30	72	96	0	5	6853
2001- 2005	6942	475	1224	560	65	119	145	0	5	9535
2006- 2011	12762	1339	4103	696	291	75	38	2	1	19307

Source (service des cartes grises de Jijel)

III.1.2.2. Les activités industrielles :

La wilaya de Jijel ne connaît pas des grands activités industrielles mais il existe quand même quelques implantations : la tannerie et le centrale thermique, SNC AYACHI E Said (Fabrication de carrelage), SARL société d'industrie de liège et du bois (transformation de liège et bois), AFTIS (Boissons non alcoolisés), SARL Rimouche Zine Eddine (Transformation de verre), NAFTAL (Emplissage de la distribution de gaz butane B13) Africa verre (Production et fabrication de Produits en verre) (Lalili et Lounis ,2011)

III.1.3. Aperçu climatique de la région de Jijel :

L'analyse climatique est réalisée à partir des données établies par l'office national de météorologie (O.N.M), Les coordonnées géographiques de cette station sont : 36°83 N de latitude et de 07°82 E de longitude. Elle se trouve à une altitude de 3m.

La valeur la plus élevée est enregistrée au mois d'Août (26,3°C) et la valeur la plus faible est enregistrée au mois de janvier (12,2°C).

Tableau 10 : Températures moyennes mensuelles de Jijel (2002-2011).

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Jui	Aout	Sep	Oct	Nov	Dés
T moyennes (C°)	12,2	12,9	12,8	16,4	19,4	22,5	26,1	26,3	23,8	20,2	15,8	13,0

Source: ONM (2002-2011)

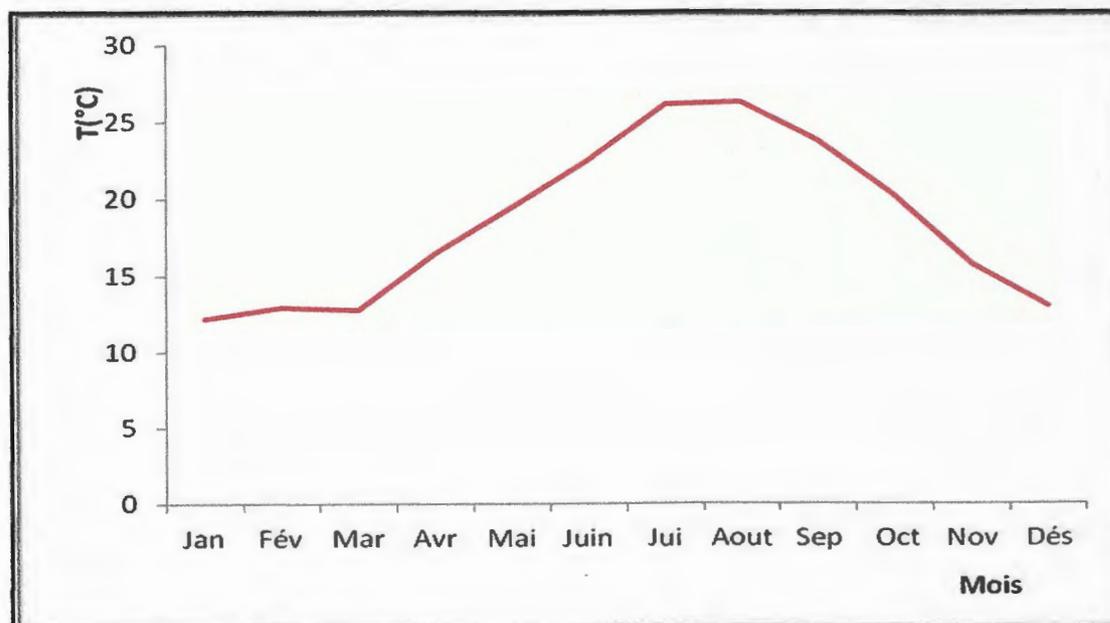


Figure 7: Variation des températures moyennes mensuelles de la période 2002-2011 selon l'ONM de Jijel.

III.1.3.3. Le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen :

Le diagramme ombrothermique de Gaussen nous permet d'évaluer l'intensité et la durée de la période de sécheresse. Pour ce diagramme, les mois de l'année sont représentés sur l'axe des abscisses, il regroupe en même temps la courbe des précipitations représentée en ordonnée à droite en mm selon une échelle double de celle des températures représentées à gauche en °C.

L'analyse de deux paramètres climatiques (précipitations et température) permet de tracer la courbe ombrothermique de Gaussen qui met en évidence deux périodes (voir figure9)

-Une période sèche: s'étale du mois de Mai jusqu'au mois de Septembre.

-Et l'autre humide : s'étale du mois de Octobre au mois d'Avril.

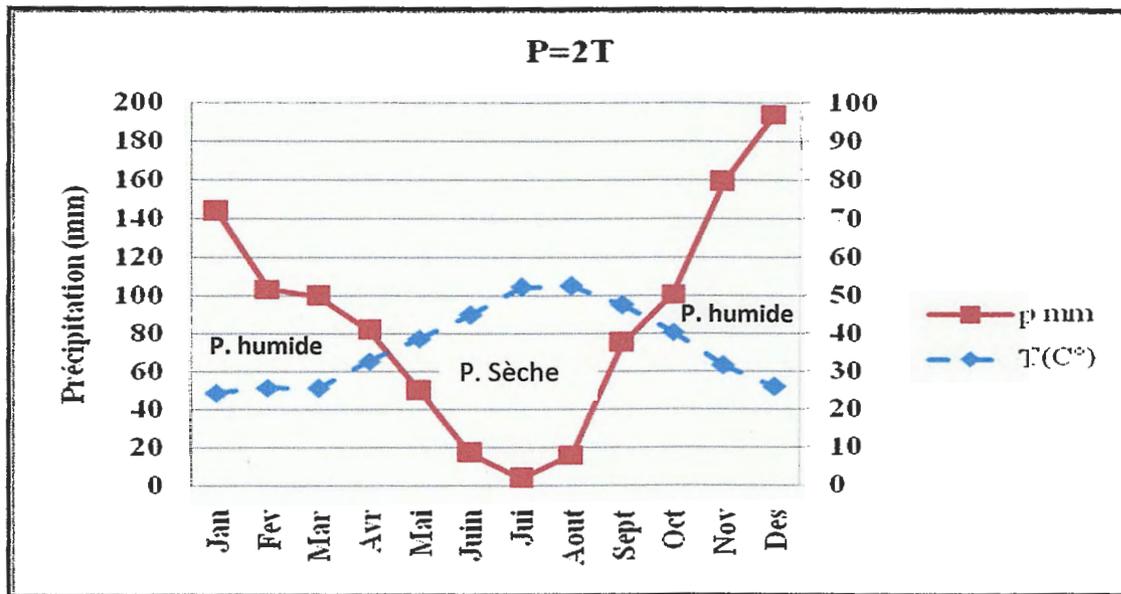


Figure 8: Diagramme Ombro-thermique de Bagnouls et Gausson pour la région de Jijel.

III.1.3.4. L'humidité :

C'est un paramètre très important à mesurer, car elle intervient dans le maintien du pouvoir d'évaporation de l'air en cas de fortes températures, comme elle intervient dans le déficit hydrique, et dans les réactions chimiques qui se produisent dans l'atmosphère (Lamoureux et al., 2000).

Tableau 11: Les moyennes mensuelles de l'humidité relative dans la wilaya da Jijel

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Jui	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc	Moyenne annuelle
Humidité	78,1	77,5	76,7	76,3	77,4	74,1	72,1	71,6	74,3	75,1	76,4	76,9	906,5

Source : ONM (1990-2002)

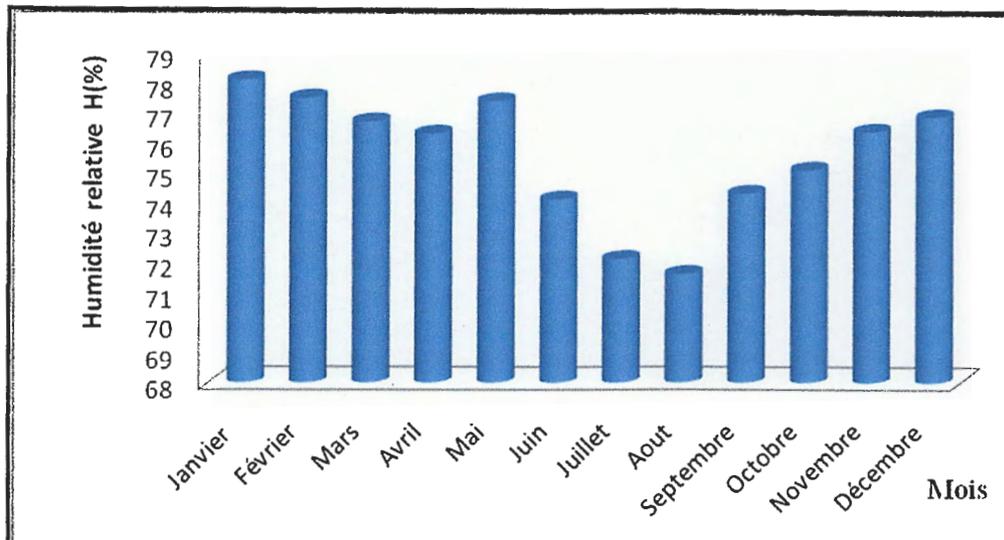


Figure 9: Variation des moyennes mensuelles de l'humidité relative dans la wilaya da Jijel

III.1.3.5. Les vents : vitesse et direction dominante :

Le vent est un facteur très important du climat qui influe sur la température, l'humidité et l'évaporation et la dispersion des polluants.

Les vents dominants sont de type Nord, Nord Ouest varient entre 4 à 8 %, les vents forts soufflent généralement en hiver, cette donnée fournit par la station météorologique d'Achouât peut être justifié par la présence de certains arbres témoins dans la forêt de Tassoust appelés arbres en fanion, qui nous indiquent clairement la direction dominante des vents qui est la direction Nord Ouest

Quand au vent du Sud, leur fréquence commence à connaître une légère augmentation, ils sont observés pendant l'été (voir figure 10)

➤ Synthèse climatique

Jijel est sous l'influence d'un climat maritime méditerranéen caractérisé par des étés secs et tempérés durent 4 mois (Mai-Septembre) et des hivers doux et humides. Les pluies durent 06 mois (Octobre-Avril). La température est très douce en hiver (11° en moyenne au mois de janvier) et la chaleur est tempérée par la brise de mer en été (26° en moyenne au mois d'Août)

Selon la station météorologique d'Achouât, les vents de Jijel soufflent selon la direction Nord Ouest.

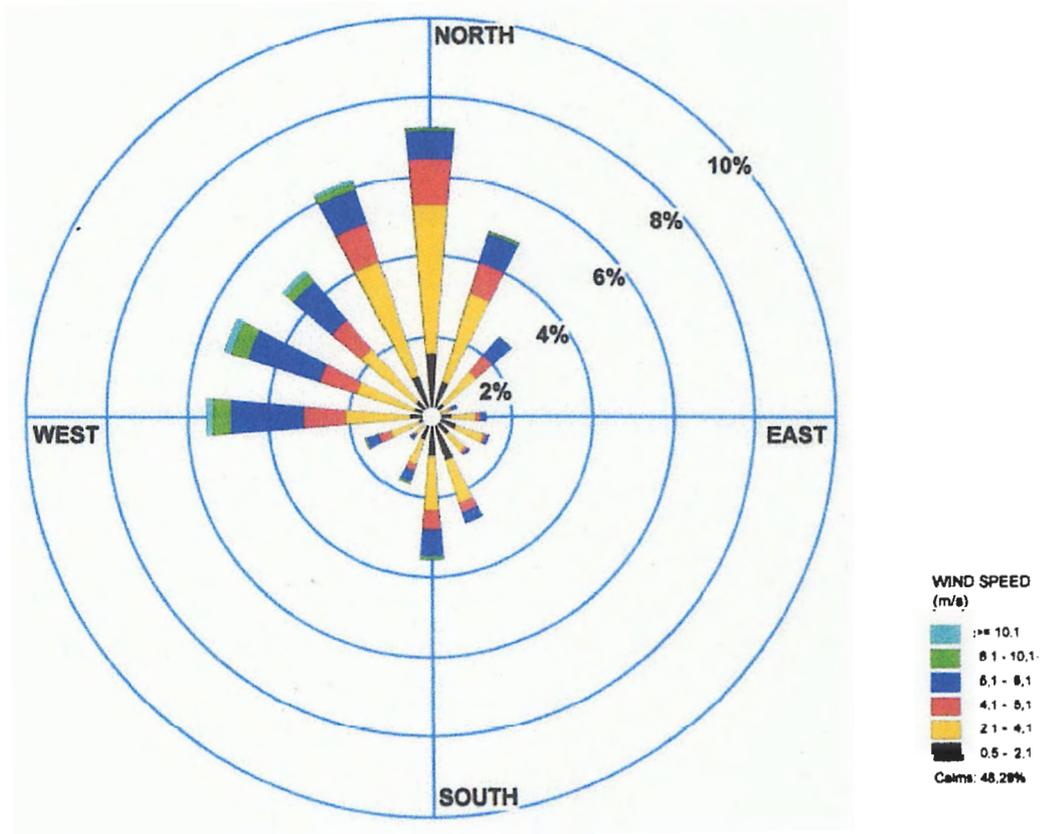


Figure 10: La rose des vents au niveau de la région de Jijel de 1988 à 2009 (Source : ONM (2010))

III.1.4. Relief et topographie :

La wilaya de Jijel appartient au domaine oriental Nord atlastique. Elle fait partie de la chaîne des Babors de la petite Kabylie. La zone montagneuse constitue l'essentiel du territoire de la wilaya. Arqué, ce relief dans sa partie centrale est dominé par l'existence de la plaine Jijel-Taher.

Chapitre IV :

Matériels et méthodes



IV.1.Méthodologie

IV.1.1. Justification du choix des espèces végétales

Après une recherche sur terrain au niveau de wilaya de Jijel, le choix des deux espèces a été effectué selon deux conditions : la première en raison de leurs présences dans tous les stations qu'on a choisi, la deuxième c'est du fête qu'ils sont des plantes médicinales très importantes, très utilisables par l'homme.

IV.1.1.1. *Myrtus communis* (le Myrthe)

a) Classification botanique :

Embranchement : Phanérogrames

Sous embranchement : Angiospermes

Classe : Dicotylédones

Famille : Myrtacées

Genre : *Myrtus*

Espèce : *Myrtus communis* L.

b)Description : selon les variétés de sol et de climat, le myrte atteindra une hauteur de 2-3 mètres ou restera un arbrisseau ne dépassant pas 50 cm.

Feuillage : les feuilles du myrte sont persistantes, coriaces, plus ou moins pointues selon les variétés, extrêmement aromatiques.

Floraison : magnifiques fleurs blanches odorantes à multiples étamines en Mai-Juin.

Fruits : les baies de myrte sont d'un noir-bleuté et commencent à être mûres en Septembre, mais elles peuvent rester sur la plante une bonne partie de l'hiver.



Figure 11 : *Myrtus communis* (photo personnelle)

c) Utilisation :

Le Myrtus communis est utilisé comme remède populaire contre les maladies respiratoires et des voies urinaires. On les recommande également contre les bronchites. ces fruits sont considérés comme fortifiant du cœur. Utilisés comme condiment, il remédie l'estomac contre l'entérite, la dysenterie et les hémorragies (Anonyme ,2012).

V.1.1.2. *Pistacia lentiscus L* (lentisque) :

a) Classification botanique :

Règne : Plantae

Division :Magnoliophyta

Classe : Magnoliopsida

Ordre : Sapindales

Famille : Anacardiaceae

Genre : Pistacia

Espèces : *Pistacia lentiscus*

b) Description :

C'est un arbuste poussant dans les garrigues et surtout les maquis des climats méditerranéens. En général est un arbrisseau pouvant atteindre trois mètres, c'est parfois aussi un arbuste ne dépassant pas six mètres, à feuillage persistant, elle donne des fruits, d'abord rouges, puis noirs.

Floraison : le lentisque est dioïque: les fleurs mâles et femelles poussent sur des arbustes différents, Sa floraison a lieu de mars à mai.

Fruits : Le fruit est une petite drupe comestible, arrondie, d'environ cinq millimètres. D'abord rouge, elle devient noire.



Figure 12: *Pistacia lentiscus* (photo personnelle)

c) Utilisation :

En médecine traditionnelle, on utilise la résine de pistachier lentisque afin de combattre les ulcères d'estomac aussi il est utilisée en Algérie contre : bronchite, toux, asthme, eczéma et brûlure ; contre les problèmes de l'appareil digestif (ulcère, colopathie, parasites) ; les feuilles de lentisque sont utilisées pour préparer une tisane (Anonyme, 2012).

III.1.2. Stations de prélèvement :

Pour l'estimation de degré la pollution dans de différentes régions de wilaya, à différents distances à l'intérieur de la wilaya, en essayent du choisir des sites bien exposés aux vents dominants, avec une intensité du trafic routier allant du très faible au très élevée (voir tableau 12).

-Une station témoin de Borj T'her très loin de toutes sources de pollution

-Quatre stations soumises aux retombés métalliques à proximité des routes et de leur exposition aux vents dominants

Tableau 12 : Intensité du trafic routier :

Stations	Localisation	Intensité du trafic routier
Station 1 (St1)	Bordj-T'her : située au Nord-ouest de Jijel	Très faible
Station 2 (St2)	Ain krineh : située dans la ville de Taher avant la décharge sauvage au bord de la route	Faible
Station 3 (St3)	Ain krineh : située dans la ville de Taher après la décharge sauvage au bord de la route.	Faible
Station 4 (St4)	Tassoust : située au bord de la route nationale 43.	Elevé
Station 5 (St5)	Jijel ville	Très élevé



S1
 S2
 S3
 S4
 S5

Routes de wilaya

Routes nationales

Figure 13 : Localisation des stations de prélèvement (Source : Anonyme, 2012)

IV.1.3. Méthode de prélèvement :

IV.1.3.1. Méthode de prélèvement du sol :

Les prélèvements se font à 20 cm de profondeur, couche à laquelle se réfèrent les valeurs indicatives de la plupart des pays, les échantillons sont toujours prélevés de la même manière avec le même instrument (on a utilisé une tarière en fer).

Les prélèvements sont mis directement dans des sacs en plastique et transportés jusqu'au laboratoire.

La quantité prélevée est de l'ordre de 1kg, quantité suffisante pour l'analyse et la mise en réserve pour d'éventuelles répétitions et stockage. L'identification des échantillons est nécessaire pour éviter les risques de confusion.

Les échantillons ont été séchés à l'air libre, à température ambiante, à l'abri de la lumière solaire directe pour limiter l'évolution biologique.

Ensuite les échantillons ont été homogénéisés à l'aide d'un mortier et tamisés à 2 mm pour obtenir un échantillon homogène.

IV.1.3.2. Méthode de prélèvement de la végétation :

La cueillette s'est faite au mois de mai de l'année en cours (2012), par un temps sec, après la disparition de la rosée du matin. On a prélevé des feuilles de façon à couvrir l'ensemble de la couronne des espèces étudiées et avoir un échantillon moyen représentatif de la plante. Dans le laboratoire, nous avons partagé chaque échantillon de feuilles en deux lots. Le premier lot dit lavé, a subi un rinçage plusieurs fois, d'abord à l'eau de robinet, puis à l'eau pure. Le deuxième lot dit non lavé n'a subi aucun lavage. Ensuite, les deux lots de chaque échantillon sont mis à sécher à l'air libre à l'abri de la lumière pendant une quinzaine de jours, en prenant soin de les aérer régulièrement afin d'homogénéiser l'opération de séchage.

Une fois séchées, les plantes sont broyées à l'aide d'un broyeur électrique jusqu'à l'obtention d'une poudre fine, car la matière végétale pulvérisée offre une surface d'échange plus grande, ce qui augmente le rendement de l'extraction.

IV.1.4. Techniques d'analyses :

IV.1.4.1. Analyses pédologiques :

IV.1.4.1.1. pH du sol :

La mesure du pH s'effectue sur une suspension de terre fine. Le principe de cette méthode est la mise en équilibre ionique d'une certaine masse solide avec un volume donnée d'eau déminéralisée. Le ratio de la masse des sols au volume d'eau étant fixé à 1/2.5. La mesure de différence de potentiel entre l'électrode de mesure et une électrode de référence s'effectue dans la suspension en équilibre (Mathieu, 2003).

IV.1.4.1.2. Conductivité électrique :

La CE est la mesure de la teneur en sel solubles d'une solution, elle est mesurée à l'aide d'un conductimètre, après agitation dans le surnageant d'une suspension de sol/eau distillée dans les proportions 1/5 en poids. Les résultats sont exprimés en $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 20°C .

IV.1.4.1.3. Capacité d'échange cationique :

La méthode de détermination utilisé est celle d'AFNOR 1994, qui consiste à déplacer tous les cations adsorbés sur les sites d'échanges de la CEC, puis de saturer ces sites par un cation unique, qui est l'ammonium (NH_4^+). L'ammonium est à son tour déplacé, puis dosé par spectrophotocolorimétrie. Le nombre de site d'échange de la CEC correspond exactement au nombre d'ions ammonium dosés. Le résultat est exprimé en nombre de charges pour 100g de sol (milliéquivalents pour 100g ou méq/100g).

IV.1.4.1.4. Matière organique (Méthode de walkey et blak) :

La méthode de détermination (en dosant le carbone) utilisée est celle de Walkley et Black . Elle est basée sur l'oxydation du carbone par le bichromate de potassium en milieu fortement acide (acide sulfurique). Cette oxydation s'accompagne d'une transformation du carbone (C) en gaz carbonique (CO_2) et le $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ est réduite en Cr^{3+} .

La quantité de $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ utilisée excède la quantité nécessaire pour l'oxydation du carbone de la matière organique à doser. Cet excès de bichromate est déterminé par titration avec une solution de sulfate de fer (Fe_2SO_4) en présence de diphénylamine comme indicateur. La quantité de matière oxydée est calculée à partir de celle du dichromate réduite Pratiquement.

Le taux de matière organique en pourcentage est évalué de manière approximative en multipliant celui du carbone par 1.724.

$$\text{MO}\% = \text{CO}\% \times 1.724$$

IV.1.4.1.5. Dosage du plomb dans le sol :**Principe**

L'extraction est faite avec l'eau régale dont le grand pouvoir de dissolution est dû à l'effet combiné d'un acide oxydant HNO_3 et des ions Cl^+ complexant (provenant de l'acide chlorhydrique). Cette méthode permet aussi la détermination de la quantité totale de toute une série d'éléments majeurs et traces.

Technique

Le procédé d'extraction décrit par Hoening et al., (1979), consiste à ajouter, à 1g de sol séché et tamisé (2 Mm), de l'eau régale, constituée de 3 ml d'HCL concentré et 1 ml de HNO_3 concentré, dans un erlenmeyer rodé de 250 ml, fixé sous réfrigérant et chauffé jusqu'à ébullition durant 15 minutes. Après refroidissement et rinçage du réfrigérant par quelques ml d'eau déminéralisée, le contenu de l'erlenmeyer est filtré sur papier filtre sans cendre, lavé aux acides à vitesse moyenne de filtration ou sur membrane de type Millopore, dans un ballon jaugé de 50 à 100 ml selon le besoin.

IV.1.4.1.6.Appareillage : spectrométrie d'absorption atomique :

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

Nous avons utilisé le spectrophotomètre d'absorption atomique (S.A.A) comme outil de dosage du plomb dans les extraits des feuilles.



Figure 14: le spectrophotomètre d'absorption atomique (S.A.A) au niveau de l'université de Jijel.

IV.1.4.2. Analyse des végétaux :

IV.1.4.2.1. Extraction du plomb dans les plantes :

Les extraits des plantes sont préparé selon la méthode décrite par (Honing et al., 1989). Elle consiste en une digestion humide. Le plomb est extrait avec une solution sulfonitrique-eau oxygénée. Pour cela, un volume d'acide sulfurique, 3 volumes d'acide nitrique et 3 volumes d'eaux oxygénée à 30%, sont ajoutés à 1g d'échantillon de plants séchées et réduite en poudre, dans un erlenmeyer rodé de 250ml, fixé à un réfrigérant. L'ensemble est chauffé l'ébullition qui est maintenue durant 15minute.

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

IV.1.4.2.2. Détermination de la teneur en eau :

La teneur en eau est exprimée par le poids d'eau en rapport avec le poids de matière sèche ou de matière fraîche. Elle a été calculée par la formule suivante (Heller, 1998).

$$TE (Pf) = (Pf - Ps) * 100 / Pf$$

TE (Pf) : teneur en eau par rapport à la masse fraîche

Pf : poids de matière fraîche

Ps : poids de matière sèche

IV.1.4.2.3. Dosage de la chlorophylle :

Les teneurs en chlorophylle sont calculées par la technique de Francis et al (1970) qui consiste à mettre 100mg de matière fraîche de chaque répétition dans 10 ml d'une solution préparée préalablement de 75% d'acétone et 25% d'éthanol puis conservées dans des boîtes noires hermétiquement fermées pendant 48 heures à 30°C.

La lecture des densités optiques se fait à $\lambda = 663$ pour la chlorophylle a et à $\lambda = 645$ pour la chlorophylle b.

La détermination des teneurs est réalisée selon les formules suivantes :

$$CH a (\mu g/gMF) = 12,7 DO_{(663)} - 2,59 DO_{(645)} \times V / (1000 \times W).$$

$$CH b (\mu g/gMF) = 22,9 DO_{(645)} - 4,68 DO_{(663)} \times V / (1000 \times W).$$

$$CH t = CH a + CH b$$

V : volume solution extraite et W le poids de matière fraîche de l'échantillon

IV.1.4.2.4. Dosage de la proline :

La proline est dosée selon la technique utilisée par Troll et Lindesly (1955) simplifiée et mise au point par Dreier et Goring (1974).

Le principe est la quantification de la réaction proline-ninhydrine par mesure spectrophotométrique. La proline se couple avec la ninhydrine en formant un complexe coloré. L'intensité de la coloration est proportionnelle à la quantité de proline dans l'échantillon.

Le calcul se fait à partir de l'équation déduite de la gamme d'étalonnage (figure 1 en annexe1).

IV.1.4.2.5. Dosage des sucres solubles :

Les teneurs en sucres solubles sont calculées par la méthode de Dubois et al. (1956) et qui consiste à mettre 100mg de matière fraîche de chaque répétition dans 3 ml d'une solution d'éthanol à 85% puis laissé pendant 48 heures à l'obscurité, filtrer le contenu on ajoute 20ml d'eau distillée, on prend 1 ml de la solution obtenue et on ajoute 1 ml de phénol à 5% et 5 ml d'acide sulfurique à 1.8 N.

Les calculs se fait à partir de l'équation déduite de la gamme d'étalonnage (figure 2 en annexe1).

IV.1.4.2.6. Les calculs statistiques :

Les données obtenues pour chaque paramètre, ont été interprétées statistiquement au moyen de l'analyse de la variance, en utilisant le logiciel « MiniTab 13.31, 2000 ». Cette méthode permet de comparer les moyennes des différents types de substrats et de chercher là où ces moyennes sont considérées comme étant égales, si au contraire, il y a une différence significative (valeur de P inférieure à la valeur de α), le test de la corrélation nous permet de compléter l'interprétation et d'établir les liens existants entre les différents paramètres.

$P < 0,001$	Très hautement significative ***
$0,01 > P > 0,001$	Hautement significative **
$0,1 > P > 0,01$	Significative *
$P > 0,1$	Non Significative NS

Chapitre V :
Résultats et discussions

V.1. Résultats des paramètres de sol :

V.1.1. pH du sol :

Les résultats du pH du sol sont reportés sur le tableau 13 et représentés sur la figure 15.

Tableau 13 : Variation du pH du sol selon les stations

Les stations	Moyenne	Ecartype
St1	6,17	0,678
St2	6,90	0,0494
St3	7,755	0,148
St4	7,225	0,063
St5	7,97	0,0353

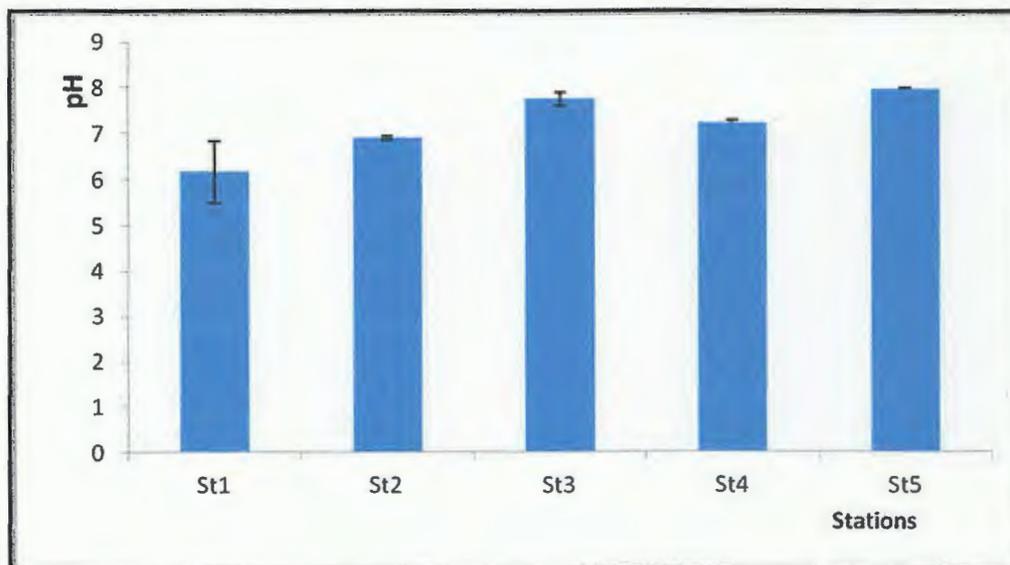


Figure 15: Variation des moyennes du pH du sol en fonction des stations

Les résultats obtenus montrent que le pH varie entre un intervalle de (6,17 et 7,97), la valeur maximale est trouvée dans la station St5 (7,97) et la valeur minimal dans la station St1 (6,17).

Les résultats de l'analyse de la variance à un critère de classification (annexe4) montrent qu'il existe une différence significative pour ce paramètre ($P=0,012$).

Selon la classification donnée par Gagnard et al. (1988), le pH des stations 3, 4 et 5 est alcalin à légèrement alcalin avec des valeurs (7.75 ,7.25 et 7.97). La station St2 avec 6.90 présente un pH voisin de la neutralité et la station St1 avec une valeur de 6.17 présente un pH acide.

Selon Migeon, 2009, Le pH est un des paramètres majeurs influant la biodisponibilité des éléments en traces métalliques et donc sur leur transfert vers les plantes. Plus le sol est acide, plus le transfert de Pb vers la plante est important, Ceci le cas de la station St1 a un pH acide, et donc favorise le transfère du plomb ver les plants.

V.1.2. Conductivité électrique (CE) :

Les résultats de la conductivité électrique du sol est reportés sur le tableau 14 et représentés sur la figure 16.

Tableau 14: Variation de la conductivité électrique(CE) selon les stations

Les stations	Moyenne	Ecartype
St1	38.8	0.98
St2	111.7	62.64
St3	31.45	0.0707
St4	5.5	0.141
St5	24.8	0.848

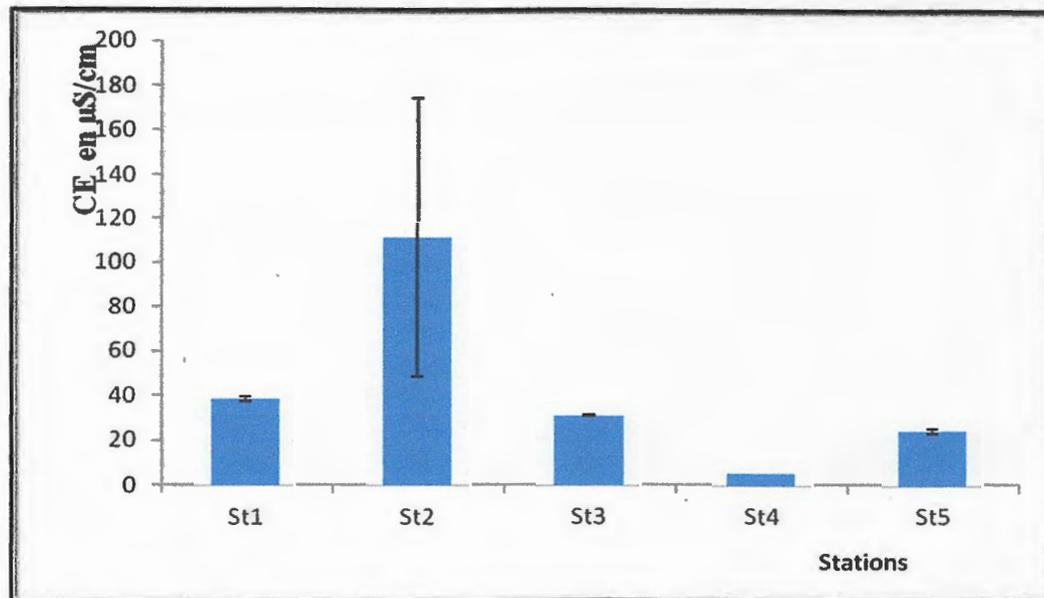


Figure 16 : Variation des moyennes de la conductivité électrique en fonction des stations

Les résultats obtenus concernant la CE montrent une élévation remarquable dans la station St2 avec une valeur de $111.7 \mu\text{S/cm}$, puis elle commence à diminuer $38.8 \mu\text{S/cm}$ dans la station St1, $31.45 \mu\text{S/cm}$ dans la station St3, et $24.8 \mu\text{S/cm}$ dans la station St5 jusqu'à ce qu'elle arrive à une basse conductivité de $5.5 \mu\text{S/cm}$ dans la station St4.

L'analyse de la variance montre qu'il existe une différence significative entre les stations ($P=0,074$) (annexe4).

La conductivité électrique des sols étudiés correspond d'une manière générale selon le mémento de l'agronome (MFC, 1974) à des sols non salin ($CE < 500 \mu\text{S/cm}$).

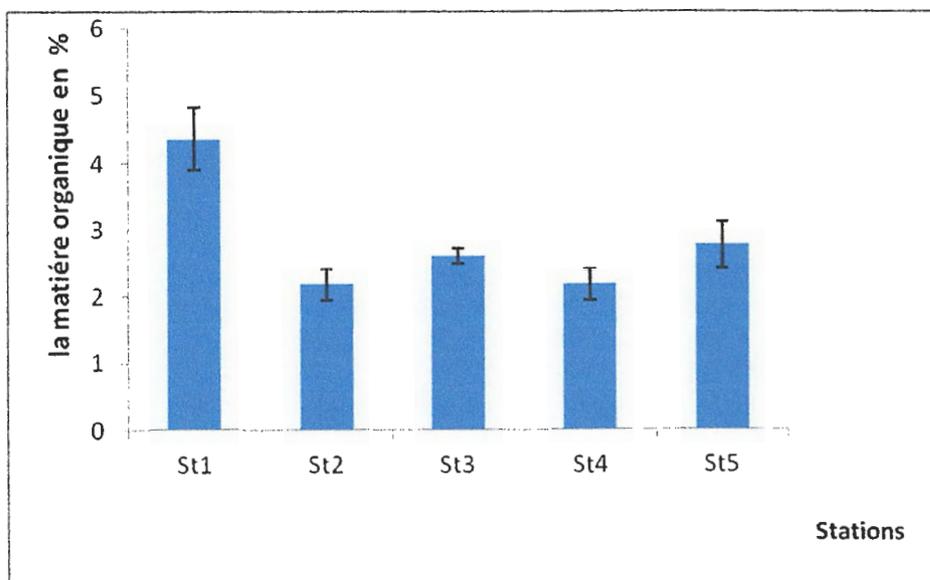
Toutefois, la teneur élevée de CE retrouvée en station St2 par rapport aux autres stations, peut être expliquée par l'augmentation en sels minéraux due à l'exploitation de la carrière qui se trouve à une altitude élevée près de cette station.

V.1.3. Teneur en matière organique :

Les résultats de la matière organique du sol sont reportés sur le tableau 15 et représentés sur la figure 17.

Tableau 15 : Variation de la matière organique selon les stations

stations	Moyenne	Ecartype
St1	4,36	0,473
St2	2,18	0,240
St3	2.6	0,113
St4	2,18	0,240
St5	2,77	0,353

**Figure 17**: Variation des moyennes de la matière organique en fonction des stations

D'après les résultats de la matière organique obtenue, reporté sur le tableau 15 et représenté sur la figure 17. on constate que la teneur de la matière organique est très variable d'une station à l'autre. Ceci est confirmé avec le test de l'analyse de la variance qui montre qu'il existe une différence hautement significative entre les stations ($P= 0,004$) (annexe4).

On remarque que la plus forte teneur (4,36%) a été observée au niveau de la station St1, et la plus faible teneur (2,18%) est observée au niveau de la station St2 et la station St4.

D'après les normes données par Duthyl (1970), la teneur normale de la matière organique est située entre 1.5 et 2.5%, cela dit que le sol des stations St2 et St4 présente un taux normal. La station St3 et la station St5 ont dépassé légèrement cet intervalle. D'après le même auteur, les sols dépassant 4% sont considérés comme humifères, ceci est le cas de la station St1.

Les débris des végétaux de toute nature (feuilles, rameaux morts..) qui tombent sur le sol, constituent la source essentielle de la matière organique (Mathieu, 2003). La matière organique joue un rôle important dans la mobilité et disponibilité de plomb dans le sol. Plus le sol est pauvre en matière organique, plus le transfert de Pb vers la plante est important. Ceci est le cas de la station St2 et St4 qui représentent les taux les plus faible par apport aux autres stations.

V.1.4. Capacité d'échange cationique :

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

Tableau 16: Variation de la capacité d'échange cationique(CEC) (meq/100g) selon les

Stations	CEC (meq/100g)
St1	21
St2	21,5
St3	21,75
St4	21,25
St5	21,75

Les résultats de la capacité d'échange cationique du sol est reporté sur le tableau 16 et représenté sur la figure 18. On constate que la capacité d'échange cationique ne varie pas beaucoup d'une station à une autre et les valeurs été enregistrées presque identiques, elle varie dans un intervalle de 21méq /100g et 21 ,75 méq /100g

L'analyse de la variance montre qu'il existe une différence significative entre les stations ($P=0,074$) (annexe4

Plus la CEC est élevés, plus les cations métalliques sont adsorbés ou complexés par la matière organique (Tremel-Shaub et Feix, 2005).

Les soles des cinq stations présentent la même capacité d'absorber des cations à savoir le Pb.

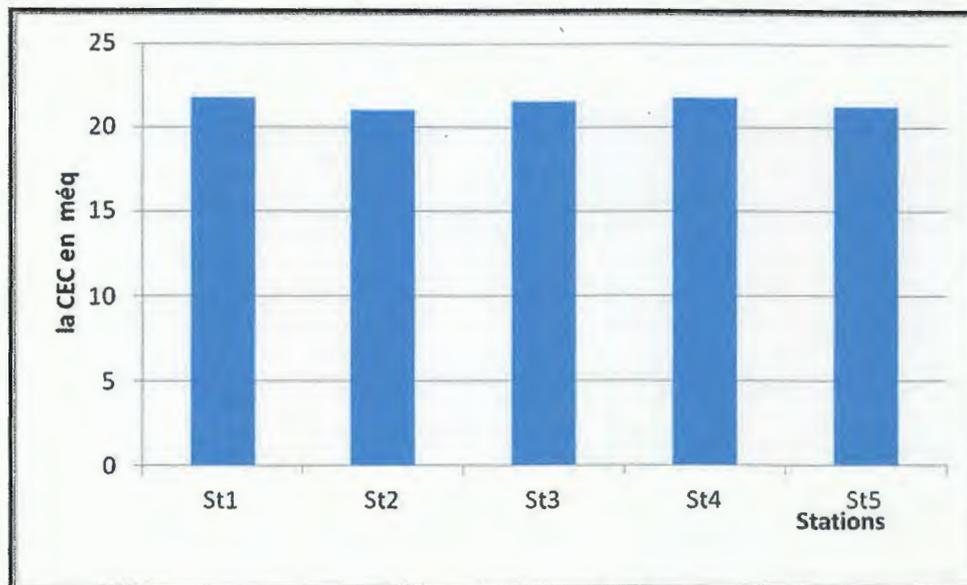


Figure 18: Variation de la capacité d'échange cationique en fonction des stations.

Selon les normes du M.F.C. (1974), notre sol a une CEC moyenne

Tableau17 : Classe de CEC Selon les normes du M.F.C. (1974).

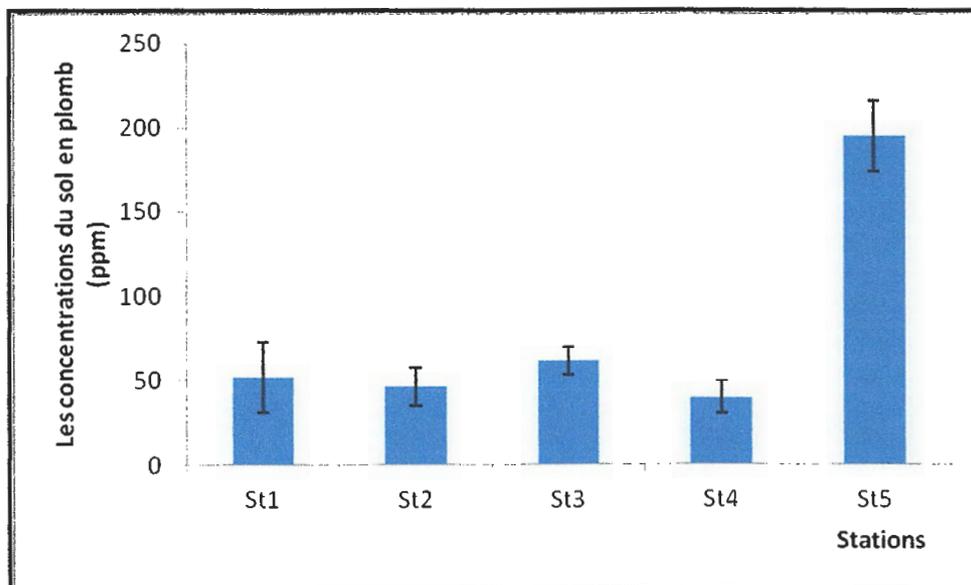
CEC	So
5méq/100g de sol	très faible
5-10 meq/100g de sol	Faible
10-25 meq/100g de sol	Moyenne
25-40 meq/100g de sol	Forte

V.1.5. Teneur en plomb :

Les résultats de l'analyse du Pb (Tableau18 et figure 19) pour les échantillons du sol varient d'une station à une autre.

Tableau18: Variation du plomb (Pb) du sol en ppm selon les stations

Stations	Moyennes	Ecartype
St1	51,52	20,94
St2	45,95	11,36
St3	61,26	8,36
St4	39,29	9,35
St5	195,02	21,32

**Figure 19:** Variation de la teneur du plomb foliaire chez *Pistacia* et *Myrtus*

Les résultats de l'analyse du Pb pour les échantillons du sol varient d'une station à une autre. En effet la valeur maximale a été enregistrée en station 5 (192,02ppm) et la valeur minimale en station 4(39,29ppm). Ceci est confirmé par Le test de l'analyse de la variance à un critère de classification (annexe 4) qui montre qu'il existe une différence très hautement significative entre les stations ($p < 0,001$).

Les sols des station1, 2, 3, et 4 possèdent des teneurs inférieures à la norme AFNOR qui est de 100 ppm tandis que la station St5 possède une teneur supérieur à cette norme.

Nos résultats sont confirmés à ce que nous avons trouvé en bibliographie. La station St5 à proximité d'un trafic routier à circulation très élevé présente la valeur la plus élevée (195,02ppm)

Ainsi, on a constaté que la station St3 qui se trouve à proximité d'un trafic routier faible présente une valeur du plomb très élevée (61.26 ppm) par rapport à la station St4 à proximité d'un trafic routier élevé présente la valeur du Pb la plus basse (39.29ppm), Ceci cela est due probablement aux vents dominants qui ont dispersé ce métal loin de sa source d'émission. Pour la station 3 on peut expliquer ces résultats par la présence de cette station après la décharge sauvage.

Les véhicules sont responsables d'environ 75% des émissions des particules du plomb. Dans des conditions normales d'émissions, seulement 5% de la masse totale de poussières se trouvent dans l'atmosphère proche du sol (Bliefert et Perrad, 2003).

Le tableau 1 dans l'annexe 5 de corrélation montre une liaison positive entre le Pb et le pH ($r=0.622$) et entre la teneur en Pb et la teneur en matière organique ($r=0.993$), mais aussi la concentration de plomb augmente avec l'intensité de la circulation automobile.

Les vents dominants jouent un rôle important dans la dispersion de plomb vers l'ouest comme le cas de la station 1 où la teneur en plomb est importante (51.52ppm).

V.2. Résultats relatifs au matériel végétal :

V.2.1. Le plomb dans la végétation :

Les résultats de l'analyse du Pb reportés sur le tableau 19 et illustrés par la figure 20 pour les échantillons des végétations varient d'une station à une autre.

Tableau 19: Variation de la teneur du plomb foliaire chez *Pistacia* et *Myrtus*

Stations	Pistacia		Myrtus	
	FNL	FL	FNL	FL
St1	12.150	7,403	5,105	5,105
St2	10,450	4,853	3,75	3,065
St3	17,61	1,785	6.63	3,036
St4	14.04	1,020	11,74	2,040
St5	27,06	17,36	13,01	10,210

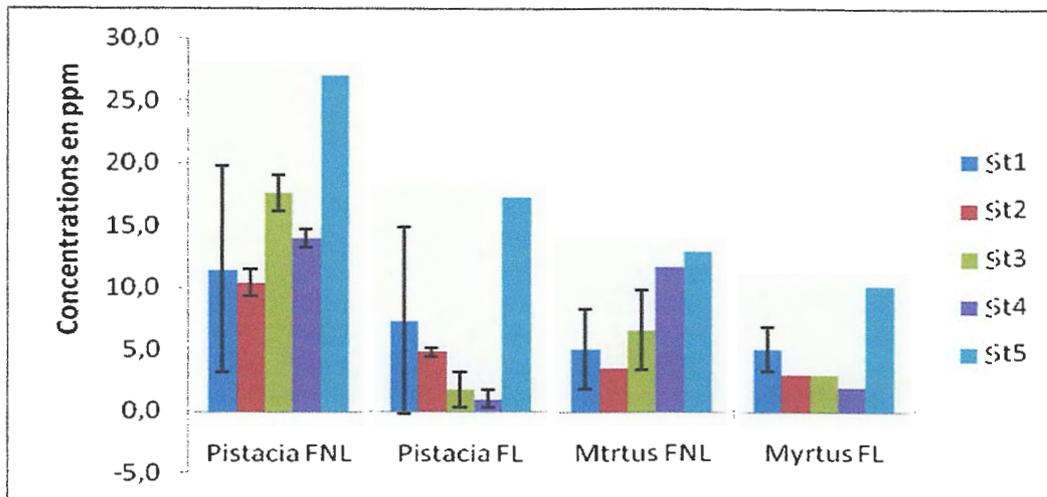


Figure 20: Variation des teneurs foliaires en Pb chez les deux espèces en fonction des stations.

Pour les teneurs du plomb dans les feuilles non lavées :

Chez le Pistacia lentiscus

La valeur la plus élevée en Pb des feuilles non lavées est enregistré en station St5 avec 27.613ppm suivie par la station St3 avec 17.61ppm. Les valeur les mois élevées sont enregistrées en station St2 avec 10.45ppm et en St1avec 12.15ppm

Toutfois, le teste de l'analyse de la variance montre qu'il y une différence hautement significative entre les stations ($p= 0.003$)

Chez le Myrtus communis:

La teneur en Pb des feuilles non lavées varie d'une station à l'autre. Elle est maximale en stations St4 et St5 avec respectivement des valeurs de l'ordre de 13.018ppm et 11.745ppm, la valeur le moins élevée est retrouvée en station St2 avec 3.575ppm

Le teste de l'analyse de la variance montre qu'il y a une différence hautement significative entre les stations ($p=0.009$)

Selon les normes proposées par Reeves et Baker (2000) (0,1-5 ppm), tous les échantillons ont des concentrations supérieures à la gamme normale à l'exception de la St2 chez le *Myrtus*.

Pour les teneurs du plomb dans les feuilles lavées :

Chez *Pistacia lentiscus*

La teneur en Pb des feuilles lavées du *Pistacia* varie d'une station à une autre. Elle est maximale en Station 5 avec une valeur de 17,36 ppm suivie par la station 1 avec une teneur de 7,403 ppm et minimale en station 4 avec 1,020 ppm.

Le test de l'analyse de la variance à un critère de classification (annexe 4) montre qu'il existe une différence hautement significative entre les stations ($p = 0,001$).

Selon les normes proposées par Reeves et Baker (2000) (0,1-5 ppm), les échantillons des stations 2, 3,4 ont des concentrations inférieures à la norme, et les stations 1 et 5 ont des concentrations largement supérieures à la gamme normale.

L'étude de la figure 20, montre que les teneurs en Pb du *Pistacia* varient en fonction de celle du sol. D'ailleurs, la matrice de corrélation a révélé une corrélation entre la concentration en Pb des feuilles lavées de *Pistacia* et celle du sol ($r=0,920$). Donc cette espèce peut être considérée comme espèce bioindicatrice du Pb dans le sol.

Chez *Myrtus communis*:

La teneur en Pb des feuilles lavées oscille entre un minimum de 2,04 ppm retrouvé dans la Station St4 et un maximum de 10,210 ppm retrouvé dans la station 5. Selon les normes proposées par Reeves et Baker (2000) (0,1-5 ppm), les échantillons des stations 2, 3,4 ont des concentrations inférieures à la norme, et les stations 1 et 5 ont des concentrations supérieures à la gamme normale.

Le test de l'analyse de la variance à un critère de classification (annexe 4) montre qu'il existe une différence hautement significative entre les stations ($p = 0,003$).

L'étude de la figure 20 montre que les teneurs en Pb du *Myrtus* varient en fonction de celle du sol. En effet, la matrice de corrélation a révélé une corrélation entre la concentration en Pb du *Myrtus* et celle du sol ($r=0,881$). Donc cette espèce peut être considérée comme espèce bioindicatrice du Pb dans le sol. Tel résultat est comparable à celle qui est trouvé par Boulaiche M et Bouzeraà N, (2011).

Tableau 20: Dépôts atmosphériques du Pb sur les feuilles des plantes dans les différentes stations.

	Dépôts sur les feuilles			
	<i>Pistacia</i> (ppm)	<i>Myrtus</i> (ppm)	<i>Pistacia</i> (%)	<i>Myrtus</i> (%)
St1	4.74	0	35.56	0
St2	5.59	0.68	54.26	14.27
St3	15.52	3.59	89	53.88
St4	13.02	9.7	92.5	82.99
St5	9.7	2.8	35.85	21.15
Moyenne	9.679	3.319	61.68	34.47

Le tableau 20, montre qu'après lavage, les teneurs foliaires moyennes du *Myrtus* et du *Pistacia* sont diminuées respectivement d'environ 34.47% et 61.68%. Il semble donc que les feuilles du *Pistacia* retiennent plus de Pb à partir des dépôts atmosphériques que le *Myrtus*. Les dépôts les plus importants sont enregistrés en Station 4 pour les deux espèces avec des taux de 82,9% pour le *Myrtus* et 92% pour le *Pistacia*, donc environ plus de la moitié du Pb provient du dépôt atmosphérique, Cela est du probablement à la nature des feuilles

La moitié du Pb des stations 3 et 4 provient des dépôts atmosphériques qui proviennent probablement de la dispersion des polluants issus de la station 5

On constate que la station St1 contient les dépôts les moins élevés du Pb donc ce dernier provient due à la nature du sol de cette Station qui favorise l'absorption du Pb ;

Aussi d'après les études réalisées par Maizi et al., (2010) sur *Ramalina farinacea* pour estimer le degré de la pollution plombique, les teneurs en plomb chez le *Ramalina farinacea*, dans la ville d'Annaba sont très élevées par rapport à celle de Jijel 27.61, arrivent jusqu'à 431.25ppm à l'intérieur de l'agglomération de Annaba et celle de Sidi Amar.

V.3.2. Teneur en eau :

Tableau 21: Variation de la teneur en eau selon les stations

Stations	Pistacia	Myrtus
St1	50	65,62
St2	66,66	62,85
St3	52,38	31,15
St4	66,66	45,83
St5	62,5	46,42

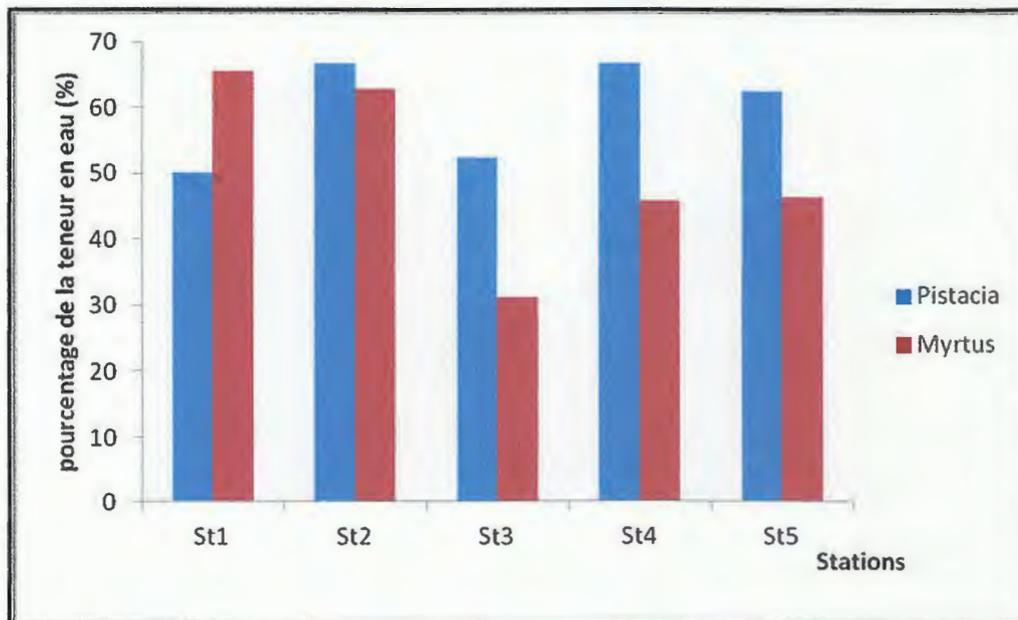


Figure 21 : Variation de la teneur en eau chez les deux espèces en fonction des stations

Selon la figure 21 et le tableau 21, il semble que la teneur en eau foliaire varie d'une station à une autre et ne varie pas entre les deux espèces. En effet, *Pistacia* affiche une moyenne de 59.64% et *Myrtus* une moyenne de 50.37%.

Chez le *Pistacia*, la valeur maximale est enregistrée en stations 2 et 4 (66.66%) et la valeur minimale est enregistrée en station 3 (52.38%).

Chez le *Myrtus*, la valeur maximale est enregistrée en station 1 (65.62%) et la valeur minimale est enregistrée en station 3 (40,42%).

La cause de la diminution de la teneur foliaire en eau dans la station St3 chez les deux espèces, est due a probablement par la situation de cette dernière près de la décharge sauvage où le taux des métaux lourds est très élevé (Cd, Zn, Pb..).

D'après les résultats obtenus par Boulaiche et Bouzeraà, (2011), Le Cd et le Zn affectent la teneur en eau chez le *Myrtus communus*.. Cela est conforme avec ce qui nous avons trouvé en bibliographie. En effet (Barcelo et Poschenrieder, 1990) ont noté une baisse de la teneur en eau des organes lors d'un stress métallique.

Selon Bazzaz et ses collaborateurs (1974) les ETM (Cd, Pb, Zn, Cu) entraînent une fermeture des stomates et la diminution de l'activité transpiratoire.

V.2.3.Teneur en chlorophylles :

La teneur en chlorophylle est le critère le plus utilisé pour quantifier l'état général de la plante. C'est un excellent bioindicateur de pollution et de stress.

a) Teneur en chlorophylle « a »

Les résultats de la teneur en chlorophylle « a » sont reportés sur le tableau 22 et représentés sur la figure 22.

Tableau 22 : Variation de la teneur en chlorophylle « a » en µg/g de MF selon les stations chez *Pistacia* et *Myrtus*

Les stations	Moyenne		Ecartype	
	Pitacia	Myrtus	Pistacia	Myrtus
St1	16,700	18,624	3,682	0,763
St2	7,150	14,097	2,030	7,544
St3	9,626	20,542	0,144	4,715
St4	3,258	5,372	0,081	3,107
St5	1,968	11,379	0,521	0,467

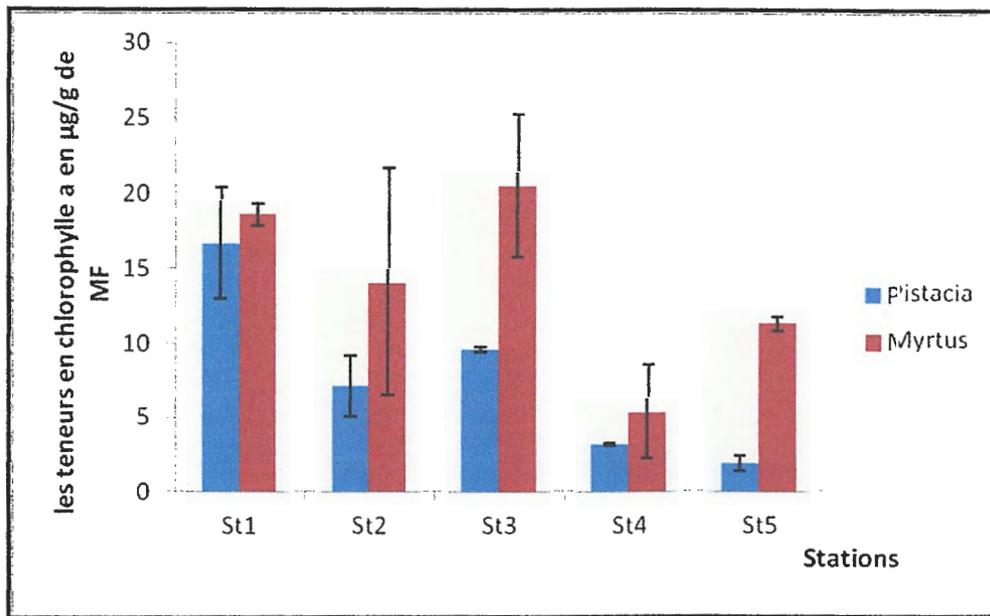


Figure 22: Teneurs totales moyennes en chlorophylle « a » en µg/g de MF

Chez le *Pistacia lentiscus* :

Comme le montre la figure 22, la teneur en Chl « a » varie en fonction des Stations, en effet, la valeur la plus élevée (16,7 µg/gMF) enregistrée en St1, tandis qu'en St5 nous avons au contraire une grande diminution de la teneur en Chl « a » avec une valeur de 1,969 µg/g de MF par rapport à la station St1 considéré comme Station témoin (tableau 22).

Ces résultats trouvent leur confirmation dans le test de l'analyse de la variance (annexe 4) qui montre qu'il existe une différence hautement significative ($P=0.003$).

Chez *Myrtus communis* :

Comme chez *Pistacia*, Les teneurs en Chl a chez le *Myrtus* sont variable selon les stations, la St2 et St3 affichent la plus grande teneur avec une valeur de 20.54 et 18.62 µg/gMF respectivement, tandis qu'en St4 et St5 nous avons la valeur la plus faible qui est de 5.794 et 9.893 µg/gMF respectivement.

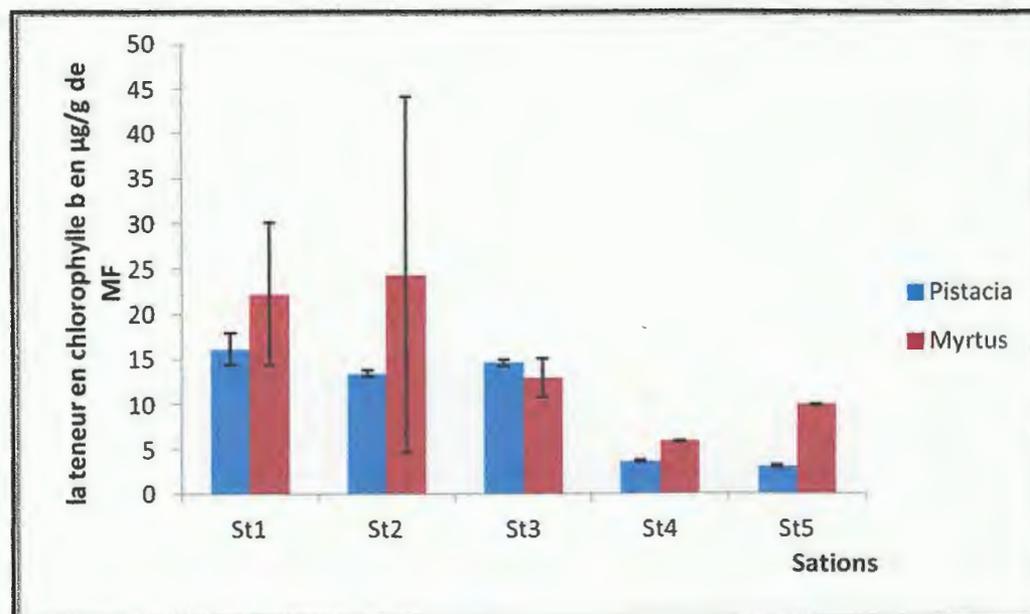
En effet, les résultats de l'analyse de la variance (annexe4) montre qu'il existe une différence significative entre les stations pour ce paramètre ($P=0,078$).

Donc la chlorophylle « a » été affectée en station 4 et 5

b) Teneur en chlorophylle « b »

Tableau 23: Variation de la teneur en chlorophylle « b » en $\mu\text{g/g}$ de MF selon les stations chez *Pistacia* et *Myrtus*

Les stations	Moyenne		Ecartype	
	Pitacia	Myrtus	Pistacia	Myrtus
St1	16,047	22,167	1,762	7,837
St2	13,419	24,273	0,389	19,755
St3	14,564	12,938	0,356	2,105
St4	3,607	5,794	0,113	0,032
St5	2,988	9,892	0,146	0,065

**Figure 23:** Teneurs totales moyennes en chlorophylle « b » en $\mu\text{g/g}$ de MF

Chez le *Pistacia lentiscus* :

Selon la figure 23, la valeur la plus élevée de Ch « b » est (16,04 $\mu\text{g/g}$ de MF) enregistrée en station St1, et une valeur plus basse de 2,98 $\mu\text{g/g}$ enregistrée en Station St5 (tableau 23).

Ces résultats trouvent leur confirmation dans le test de l'analyse de la variance (annexe 4) qui montre qu'il existe une différence très hautement significative ($P=0.000$).

Comme la chlorophylle a, on en constate que la chlorophylle b est affectée en station St5 et St4.

Chez *Myrtus communis* :

Les teneurs en Chl b chez *le Myrtus* sont variables selon les stations, la St2 et St1 affichent la plus grande teneur avec une valeur de 24.274 et 22.167 $\mu\text{g/g}$ de MF respectivement, tandis qu'en St4 et St5 affichent les plus faibles valeurs 5.794 et 9.893 $\mu\text{g/g}$ de MF respectivement.

En effet, les résultats de l'analyse de la variance (annexe4) montre qu'il n'existe pas une différence significative entre les stations pour ce paramètre ($P=0,359$).

Donc contrairement à *Pistacia*, la chlorophylle a chez le *Myrtus* n'a pas été affectée.

c) Teneur en chlorophylle « a+b »

Les teneurs en chlorophylle totale des deux espèces considérées, présentent de grandes variations d'une station à une autre (Figure 24, Tableau 24)

Chez le *Pistacia* la valeur maximale de chlorophylle totale est 32,47 $\mu\text{g/g}$ de MF dans la station 1 et la valeur minimale 4 $\mu\text{g/g}$ de MF dans la station 5

En effet, les résultats de l'analyse de la variance (annexe4) montre qu'il existe une différence très hautement significative entre les stations pour ce paramètre ($P=0,000$)

Chez *Myrtus*, la valeur maximale est enregistrée dans la station 1 40,79 $\mu\text{g/g}$) et minimale dans la station 4 (11,16 $\mu\text{g/g}$).

Les résultats de l'analyse de la variance (annexe4) montre qu'il existe une différence significative entre les stations pour ce paramètre ($P=0,044$)

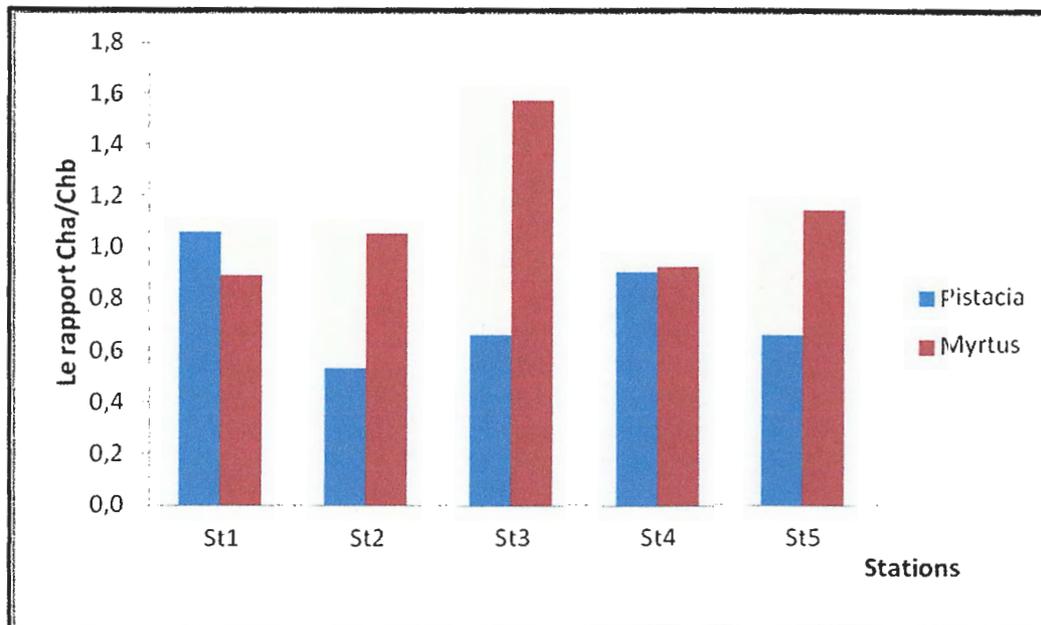


Figure 25 : Teneurs totales moyennes de Cha /Chb en $\mu\text{g/g}$ de MF

La figure 25 montre que le rapport Ch a/Chb chez les deux espèces ne varie pas beaucoup d'une station à une autre, la valeur la plus élevée est affiée en station St4 chez Pistacia avec une valeur de 1,06 et en station St3 chez Myrtus avec une valeur de 1,579. Le teste de l'analyse de la variance (annexe4) montre qu'il existe une différence très hautement significative entre les stations chez les deux espèces ($P=0,190$) pour *Pistacia* et $P=0,778$ pour *le Myrtus*.

Donc le Chlorophylle a à été dégradé ceci peut être expliqué par la conversion de la Chlorophylle a en Chlorophylle b. Toutefois ce rapport reste inférieur à celui enregistré chez les plantes supérieur à 2.

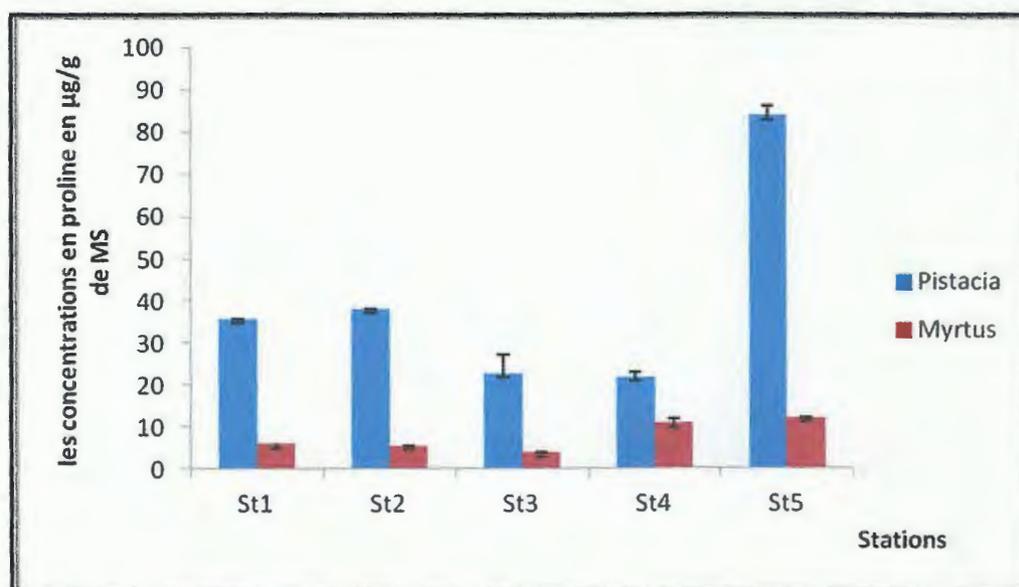
V.2.4.Teneur en proline :

Les résultats obtenus dans les Cinq stations montrent que les teneurs en proline varient considérablement d'une espèce à une autre et d'une station à une autre (tableau 26, figure 26).

En effet, chez le *Pistacia*, ces valeurs varient entre une valeur minimale de ($21,65\mu\text{g/g}$) enregistrée au niveau de la station4, et une valeur maximale de ($83,88\mu\text{g/g}$) observée au niveau de la station 5. Ceci est confirmé par le test de l'analyse de la variance (annexe 5) qui montre qu'il existe une différence très hautement significative ($p = 0,001$)

Tableau 26 : Variation de la teneur en proline en $\mu\text{g/g}$ de MS selon les stations chez *Pistacia* et *Myrtus*

Les stations	Moyenne		Ecartype	
	Pitacia	Myrtus	Pistacia	Myrtus
St1	52,961	5,869	1,62	1,12
St2	38	5,315	2,15	0,20
St3	22,64	3,825	1,98	0,17
St4	21,655	10,635	3,40	1,3
St5	83,88	12,0835	2,60	4,15

**Figure 26:** Teneurs totales moyennes en proline en $\mu\text{g/g}$ de MS :

Comme chez *Pistacia*, le *Myrtus* accumule aussi la proline en station St5, avec une valeur maximale de $12,08 \mu\text{g/g}$ suite la station St4 avec la valeur $10,63 \mu\text{g/g}$. La valeur minimale enregistrée en station St3 qui est de $3,825 \mu\text{g/g}$. Ceci est confirmé par le test de l'analyse de la variance (annexe 5) qui montre qu'il existe une différence significative ($p = 0,033$)

D'après nos résultats de teneur des plants en plomb, on constate que l'accumulation de la proline a une relation avec le Pb. D'ailleurs la matrice de corrélation a révélée une

corrélation positive entre la proline et le plomb chez les deux espèces. ($r= 0.755$) chez le *Pistacia*, ($r=0.899$) chez le *Myrtus*.

Donc la proline joue un rôle dans le mécanisme de défense contre le plomb chez les deux espèces.

V.2.5. Teneur en sucres solubles :

Tableau 27 : Variation de la teneur en sucres solubles en $\mu\text{g/g}$ de MS selon les stations chez *Pistacia* et *Myrtus*

Les stations	Moyenne		Ecartype	
	Pitacia	Myrtus	Pistacia	Myrtus
St1	16,18	11,009	0,3	0,17
St2	23,075	12,138	0,49	0,42
St3	11,0595	8,721	0,470	0,898
St4	18,0945	10,3325	0,72	0,272
St5	21,9155	11,1095	1,28	1,168

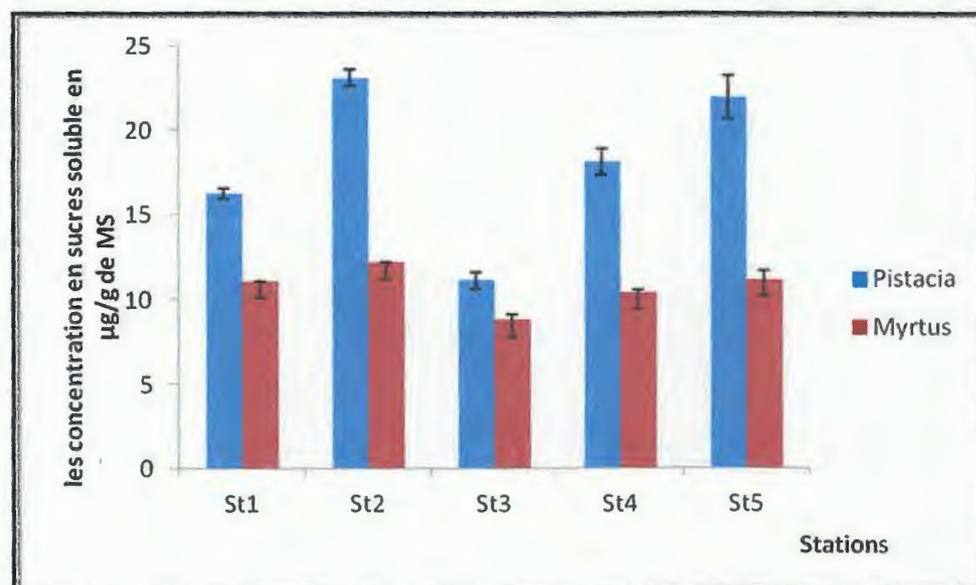


Figure 27: Teneurs totales moyennes en sucres solubles en $\mu\text{g/g}$ de MS.

Chez *Pistacia*, la teneur en Sucres solubles diffère d'une station à l'autre, elle est élevée dans la station St2 et St5 avec des valeurs respectivement de l'ordre de (23,075, 21,915) $\mu\text{g/g}$, puis elle commence à diminuer dans les stations St1 et St4 avec des valeurs respectivement de l'ordre de (16,18 $\mu\text{g/g}$, 18,094 $\mu\text{g/g}$) avec une diminution plus remarquable dans la station St3 qui arrive jusqu'à 11,059 $\mu\text{g/g}$ de MS (voir tableau 27)

Le test de l'analyse de la variance (annexe 5) qui montre qu'il existe une différence hautement significative ($p = 0.001$)

Chez le *Myrtus*, la teneur en sucre solubles varient d'une station à une autre, la valeur la plus élevée été enregistrée à en station St2 avec une valeur de 12.138 $\mu\text{g/g}$ de MS, et la valeur la plus basse été enregistrée en station St3 avec une valeur 8.72 $\mu\text{g/g}$ de MS.

Donc les deux espèces n'accumulent pas les sucres solubles comme un moyen de défense contre le plomb.

Le test de l'analyse de la variance (annexe 5) qui montre qu'il existe une différence significative entre les stations ($p = 0.033$)

Toutefois, on a constaté d'après la matrice de corrélation (annexe 5) qu'il n'existe aucune relation entre les sucres solubles et le Pb chez les deux espèces, donc cette accumulation est due probablement à la présence d'un autre métal comme le (Cd, Zn, Cu), ou un autre Stress biotique ou abiotique.

D'après Boulaiche M et Bouzeraà N, (2011) l'accumulation des sucres solubles due par la défense des Certains végétaux contre Cd et Zn et non pas contre le Pb



Conclusion

Conclusion :

Le travail réalisé est une contribution à l'étude de l'impact de la pollution plombique d'origine automobile sur l'environnement, et un contrôle de la qualité de l'air.

Les être vivants qui n'ont pas l'aptitude de se déplacer, donc ils accumulent au fur et à mesure des concentration importantes de différent type de polluants atmosphérique.

Dans ce contexte s'inscrit notre travail, cinq station et deux espèces (*Pistacia lentiscus* et *Myrtus communis*) ont été choisis.

Plusieurs paramètres ont été réalisé dans ce travail afin d'estimé la qualité de l'air dans la ville de Jijel, paramètres physiologique liée aux végétaux (chlorophylle, proline, sucre soluble, la teneur en eau) avec la teneur en plomb, paramètres physicochimique liée au sol (pH, CEC, CE, teneur en matière organique) avec la teneur en plomb

D'après notre étude on conclue que:

Pour le pH de la station 1 : inférieur à 7 donc c'est un sol acide, la station 2 presque neutre, et les stations 3, 4 et 5 sont des sols alcalins.

La conductivité électrique des sols étudiés correspond d'une manière générale à des sols non salin ($CE < 500 \mu S/cm$).

Selon les normes du M.F.C. (1974), notre sol a une CEC moyenne Comparées aux normes données par Duthyl (1970), le sol de la station 2 est pauvre en matière organique, les stations 2,3 et 4 présentant un taux normal les deux stations : 1 et 5 sont considérés comme humifères.

Concernant les teneurs en plomb dans les sols:

L'ensemble des sols analysés possèdent des teneurs qui correspondent à la norme AFNOR (1994) citée par Baise (2000) et Robert (1995) qui est de 100 ppm.

La mobilité du Pb est affectée par le pH et la teneur en matière organique.

Myrtus communis considérée comme espèce bioindicatrice du pb dans le sol.

Pistacia lentiscus: considérée comme espèce bioindicatrice du Pb dans le sol.

Pour la contamination des végétaux par la circulation automobile, nous avons enregistré des teneurs du plomb assez importantes, qui sont plus élevées dans la cinquième station (Jijel ville) 27,060 ppm chez *Pistacia lentiscus*, 13,018ppm chez *Myrtus communis* et 195,027ppm dans le sol pour la même station.

Vue la direction des vents dominant Nord-Ouest, on a enregistré des teneurs assez élevés dans la station témoins qui est loin de toute sortes de pollution.

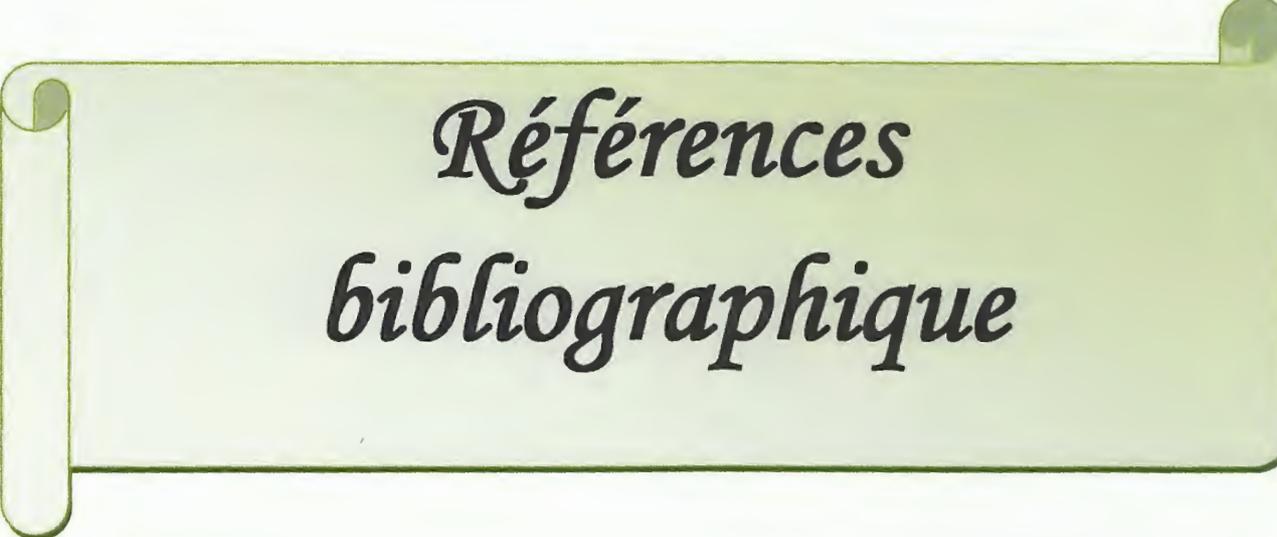
Ces concentrations dépassent la gamme normale pour le sol et les végétaux .Cela confirment que nos espèces ont la capacité d'accumuler le plomb. Donc on les considère comme des bioaccumulateurs du plomb et des bioindicateurs de la qualité de l'air.

Les espèces étudiées dans notre travail ont montré des comportements différents vis-à-vis de la pollution atmosphérique particulaire (*Pistacia lentiscus* plus résistante que *Myrtus communis*).

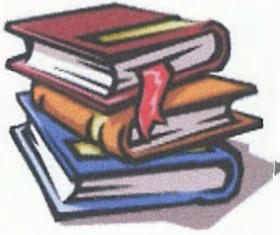
Une surveillance continue de la pureté de l'air, des végétaux et du sol ou' elles sont implantées sont recommandée surtout pour les espèces utilisés comme plantes médicinales telle que le *Pistacia lentiscus* et *Myrtus communis* , qui comptent parmi les plantes les plus utilisées dans notre région.

C'est pour cette raison que nous suggérons quelques mesures pour pallier à ce problème :

- Veiller à l'entretien des espaces vertes (véritable poumons de la ville), qui constituent un excellent moyen de lutte contre la pollution atmosphérique, en absorbant des quantités importantes de différent polluant.
- Réduire le nombre de véhicules circulant en organisant le transport public
- Interdiction de l'utilisation de l'essence au plomb qui a été appliquée dans les pays développées (en France par exemple cette interdiction est appliquée depuis le 1er janvier 2000).
- Organisation de trafic routier causé par le désordre et l'embouteillage, dont les voiture dégagent plus des gaz toxique lorsque elles sont immobilisée.



*Références
bibliographique*



Références bibliographiques :

A

- **AFNOR (Association Française de normalisation).**(1994), Qualité des sols. Environnement, Recueil des normes françaises, A.F.N.R., Paris, 154p.
- **An Y.J. (2006)**, Assessment of comparative toxicities of lead and Copper using plant assay, *Chemosphere*, 263p.
- **Arshad M., Silvestre J., Pinelli E., Kallerhoff J., Kaemmerer M., Tarigo A., Shahid M., Guiresse M., Pradere P., Dumat C. (2008)**, A field study of lead phytoextraction by various scented *Pelargonium* cultivar, *Chemosphere*, 2192 p.
- **Arvik J.H et Zimdahl R.L. (1974)**, Barriers to the foliar uptake of lead, *J. Environ. QUAL*, 369 -373 pp.
- **Atmopaca. (2007)**, Les émissions dues aux transports routiers. note de synthèse réalisée dans le cadre d'un projet soutenu par la region paca et la cpa, Projet : 03EMISS, 20 p.

B

- **Baboian R. (2005)**, Corrosion Tests And Standards: Application And Interpretation, ASTM International Congress, 882 p, 533pp.
- **Baize D et Tercé M. (2002)**, Les éléments traces métalliques dans les sols: Approches fonctionnelles et spatiales, INRA, paris, 570 p ,375-377 pp.
- **Barber S.A. (1995)**, Soil Nutrient Bioavailability, a mechanistic approach, John Wiley and Sons, New York, États-Unis , 414p.
- **Barcelo J and Poschenrieder C. H. (1990)**, Plant water relations as affected by heavy metal stress. *J. Plant Nutr*, 1-37pp
- **Bargagli R. (1998)**, Trace elements in terrestrial plants: an ecophysiological approach to biomonitoring and biorecovery, Springer, Université du Michigan, 324 p.
- **Basly L., Baleynaud J.M., Wald L. (1999)**, Satellite data for the air pollution mapping: proceeding of the 18th earsl symposium on operational remote sensing for sustainable development, éd Enschede ,Netherlands ,133-139 pp.
- **Bauer X. (2002)**, Le plomb en application externe: usages, mesusages et dangers, thèse de doctorat, universite henri poincare nancy lfaculte de medecine, 123p .

- **Bazzaz F.A ., Rolfe G.L. and Calson R.W. (1974)**,Effect of Cd on photosynthesis and transpiration of excised leaves of corn and sunflower,Phys Plant, 373-376pp.
- **Berg T. (1994)**, Le plomb dans les denrées alimentaires, Council of Europe France, Strasbourg, 21 p .
- **Berkowitz B .,Dror I ., Yaron B. (2008)**,Contaminant geochemistry: interactions and transport in the Subsurface Environment , Spinger , 412 p.
- **Bismuth C., Baud F., Conso F., Dally S.,Fréjaville J.-P., Garnier R., Jaeger A. (2000)**, Les effets du plomb sur la santé, Flammarion Médecine-Sciences, 5ème édition, Paris .
- **Bliefert C., et Perraud R. (2003)**.Chimie de l'environnement ., air, eau, sols, déchets. Edition de boeck. p463.
- **Boudy P. (1951)** ,Guide forestier en Afrique du Nord .Ed : librairie agricole, Horticole, forestiers et ménagères, paris , 553 p .
- **Bourre J.M. (2008)**, Bien manger : vrais et faux danger, Odie Jacob, paris, 332p.
- **Bouzeràà N et Boulaiche M. (2011)**, Effet de la pollution sur certains métabolites chez quelques plantes, mémoire d'ingénieur d'Etat en Ecologie végétale des écosystèmes et environnement Université de Jijel.

C

- **Cachau -Herreillat D. (2007)**, des expériences de la famille redox, réussir, exploiter et commenter -55 manipulation de chimie, de boeck, Bruxelles ,387p.
- **Camara C ., CastonC ., Gamez S. (2008)**, science de la vie et de terre, ed Bréal ,221p.
- **Casas S. (2005)**, Modelisation de la bioaccumulation de métaux traces (hg, cd, pb, cu et zn) chez la moule, *mytilus galloprovincialis*, en milieu mediterraneen , doctora de l'universite du sud Toulon var, 314.
- **Caselli G.,Vallin J., Wunsch G. (2002)**, Démographie: Les déterminants de la mortalité INED,France , 478 p
- **Catilina P ., Mariotti M.C.R. (2002)**, médecin et risque au travail : guide du medecin en milieux de travail, ed Elsevier Masson ,693p.
- **Cecchi M. (2008)**, devenir du plomb dans le systeme sol-plante, Cas d'un sol contaminé par une usine de recyclage du plomb et de deux plantes potagères (Fève et Tomate), thèse de doctorat, Telouse, 214p .
- **Chaussé K ., Levallois P ., Groupe scientifique sur l'eau. (2003)**, Plomb, Dans Fiches synthèses sur l'eau potable et la santé humaine, Institut national de santé publique du Québec, 14 p.
- **Chavez P.S. (1988)**,An improved dark-object substration echnique for atmospheric correction of multispectraldata,Remote sensing of environment, 450-479 pp
- **Cochet A et Pernot M. (2000)**, le plomb en Gaul romaine –technique de fabrication et produit, monique mergoil, Michigan ,223p
- **Croxford B., PennA ., Hillier B .(1996)**,Spacial distribution of urban pollution:civilizing urban trafic, ed the science of the total environnement,3-9p

D

- **De Brouwer C. (1997)**, la Médecine dans l'entreprise, De Boeck et larcier , bruxelle paris 332 p .
- **Degobert P. (1992)**, automobile et pollution, technip, paris, 516 p
- **Deletraz G et Paul E. (1998)**, l'état de l'art pour l'étude des impacts des transport routiers à proximité des routes et autoroutes, rapport intermédiaire, STE ,LAMA , ADEME , GRENOBLE ,144p
- **Deletraz G. (2002)**, Géographie des risques environnementaux liés aux transports routiers en montagne, ADEME, université de PAU et des pays de l'adour, 543p .
- **Dreier W et Göring M.(1974)**. Dereim slushoher solz kongentrasyon en aies verschideu physiologsche parametr van-mais.
- **Dubios M., Gilles K.A.,Hamilton J.K.,Rebers P.A and Smith F. (1956)**,Colorimetric method for determination of sugars and related substances,Anal.Cheun, 350-356p.
- **Durin B. (2006)**. Transfer et transport colloïdal des polluants métalliques. Thèse de doctorat université de Nante.
- **Duthyl (1970)**. Eléments d'écologie et d'agronomie. Tome I. Ed:J B Ballière et fils, 315p.

E

- **El Yamani M. (2006)**, article sur la pollution atmosphérique urbaine, Afsset, 6p
- **Erkman S. (2004)**, Vers une écologie industrielle, ECLM, France, paris ,251 p.
- **ECMT (European conference of ministaire of transport).(2001)**, réduire les émissions des véhicule, ed CEMT, France ,144p.

F

- **Ferrandon M et Chamel A. (1989)**, Absorption foliaire des oligo éléments,Perspectives Agricoles, 134 p, 22-30pp.

G

- **Gagnard J., Huguet C., Ryser J P. (1988)**, L'analyse du sol et du végétal dans la conduite de la fertilisation le contrôle de la qualité des fruits. Edition OILB-SROP , 87
- **Gombert S, Galsanies L, Rausch C, Louis Golin S, Charré B(2005)**, pollution atmosphérique par les métaux, éd Ademe, 108 p .
- **Grandjean, conseil de l'euro dans son rapport du 14 Sep (1967)**, département de génie chimique université laval.
- **Gupta R .C. (2011)**,Reproductive and developmental toxicology , Academic press, USA,1222p.
- **Gupta R.C. (2012)**, Veterinary Toxicology: Basic and Clinical Principles ,Academic Press Elsevier, USA, 1248 p, 522pp.

H

- **Hegger M., Auch-Schwelk V., Fuchs M., Rosenkranz T. (2009)**, construire-atlas des matériaux, ed Presses polytechnique et universitaire romande, suisse, 280p.
- **Hertig J-A., fallot J-M., De pury P., lachat B (2006)**, étude d'impacte sur l'environnement volum 3, ed press polytechnique et universitair romandes, 544p.
- **Hutchinson .T. C and Meema .K. M, (1987)**, Lead, Mercury, Cadmium and Arsenic in the Environment, scope, John Wiley et Sons, New York, 360 p.

I

- **Ionescu A., Mayer E., Colda I. (1996)**, methodes mathématiques pour éstimer le champ de concentration d'un polluants gazeux à partire des valeurs mesurées au points dispersés, pollution atmosphérique, 78- 89pp.

K

- **Kovalick w. (1991)**, perspectives on headlth an environmental risks of soil pollution an experiences with innovative remediation technologie, 4 th world iogn chem. Eng. karlsruhe, germany, 990p.

L

- **Lachambre M et Fisson. C (2007)**, La contamination chimique : Quel risque en estuaire de Seine, éd seine aval, France, 11p.
- **Lajoie P et Levallois. (1997)**, pollution atmosphérique et champ électromagnétique, les presses, université de laval, canada, 265p.
- **Lalili H et Lounis N (2011)**, utilisation des végétaux dans l'approche écotoxicologique de la pollution atmosphérique de Jijel, vue de l'obtention du diplôme de Master en biologie, Université de Jijel, 67 p.
- **Lamoureux D., Menozzi S., Rolina G. (2000)**, Etude de l'effet du vent sur la diffusion d'un polluant, Projet de mécanique des fluides numérique. Ecole des Mines, paris.
- **Lauwerys R. (1992)**, toxicologie industrielle et intoxication professionnelles,
- **Lemaitre C. (2012)**, les propriété physicochimique des métaux des construction, ed Eyroues, Paris, 131 p.
- **Lovei M. (1997)**, phasing out lead from gasoline in central and eastern europe :health issues, feasibility and policies, ed World bank publication, Washington, 75p.

M

- **M.F.C (Ministère français de la coopération). (1974)**, Mémento de l'agronome, INRA, Paris, 1591p.
- **Maillard P et Bonhomme R. (2000)**, Fonctionnement des peuplements végétaux sous contraintes environnementales, inra, Paris, PP 256, p256

- **Masclet P. (2005)**, pollution atmosphérique éd Ellipses Marketing S.A, paris, 213p
- **Mathieu C., et Pieltain F. (2003)**, Analyse chimique des sols méthode choisies, Edition TEC&DOC.Paris-New-york, p376

- **Melquiot Pierre. (2003)**, 1001 mots et abréviations de l'environnement et du développement, Librairie environnement France, 190 p, 143-144pp.
- **Mengel K., Kirkby E. A., Kosegarten H. (2001)**, Principes of plant nutrition, Spinger, nethelands, Pp 668, 849 p
- **Migeon A. (2009)**, Etude de la variabilité naturelle dans la réponse du peuplier aux métaux : bases physiologiques et exploitation en phytoremédiation, ADEME, INRA, Université Henri Poincaré, Nancy-Université, 346p.
- **Monique T., Thos A-L., albouy J et al. (2010)**, Guide pratique-le saturnisme intoxication par le plomb, Ars du centre, France, p 20
- **Mouaici K. (2002)**, Etude de quelques sources des polluants atmosphériques dans la région de Béjaïa, mémoire d'ingénieur d'état, université de Béjaïa.
- **Munn R.F. et Brook J.R. (2012)**, Pollution de l'air, Historica-Dominion, canada.

N

- **Nachtergal C. (1988)**, Agenda du bâtiment, Boeck Supérieur, Bruxelles, 640 p.
- **NCHRP (National Cooperative Highway Research Program). (1997)**, Improving Transportation Data for Mobile Source Emission Estimates Transportation Research Board, new York, Washington, 128 p.
- **NRC (National Research council). (2005)**, mineral tolerance animals, committee on minerals and toxic substances in diets and water for animals, National Academies Press, 496p.

O

- **OMS (Organisation Mondiale de la Santé). (1995)**, Inorganic lead. International Programme on Chemical Safety, Environmental Health Criteria, n°165, OMS, Genève.
- **OMS IPCS (World Health Organisation. International Programme on chemical Safety). (1998)**, Environmental Health Criteria n°200.
- **ORSRA (Observatoire régional de la santé Rhône-Alpes). (2007)**, Le plomb tableau de bord santé-environnement, région rhône-alpes, 18 p
- **Ostiek I. J et Bord D. J. (2012)**, Inquiry Into Physics Cengage Learning, Boston, USA, 560 p

P

- **Parys E., Romanowska E., Siedlecka M., Poskuta J. (1998)**, The effect of lead on photosynthesis and respiration in detached leaves and in mesophyll protoplasts of *Pisum sativum*, Acta Physiologiae Plantarum, 313-322pp.

- **Patra M., Bhowmik N., Bandopadhyay B., Sharma A. (2004)**, Comparison of mercury, lead and arsenic with respect to genotoxic effects on plant systems and the development of genetic tolerance, *environmental and experimental botany, india*, p223.
- **Pourrut B. (2008)**, Implication du stress oxydatif dans la toxicité du plomb sur une plante modèle, *Vicia faba*, thèse de doctorat, université de toulouse, 284p.
- **Prasad M.N.Vet Hagemeyer J. (1999)**, Heavy metal stress in plants. From molecules to ecosystems, Springer, 401p

R

- **Ramade F. (2005)**, éléments d'écologie appliquée, dunod, Paris, 864p
- **Ramade F. (2000)**, dictionnaire encyclopédique des pollutions : les polluants de l'environnement à l'homme, Ediscience international, Paris, 690p
- **Ramade F. (1993)**, dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des sciences de l'environnement, Ediscience international, Paris, 1075p
- **Rapp G. R. (2009)**, Archaeomineralogy, ed Springer, USA, 348 p.
- **Redon P-O. (2009)**, Rôle de champignons mycorhiziens à arbuscules dans le transfert du cadmium (Cd) du sol à la luzerne (*Medicago truncatula*), thèse de doctorat, Faculté des Sciences et Techniques, France, 198P
- **Reeves Roger D et Baker Alan J. M. (2000)**. Metal-accumulating plants. Phytoremediation of toxic metals: using plants to clean up the environment, edited by Ilya Raskin and Burt d. Ensley: 193-229.
- **Rescond J. (2010)**, une construction de la clinique : Le savoir médical au XVIIIe siècle, L'harattan, paris, p 547, pp 221
- **Ross S. M. (1995)**, Toxic Metals in Soil-Plant Systems, Wiley, Chichester, Royaume-Uni Michigan, 469 p.
- **Ruttens A., De Temmerman L., Waegeneers N. (2012)**, Impact of atmospheric deposition of As, Cd and Pb on their concentration in carrot and celeriac Coda-Cerva, Belgium 187–195 p.
- **Winston Revie. R (2011)**, Uhlig's Corrosion Handbook, ed John Wiley & Sons Canada, 1288 p, 808 Pp

S

- **Safri S. (2008)**, renouvellement urbain d'un centre ancien en declincas du centre-ville de jijel, magistere, universite mentouri de constantine, p 250
- **Salamon J-N. (2003)**, danger de pollution, éd presses universitaire de bordeaux, France, 176p
- **Schlesinger M and Paunovic M. (2011)**, Modern Electroplating, ed John Wiley and Sons, Canada, 600 p, Pp 139.

Selwyn L. (2010), La présence de plomb dans les collections muséales et les édifices patrimoniaux, Notes de l'ICC 1/8., Ministre, Travaux publics et Services gouvernementaux, Canada, 6p

- **Seregin I.V and Ivanov V.B. (2001)**, Physiological Aspects of Cadmium and Lead Toxic Effects on Higher Plants, Russian Journal of Plant Physiology, 523-544pp.
- **Servant L. (2007)**, les bus propres et économes en Ile-de-France bilan des technologies, IAURIF, Paris, 109p.
- **Singh A.P. (2005)**, toxic metals and environmental issues, Sarup et Sang, India new delhi, 362p.
- **Soni N. K. (2010)**, fundamentals Of Botany: Volume 2 - Tata Mc Graw-Hill Education, New delhi, 420 p.
- **Stellman J- M. (2000)**, encyclopédie de sécurité et de santé au travail volum 2, original anglais, 63-74 pp.
- **Sterner T. (2003)**, policy instruments for environments and naturel ressource management, RFF Press book, USA, 504p.

T

- **Tankaridan -Badjo A. (2007)**, Modalités de contamination du ray-grass par les éléments du groupe platine et les hydrocarbures aromatiques polycycliques à proximité des voies routière, institue national polytechnique de lorraine, thèse de doctorat 137 p
- **Thibault J. (2003)**, l'aire au quotidien, éd Odile Jacob, paris
- **Thornton I., Rautiu R., Brush S. (2001)**, lead the fact, IC Consultants Ltd, London, p184.
- **Tremel-Schaub A et Feix I. (2005)**, contamination des sols : transferts des sols vers les plantes, EDPSciences/ADEME, Hoggar, P413

U

- **Uzu G., Shahid M., Arshad M., Cecchi M., Ferrand E., Diyab C. (2008)**, EcoLab influence de la spéciation des métaux. (compartimentation, spéciation chimique) sur leurs impacts environnementaux : transfert abiotiques/biotiques et toxicité, Laboratoire écologie fonctionnelle et environnement, UMR, paris.

V

- **Varashin D. (2007)**, risque et prise de risque dans la sociétés industrielles, Peter-Lang, bruxelles, 218p.
- **Vauboudolle M. (2007)**, toxicologie, sciences mathématiques physique et chimique, ed Wolters kluwer SA, PARIS, 1037p.

- **Vodnik D., Jentschke G., Fritz E., Gogala N and Godbold D.L. (1999)**, Root-applied cytokinin reduces lead uptake and affects its distribution in Norway spruce seedlings. *Physiologia Plantarum*, 75-81 pp.

W

- **Whitacre D.M.(2011)**, Reviews of environmental contamination and toxicology: volume 213, springer ,USA, 168 p
- **Wierzbicka M and Obidzinska J .(1998)**, The effect of lead on seed imbibition and germination in different plant species. *Plant Science* , 155-171pp.

X

- **Xiong Z.T. (1997)**, Bioaccumulation and physiological effects of excess lead in a roadside pioneer species *Sonchus oleraceus* L, *Environmental Pollution* ,275–279 pp.

Cites internet

- **Anonyme. (2008)**, Image d'un minerai de galène (source naturelle de plomb)
- **Anonyme (2012)**, www.mops.google.dz
- **Anonyme(2012)**, www.wikipédia.htm



Annexes

Annexe 1 :

Les courbes d'étalonnages

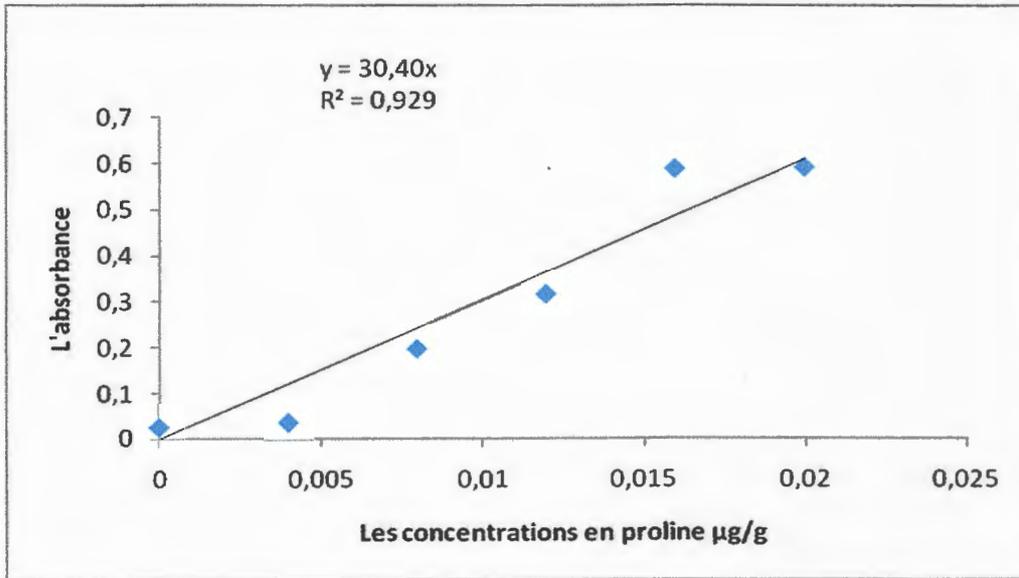


Figure 1 : la courbe d'étalonnage de la proline

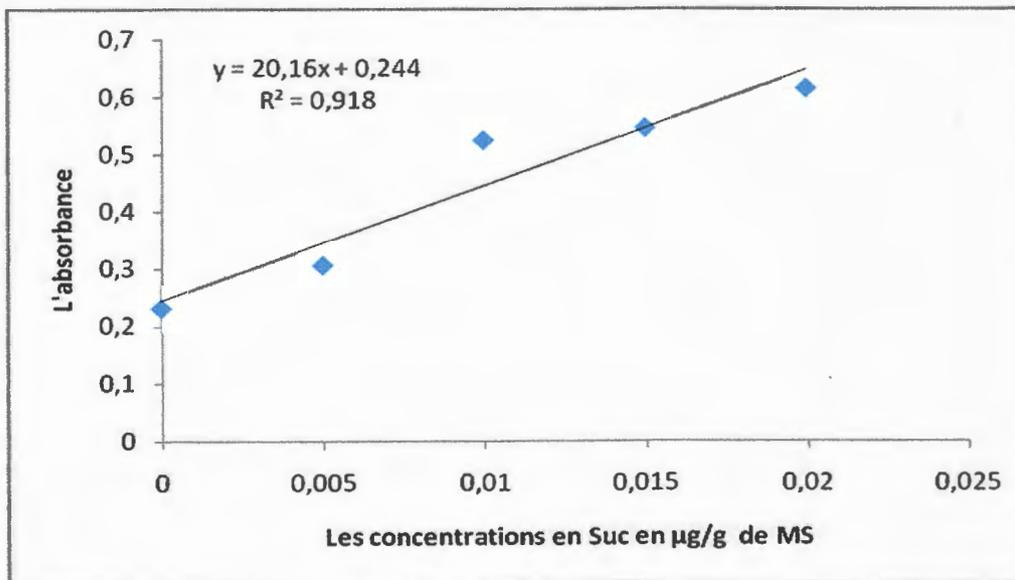


Figure 2 : la courbe d'étalonnage des sucres solubles

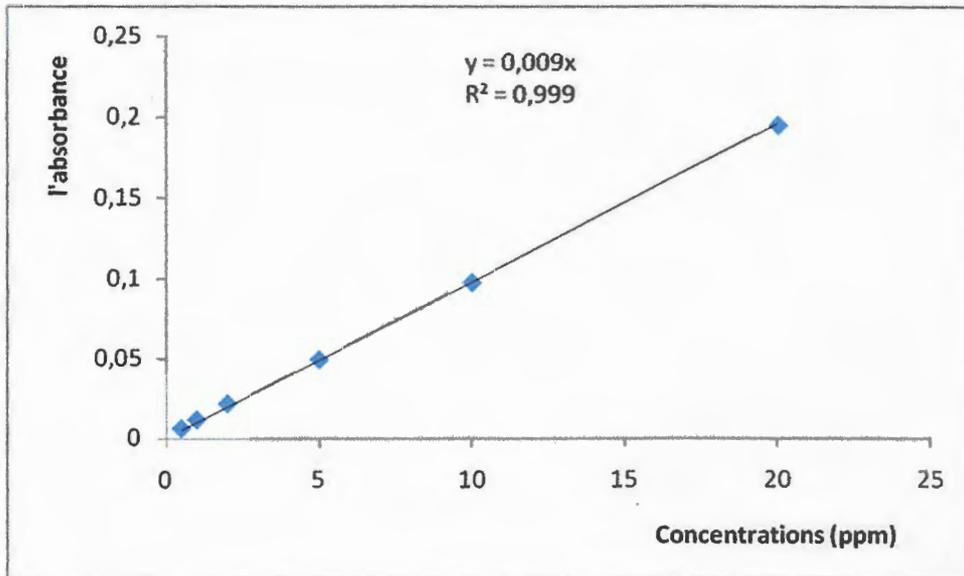


Figure 3 : la courbe d'étalonnage du plomb

Annexe 2:

Les résultats des paramètres étudiés

Tableau 1 : Les résultats du pH

PH	St1	St2	St3	St4	St5
R1	5,69	6,94	7,86	7,18	8
R2	6,65	6,87	7,65	7,27	7,95
Moyenne	6,17	6,905	7,755	7,225	7,975
Ecart type	0,6788	0,0494	0,14849242	0,0636	0,0353

Tableau 2: Les résultats de la capacité d'échange cationique en méq/100g :

CEC	St1	St2	St3	St4	St5
Valeurs	21.75	21	21.5	21.75	21.25

Tableau 3: Les résultats de la conductivité électrique en $\mu\text{S}/\text{cm}$

CE	St1	St2	St3	St4	St5
R1	39,5	67,4	31,5	5,6	24,2
R2	38,1	156	31,4	5,4	25,4
Moyenne	38,8	111,7	31,45	5,5	24,8
Ecart type	0,989	62,64	0,070	0,141	0,8485

Tableau 4: Les résultats de la matière organique en %:

MO	St1	St2	St3	St4	St5
R1	4,03	2,01	2,68	2,01	2,52
R2	4,7	2,35	2,52	2,35	3,02
Moyenne	4,365	2,18	2,6	2,18	2,77
Ecart type	0,47376154	0,24041631	0,11313708	0,24041631	0,35355339

Tableau 5 : Les résultats de la teneur du sol en plomb (ppm) :

Concentration en plomb (ppm)	St1	St2	St3	St4	St5
R1	37,168	35,74	59,22	38,5	170,52
R2	75,56	58,2	70,46	49,01	205,24
R3	41,86	43,91	54,12	30,36	209,32
Moyenne	51,52	45,95	61,26	39,29	195,02
Ecart type	20,94	11,36	8,36	9,35	21,32

Tableau 6 : Les résultats de La teneur des plants en plomb (ppm):

	Pistacia		Mrtus	
	FNL	FL	FNL	FL
St1				
R1	17,360	8,170	4,085	5,615
R2	5,615	6,635	6,125	4,595
M	11,488	7,403	5,105	5,105
ET	8,305	1,085	1,442	0,721
St2				
R1	15,825	7,150	3,575	3,575
R2	5,105	2,555	3,575	2,555
M	10,616	4,853	3,575	3,065
ET	7,580	3,249	0,000	0,721
St3				
R1	19,910	1,530	7,660	1,530
R2	15,315	2,040	5,615	4,595
M	17,613	1,785	6,638	3,063
ET	3,249	0,361	1,446	2,167
St4				
R1	12,765	1,020	11,745	2,040
R2	15,315	/	/	/
M	14,040	1,020	11,745	2,040
ET	1,803	/	/	/
St5				
R1	27,060	17,360	15,315	10,210
R2	/	/	10,720	/
M	27,060	17,360	13,018	10,210
ET	/	/	3,249	/

Tableau 7: Les résultats de la teneur en eau en %:

	St1	St2	St3	St4	St5
Myrtus	50	66.66	52.38	66.66	62.5
Pistacia	65.62	62.85	32.15	45.83	46.62

Tableau 8 : les résultats de la chlorophylle :

L'espèce	Pistacia	Myrtus	Pistacia	Myrtus	Pistacia	Myrtus	Pistacia	Myrtus
Type de Ch	Ch a	Ch a	Ch b	Ch b	cha/chb	cha/chb	cha+chb	cha+chb
St1								
R1	14,097	18,085	17,293	16,625	0,815	1,088	31,390	34,709
R2	19,304	19,164	14,802	27,708	1,304	0,692	34,105	46,872
St1	16,700	18,624	16,047	22,167	1,060	0,890	32,748	40,791
ET	3,682	0,763	1,762	7,837	0,346	0,280	1,920	8,600
CV	0,220	0,041	0,109	0,354	0,326	0,315	0,059	0,211
St2								
R1	8,585	8,763	13,144	38,243	0,653	0,229	21,729	47,005
R2	5,715	19,431	13,694	10,304	0,417	1,886	19,409	29,735
St2	7,150	14,097	13,419	24,273	0,535	1,057	20,569	38,370
ET	2,030	7,544	0,389	19,755	0,167	1,171	1,641	12,212
CV	0,283	0,535	0,029	0,813	0,312	1,107	0,079	0,318
St3								
R1	9,525	23,876	14,816	14,426	0,643	1,655	24,341	38,302
R2	9,728	17,208	14,312	11,449	0,680	1,503	24,040	28,658
St3	9,626	20,542	14,564	12,938	0,661	1,579	24,190	33,480
ET	0,144	4,715	0,356	2,105	0,026	0,108	0,213	6,819
CV	0,015	0,230	0,024	0,163	0,039	0,068	0,009	0,204
St4								
R1	3,315	7,569	3,526	5,816	0,940	1,301	6,841	13,385
R2	3,200	3,175	3,687	5,771	0,868	0,550	6,887	8,946
St4	3,258	5,372	3,607	5,794	0,904	0,926	6,864	11,166
ET	0,081	3,107	0,113	0,032	0,051	0,531	0,033	3,139
CV	0,025	0,578	0,031	0,006	0,056	0,574	0,005	0,281
St5								
R1	2,337	11,049	2,885	9,938	0,810	1,112	5,222	20,987
R2	1,600	11,709	3,091	9,847	0,518	1,189	4,692	21,556
St5	1,968	11,379	2,988	9,892	0,664	1,150	4,957	21,271
ET	0,521	0,467	0,146	0,065	0,207	0,055	0,375	0,402
CV	0,265	0,041	0,049	0,007	0,311	0,048	0,076	0,019

Tableau 9 : Les concentrations en proline chez le Myrtus communus :

Proline	St1	St2	St3	St4	St5
R1	5,07	5,16	3,7	9,72	15,017
R2	6,668	5,47	3,95	11,55	9,15
Moyenne	5,869	5,315	3,825	10,635	12,0835
Ecart type	1,129	0,219	0,1767	1,294	4,148

Tableau 10 : Les concentrations en proline chez le Pistacia lentiscus :

Proline	St1	St2	St3	St4	St5
R1	54,112	39,52	24,04	24,07	85,72
R2	51,81	36,48	21,24	19,24	82,04
Moyenne	52,961	38	22,64	21,655	83,88
Ecart type	1,627	2,149	1,979	3,415	2,602

Tableau 11 : Les concentrations en sucres solubles chez le Myrtus communus :

Sucres solubles	St1	St2	St3	St4	St5
R1	10,888	12,44	9,356	10,14	11,936
R2	11,13	11,836	8,086	10,525	10,283
Moyenne	11,009	12,138	8,721	10,3325	11,1095
Ecart type	0,171	0,427	0,898	0,271	1,168

Tableau 12 : Les concentrations en sucre chez le Pistacia lentiscus :

Sucres solubles	St1	St2	St3	St4	St5
R1	15,968	23,428	10,727	18,609	21,008
R2	16,392	22,722	11,392	17,58	22,823
Moyenne	16,18	23,075	11,0595	18,0945	21,915
Ecart type	0,299	0,499	0,4702	0,72	1,283

Annexe 3

Modes opératoires

1. Pour les paramètres physico-chimiques du sol :

1.1. Mesure du pH :

La mesure du pH consiste à prendre 5g de sol tamisée à 2mm dans un bécher, ajouter 12.5ml d'eau distillé, faire agiter sur un agitateur magnétique pendant 20 minutes et laisser reposer pendant 30 minutes.

Avant de procéder à la mesure du pH il faut étalonner le pH mètre, agiter le contenu du bécher et nettoyer l'électrode, ensuite plonger l'électrode dans la solution du sol et la lecture sera affichée sur l'écran du pH-mètre.

1.2. Mesure de la conductivité électrique (CE) :

Peser 10g de sol tamisé (2 mm) dans un bécher de 100 ml et ajouter 50 ml d'eau distillée, en agite ensuite avec un agitateur magnétique pendant 2 heures. Cela permet de mettre en suspension la totalité de l'échantillon et obtenir un équilibre entre la phase solide et la phase liquide. La solution est ensuite laisser jusqu'à la sédimentation complète, puis on mesure la conductivité à l'aide d'un conductimètre électronique sur la solution du sol. (livre d'analyse de sol)

1.3. La capacité d'échange cationique (Méthode AFNOR) :

Dans un ballon d'un litre, muni d'une chauffe ballon.

Dans le Becher de collection mettre 40 mL d'acide borique +quelques gouttes d'indicateur de Tachiro dans la colonne de titration on met la solution d'H₂SO₄.

Au moment ou le virage de la couleur du violet vers le vert est effectué, on commence la titration par H₂SO₄ et on marque le volume de H₂SO₄ puis on applique la formule de calcul suivante :

Préparer la solution du sol comme suit :

Mettre 5 g du sol, 7.50 mg de CaCO₃ et 50 ml de la solution d'oxalates d'ammonium, agiter Pendant 3 heures et laisser reposer 12 à 16 heures dans un réfrigérateur.

- Mettre 10mL de la solution du sol

- Ajouter 10ml de la solution de NaOH puis 190 ml d'eau et quelques gouttes de la phénophtaléine

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

V₁ : volume de l'échantillon

C : concentration de H₂SO₄.

V_2 : volume de témoin.

M : prise d'essai : 5 g de sol.

V : prise d'essai volume 10 ml de la solution du sol.

1.4. Mesure de la matière organique :(Méthode de walkey et blak)

- Peser 0,25 g de sol dans une fiole conique de 250 ml et y ajouter 10 ml de dichromate de potassium 1 N.

-Ajouter 20 ml d'acide sulfurique concentré, agiter vigoureusement pendant 1 minute et laisser reposer pendant 30 minutes.

- Titrer l'excès de dichromate de potassium avec le sulfate ferreux 0,5 N ,Lors de l'apparition de la coloration violette ou bleue, titrer lentement jusqu'à la coloration final verte.

Les calculs et expression des résultats :

Considérant que 1 ml de dichromate de potassium 1 N = 4 mg de carbone :

$$\% C = \frac{\text{ml de dichromate potassium 1 N en excès} \times 0,004 \times 100}{\text{Poids du sol (g)}}$$

Considérant que la matière organique (M. O.) = $C \times 1,724$

C : la concentration de dioxyde de carbone.

2. Extraction du plomb de sol (eau régale)

Le procédé d'extraction consiste à ajouter à 2 g de sol pris à partir d'un échantillon broyé dans un mortier puis passé au tamis de 250 microns, 15 mL d'acide chlorhydrique et 5 mL d'acide nitrique dans un ballon à rodage conique de 250 mL muni d'un réfrigérant.

Laisser en contact pendant une nuit afin de permettre une oxydation lente de la matière organique, puis chauffer dans un chauffe- ballon pendant 2h à une température de 180°C, après refroidissement et rinçage du réfrigérant par quelques mL d'eau déminéralisée, le contenu de ballon est filtré sur papier filtre sans cendre, lavé aux acides à vitesse moyenne de filtration dans des fioles de 100 mL puis compléter jusqu'au trait de jauge avec de l'eau distillée

3. Dosage de chlorophylle a et b:

Les teneurs en chlorophylle sont calculées par la technique de Francis et al (1970) qui consiste à mettre 100mg de matière fraîche de chaque répétition dans 10 ml d'une solution préparée préalablement de 75% d'acétone et 25% d'éthanol puis conservées dans des boites noires hermétiquement fermées pendant 48 heures à 30°C.

La lecture des densités optiques se fait à $\lambda = 663$ pour la chlorophylle a et à $\lambda = 645$ pour la chlorophylle b.

La détermination des teneurs réalisée selon les formules

$$\text{CH a } (\mu\text{g/gMF}) = 12,7 \text{ DO}_{(663)} - 2,59 \text{ DO}_{(645)} \times V / (1000 \times W).$$

$$\text{CH b } (\mu\text{g/gMF}) = 22,9 \text{ DO}_{(645)} - 4,68 \text{ DO}_{(663)} \times V / (1000 \times W).$$

$$\text{CH t} = \text{CH a} + \text{CH b}$$

V : volume solution extraite et W le poids de matière fraîche de l'échantillon

4. Pour le dosage de la proline :

100 mg de matière fraîche foliaire sont prélevés de chaque répétition et mis dans des tubes à essais auxquels on ajoute 2 ml de Méthanol à 40 %. Les tubes couverts (pour éviter la volatilisation de l'alcool) sont portés à l'ébullition au bain-marie à 85 °C pendant 60 min.

Après refroidissement, 1 ml de l'extrait a été prélevé de chaque tube et mis dans de nouveaux tubes auxquels, nous avons ajouté 1 ml d'acide acétique.

Ensuite, nous avons ajouté, dans chaque tube, 1 ml de mélange contenant 120 ml d'eau distillée, 300 ml d'acide acétique, 80 ml d'acide ortho phosphorique (H_3PO_4 , densité 1,7) et 25 mg de ninhydrine.

Le mélange est porté à l'ébullition durant 30 min. La solution vire vers le rouge. Après refroidissement des solutions, le chromatophore est extrait avec 5 ml de toluène. Deux phases se séparent après agitation au votrex. On prélève la phase supérieure contenant le chromatophore à la qu'elle on ajoute 5 mg du sulfate de sodium oxydé $\text{Na}_2 \text{SO}_4$ à l'aide d'une spatule pour éliminer l'eau qu'elle contient. La lecture de la densité optique des échantillons est faite à l'aide d'un spectrophotomètre à la longueur d'onde de 528 nm, correspondant à son maximum d'absorption. Le calcul des concentrations se fait par l'équation déduite de la courbe d'étalonnage établie à l'aide de solutions allant de 0,01 à 0,2 mg de proline par ml de solution.

5. Pour le dosage des sucres solubles :

Mettre 100 mg de matière fraîche dans des tubes à essai puis ajouter 2 ml d'éthanol à 80%. Le tout est laissé au repos pendant 48 H.

Ensuite évaporer le totale de l'alcool en mettant les tubes à essai dans un bain marie à 70°.

Après refroidissement, Mettre dans chaque tube à essai 20 ml d'eau distillée, prendre ensuite 1 ml de la solution et ajouter 1 ml de phénol à 5 % en prenant soin de bien agiter.

Enfin ajouté 2 ml d'acide sulfurique concentré, et déposé les tubes à essai dans un bain de glace, et laissez les reposer 25 min, puis procéder à la lecture au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 490 nm.

Le calcul se fait à partir de l'équation déduite de la gamme d'étalonnage établie à l'aide de solutions allant de 0.05 à 0.2 mg des sucres par ml de solution.

6. Extraction du plomb des plantes :

Les métaux est extrait avec une solution sulfonitrique-eau oxygénée. Pour cela, un volume d'acide sulfurique, 3 volumes d'acide nitrique concentré et 3 volumes d'eau oxygénée à 30%, sont ajoutés à 1g d'échantillon de plantes séchées et réduite en poudre, dans un erlenmeyer rodé de 250ml, fixé à un réfrigérant. L'ensemble est chauffé jusqu'à l'ébullition qui est maintenue durant 15 mn.

Annexe 4

Analyse de la variance

***pH**

Source	DL	SC	CM	F	P	
Facteur	4	4,1140	1,0285	10,48	0,012	** Hautement significative
Erreur	5	0,4906	0,0981			
Total	9	4,6046				

IC individuel à 95% pour la moyenne
Basé sur Ecart-type groupé

Niveau	N	Moyenne	EcartType	
St1	2	6,1700	0,6788	(-----*-----)
St2	2	6,9050	0,0495	(-----*-----)
St3	2	7,7550	0,1485	(-----*-----)
St4	2	7,2250	0,0636	(-----*-----)
St5	2	7,9750	0,0354	(-----*-----)

Ecart-type groupé = 0,3132

6,40 7,20 8,00

***CE**

Source	DL	SC	CM	F	P	
Facteur	4	13213	3303	4,21	0,074	** Hautement significative
Erreur	5	3927	785			
Total	9	17140				

IC individuel à 95% pour la moyenne
Basé sur Ecart-type groupé

Niveau	N	Moyenne	EcartType	
St1	2	38,80	0,99	(-----*-----)
St2	2	111,70	62,65	(-----*-----)
St3	2	31,45	0,07	(-----*-----)
St4	2	5,50	0,14	(-----*-----)
St5	2	24,80	0,85	(-----*-----)

Ecart-type groupé = 28,02

0 60 120

***MO**

Source	DL	SC	CM	F	P	
Facteur	4	6,5142	1,6286	17,04	0,004	** Hautement significative
Erreur	5	0,4779	0,0956			
Total	9	6,9921				

IC individuel à 95% pour la moyenne
Basé sur Ecart-type groupé

Niveau	N	Moyenne	EcartType	
St1	2	4,3650	0,4738	(-----*-----)
St2	2	2,1800	0,2404	(-----*-----)
St3	2	2,6000	0,1131	(-----*-----)
St4	2	2,1800	0,2404	(-----*-----)
St5	2	2,7700	0,3536	(-----*-----)

Ecart-type groupé = 0,3091

2,0 3,0 4,0 5,0

Chlorophylle chez *Pistacia*

Source	DL	SC	CM	F	P	** Hautement significative
Facteur	4	275,20	68,80	19,14	0,003	
Erreur	5	17,97	3,59			
Total	9	293,17				

IC individuel à 95% pour la moyenne
Basé sur Ecart-type groupé

Niveau	N	Moyenne	EcartType	
St1	2	16,700	3,682	(-----*-----)
St2	2	7,150	2,029	(-----*-----)
St3	2	9,627	0,144	(-----*-----)
St4	2	3,258	0,081	(-----*-----)
St5	2	1,969	0,521	(-----*-----)

Ecart-type groupé = 1,896

0,0 6,0 12,0 18,0

Chlorophylle chez *Myrtus*

Source	DL	SC	CM	F	P	* significative
Facteur	4	291,0	72,8	4,06	0,078	
Erreur	5	89,6	17,9			
Total	9	380,6				

IC individuel à 95% pour la moyenne
Basé sur Ecart-type groupé

Niveau	N	Moyenne	EcartType	
St11	2	18,625	0,763	(-----*-----)
St21	2	14,097	7,543	(-----*-----)
St31	2	20,542	4,715	(-----*-----)
St41	2	5,372	3,107	(-----*-----)
St51	2	11,379	0,467	(-----*-----)

Ecart-type groupé = 4,233

0 10 20 30

Chlorophylle b *Pistacia*

Source	DL	SC	CM	F	P	*** très hautement significative
Facteur	4	318,118	79,529	116,44	0,000	
Erreur	5	3,415	0,683			
Total	9	321,533				

IC individuel à 95% pour la moyenne
Basé sur Ecart-type groupé

Niveau	N	Moyenne	EcartType	
St12	2	16,048	1,761	(--*--)
St22	2	13,419	0,389	(--*--)
St32	2	14,564	0,356	(--*--)
St42	2	3,606	0,114	(--*--)
St52	2	2,988	0,146	(--*--)

Ecart-type groupé = 0,826

5,0 10,0 15,0

Chlorophylle b *Myrtus*

Source	DL	SC	CM	F	P	NS
Facteur	4	504,9	126,2	1,38	0,35	
Erreur	5	456,1	91,2			
Total	9	961,1				

IC individuel à 95% pour la moyenne
Basé sur Ecart-type groupé

Niveau	N	Moyenne	EcartType
St13	2	22,167	7,837
St23	2	24,274	19,756
St33	2	12,938	2,105
St43	2	5,794	0,032
St53	2	9,893	0,064

Ecart-type groupé = 9,551

0 15 30

Cha+b *Pistacia*

Source	DL	SC	CM	F	P	*** très hautement significative
Facteur	4	1112,90	278,23	211,95	0,000	
Erreur	5	6,56	1,31			
Total	9	1119,47				

IC individuel à 95% pour la moyenne
Basé sur Ecart-type groupé

Niveau	N	Moyenne	EcartType
St14	2	32,748	1,920
St24	2	20,569	1,640
St34	2	24,191	0,213
St44	2	6,864	0,033
St54	2	4,957	0,375

Ecart-type groupé = 1,146

10 20 30

Cha+Chb *Myrtus*

Source	DL	SC	CM	F	P	NS
Facteur	4	1249,4	312,3	5,59	0,044	
Erreur	5	279,6	55,9			
Total	9	1529,0				

IC individuel à 95% pour la moyenne
Basé sur Ecart-type groupé

Niveau	N	Moyenne	EcartType
St15	2	40,791	8,601
St25	2	38,370	12,212
St35	2	33,480	6,819
St45	2	11,166	3,139
St55	2	21,272	0,402

Ecart-type groupé = 7,478

0 16 32 48

Chla/b *Pistacia*

Source	DL	SC	CM	F	P	NS
Facteur	4	0,3597	0,0899	2,33	0,190	
Erreur	5	0,1933	0,0387			
Total	9	0,5530				

IC individuel à 95% pour la moyenne
Basé sur Ecart-type groupé

Niveau	N	Moyenne	EcartType
--------	---	---------	-----------

St16	2	1,0595	0,3458			(-----*-----)
St26	2	0,5350	0,1669			(-----*-----)
St36	2	0,6615	0,0262			(-----*-----)
St46	2	0,9040	0,0509			(-----*-----)
St56	2	0,6640	0,2065			(-----*-----)

Ecart-type groupé = 0,1966

0,35 0,70 1,05 1,40

Cha/b Myrtus

Source	DL	SC	CM	F	P	NS
Facteur	4	0,612	0,153	0,44	0,778	
Erreur	5	1,748	0,350			
Total	9	2,360				

IC individuel à 95% pour la moyenne
Basé sur Ecart-type groupé

Niveau	N	Moyenne	EcarType
St17	2	0,8900	0,2800
St27	2	1,0575	1,1717
St37	2	1,5790	0,1075
St47	2	0,9255	0,5310
St57	2	1,1505	0,0544

Ecart-type groupé = 0,5912

0,00 0,80 1,60 2,40

***FLM**

Source	DL	SC	CM	F	P	
Facteur	4	85,91	21,48	18,72	0,003	** Hautement significative
Erreur	5	5,74	1,15			
Total	9	91,65				

IC individuel à 95% pour la moyenne
Basé sur Ecart-type groupé

Niveau	N	Moyenne	EcarType
St1	2	5,105	0,721
St2	2	3,065	0,721
St3	2	3,063	2,167
St4	2	2,040	0,000
St5	2	10,210	0,000

Ecart-type groupé = 1,071

3,5 7,0 10,5

* REMARQUE * Toutes les valeurs dans la colonne sont identiques.

*** FNL M**

Analyse de variance						
Source	DL	SC	CM	F	P	
Facteur	4	138,03	34,51	11,71	0,009	** Hautement significative
Erreur	5	14,73	2,95			
Total	9	152,76				

IC individuel à 95% pour la moyenne
Basé sur Ecart-type groupé

Niveau	N	Moyenne	EcarType
St1	2	5,105	1,442
St2	2	3,575	0,000
St3	2	6,638	1,446
St4	2	11,745	0,000
St5	2	13,018	3,249

Ecart-type groupé = 1,716 -----+-----+-----+-----
5,0 10,0 15,0

* REMARQUE * Toutes les valeurs dans la colonne sont identiques.

*** FL P**

Analyse de variance

Source	DL	SC	CM	F	P	
Facteur	4	347,46	86,86	36,60	0,001	** Hautement significative
Erreur	5	11,87	2,37			
Total	9	359,32				

IC individuel à 95% pour la moyenne
Basé sur Ecart-type groupé

Niveau	N	Moyenne	EcarType	
St1	2	7,403	1,085	(---*---)
St2	2	4,853	3,249	(----*----)
St3	2	1,785	0,361	(----*----)
St4	2	1,020	0,000	(----*---)
St5	2	17,360	0,000	(----*----)

Ecart-type groupé = 1,540 -----+-----+-----+-----
0,0 6,0 12,0 18,0

* REMARQUE * Toutes les valeurs dans la colonne sont iFLM dentiques

***Pb sol**

Analyse de variance

Source	DL	SC	CM	F	P	
Facteur	4	5,1599	1,2900	54,67	0,000	*** très hautement significative
Erreur	10	0,2360	0,0236			
Total	14	5,3959				

IC individuel à 95% pour la moyenne
Basé sur Ecart-type groupé

Niveau	N	Moyenne	EcarType	
St1	3	51,52	0,2094	(---*---)
St2	3	45,95	0,1137	(---*---)
St3	3	61,27	0,0836	(--*---)
St4	3	39,29	0,0935	(---*---)
St5	3	195,03	0,2132	(---*---)

Ecart-type groupé = 0,1536 -----+-----+-----+-----
0,60

Thème

Contribution à l'estimation de la pollution atmosphérique par le plomb d'origine automobile : utilisation d'espèces végétales comme bioindicateurs

Nom et prénom des étudiants :

- NACER INES
- BOULACHEB MERIEM

Date de soutenance

Le : 02/07/2012

Résumé :

Notre travail a porté sur une contribution à l'estimation de la pollution atmosphérique par le plomb d'origine automobile à l'aide des études réalisées sur le *Pistacia lentiscus* et le *Myrtus communis*.

Nous avons choisi cinq stations en fonction de l'éloignement de ces dernières par rapport à la ville de Jijel et leurs exposition aux vents dominants (Bordj-Ther, Ain-Krineh avant et après la décharge, Tassouste et Ville de Jijel). Certains paramètres physiologiques et physicochimiques, ont été réalisés dans ce travail : La teneur en chlorophylle, proline, sucres solubles, teneur en eau, pH, CEC, CE et la teneur en matière organique. Les résultats obtenus montrent que les teneurs en plomb chez les deux espèces sont plus élevées dans la station cinq (ville de Jijel), vue de l'intensité du trafic routier au niveau de cette région. Pour les stations à faible circulation automobile, les teneurs élevées en Pb se traduisent par l'effet des vents dominant et de décharge sauvage. En générale ces concentrations du plomb dépassent les normes de référence, ce qui confirme la contamination par ce métal, Donc les deux espèces sont des bioaccumulateurs du plomb, et on les considère comme bioindicateurs de la qualité de l'air.

Mot clés : pollution atmosphérique-plomb-traffic routier-bioindicateur-bioaccumulateur

Summary :

Our work focused on contributing to the estimation of air pollution by lead from automobiles using studies on the *Pistacia lentiscus* and *Myrtus communis*.

We chose five stations depending on the remoteness of the later relative to the city of Jijel and their exposure to prevailing winds (Bordj-The, AinKrineh before discharge, Tassoust, and City of Jijel). Some physiological and physicochemical Parameters were carried out in this work: chlorophyll content, praline, soluble sugar, water content), Ph, CEC, CE and organic matter content. The results show that lead levels in both species are higher in station5. To the intensity of traffic at that area. For stations with low traffic, high contents of lead are reflected in the prevailing winds and dumping. In general, these concentrations of lead exceed the benchmarks. Which result in contamination by this metal. So the two species are bioaccumulative lead, and they are considered as bioindicators of the quality of the area.

Key words: air pollution, lead-traffic-bioindicator-bioaccumulative

المخلص

عملنا تركز على المساهمة في تقدير تلوث الهواء بواسطة الرصاص من السيارات باستخدام دراسات حول *Myrtus communis* و *Pistacia lentiscus*. اخترنا 05 محطات اعتمادا على البعد النسبي لهذا الأخير إلى مدينة جيجل، ومدى تعرضهم للرياح (برج الطهر، عين قرينح قبل المفرغة، تاسوست ومدينة جيجل).

و أجريت بعض المعايير الفسيولوجية والفيزيائية في هذا العمل : (محتوى الكلوروفيل، البرولين، والسكر القابلة للذوبان، والمحتوى المائي) بالنسبة للنباتات، و (درجة الحموضة، CE، CEC و المادة العضوية) بالنسبة للتربة، فقد بينت النتائج أن مستويات الرصاص في كل نوع من الأنواع أعلى في المحطة 5 (مدينة جيجل) و يعود ذلك إلى كثافة حركة المرور في تلك المنطقة.

المحتوى العالي للرصاص في المحطات ذات حركة مرور منخفضة تعود إلى موقع هذه الأخيرة في اتجاه الرياح السائدة و بالقرب من مفرغة غير مراقبة.

الكلمات المفتاحية : التلوث الجوي، الرصاص، حركة السيارات، المؤشر الحيوي، التراكم الحيوي.