

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université de Jijel

Faculté des sciences exactes et de la nature et la vie

Département d'écologie végétale et Environnement

جامعة جيجل

كلية العلوم الدقيقة و علوم الطبيعة والحياة

قسم علم البيئة و المحيط



جامعة محمد السادس بن يحيى
كلية علوم الطبيعة و الحياة
المكتبة
رقم الجرد : 1482

Mémoire de fin d'Étude

En vue de l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'État en Écologie végétale & Environnement

Option : Ecosystème forestier

Thème

Réponse écophysiological
de quelques espèces végétales à leur milieu

Jury:

Presidente: M^{me} Ben abd Elkader M.

Examineur : Mr Chahreldine S.

Encadreur : M^{lle} Benterrouche I.

Présenté par :

Bouzeraà Nassima

Hafirassou Dounia



Numéro d'ordre :

Session juin 2009

Remerciement

Nous remercions DIEU Le tout puissant

*Qui nous a donné la force, la volonté et le courage pour accomplir
ce travail.*

*Nous tenons à remercier M^{lle} Benterrouche I. Qui nous a permis de
découvrir un domaine passionnant de L'écologie. Nous la
remercions vivement d'avoir proposé ce sujet et de nous encadré
pendant toute cette année.*

*Nos remerciements vont également aux membres de jury qui ont
accepté de juger notre travail.*

*Nous tenons à remercier tous ceux qui nous ont entourés durant
ces cinq ans, au sein de la promotion 2009.*

*Enfin nous exprimons notre profonde reconnaissances à tous les
Enseignants qui ont contribué à notre formation.*

Sommaire

Introduction.....	1
chapitre : I Synthèse bibliographique	
I.1 Facteurs du milieu.....	3
I.1.1 Facteurs climatiques	3
I.1.1.1 La température	3
I.1.1.2. La Pluviométrie.....	3
I.1.1.3.le vent.....	4
I.1.1.4. La lumière.....	4
I.1.2. Le facteur édaphique.....	4
I.1.3. Le facteur anthropique	5
I.1.4. Facteurs atmosphériques.....	5
I.1.4.1. Pollution atmosphérique	5
I.2. Les ETM étudiés.....	7
I.2.1. Le plomb (Pb).....	7
I.2.1.1. Propriétés physiques du plomb.....	8
I.2.1.2. Propriété chimique :.....	8
I.2.1.3. Les sources de plomb dans l'environnement :.....	9
I.2.1.4. Effets du plomb sur des végétaux :.....	9
I.2.1.5. Effets du plomb sur le sol :.....	10
I.2.2. Le Zinc (Zn).....	10
I.2.2.1. Utilisation du zinc.....	10
I.2.2.2. Les propriétés physicochimiques.....	10

I.2.2.3. Les sources du Zinc	11
I.2.2.4. Les effets du Zinc sur les végétaux.....	11
I.3. Les végétaux considérés dans l'étude.....	11
I.3.1. Les lichens	11
I.3.1.1.Constitution des lichens	12
I.3.1.1.1. Les champignons qui constituent les lichens	12
I.3.1.1.2. Les algues s qui constituent les lichens	12
I.3.1.2.Reproduction des lichens	12
I.3.1.3 Ecologie des lichens	12
I.3.1.4.Influence écologique des lichens	12
I.3.1.5.Influence allélopathique ou facteurs chimiques	13
I.3.1.6.Utilisation des lichens.....	13
I.3.2. Les mousses	14
I.3.2.1. Caractères généraux des bryophytes	14
I.3.2.2. Caractères généraux des mousses	14
I.3.2.2.1.Les bryales:.....	15
I.3.2.2.2.Les sphagnales	15
I.3.2.2.3. Les andreales.....	15
I.3.2.3. Cycle de reproduction des mousses.....	15
I.3.2.3.1 la reproduction sexuée des mousses.....	15
I.3.2.3.2. la multiplication végétative	16
a) la fragmentation du gamétophyte.....	16
b) la formation d'organe de dissémination spécialisés, les propagules	16
c) les rameaux feuillés.....	16

Chapitre II : Matériels et méthodes

II.1.Présentation de la zone d'étude.....	17
II.1.1. Description générale et localisation.....	17
II.1.2. Aperçu climatique de la région de Jijel.....	18
II.1.2.1. Température.....	18
II.1.2.2. Précipitations	19
II.1.2.3. Synthèses climatiques	19
II.1.2.4. Le vent	21
II.1.2.5. Autres facteurs climatiques	21
II.1.3. Pédologie	21
II.1.4. Géologie, Géomorphologie	22
II.1.5. Relief	22
II.1.6. Formations végétales existantes	22
II.2. Méthodologie.....	22
II.2.1. Choix et localisation des stations d'échantillonnage.....	22
II.3. Caractérisation pédologique.....	26
II.3.1. Méthode de prélèvement du sol.....	26
II.3.2. Méthodes d'analyse pédologique.....	26
II.3.2.1. Analyse granulométrique du sol	26
II.3.2.2. Mesure du pH.....	26
II.3.2.3. Mesure de la conductivité électrique (CE).....	26
II.3.2. 4. Mesure de la capacité d'échange cationique (CEC).....	27
II.3.2. 5. Dosage du calcaire total	27
II.3.2.6. Dosage du phosphore	27
3.2.7. Matière organique	28

II.3.2.8. Dosage des métaux lourds totaux.....	28
II.4. Méthodes d'analyse des végétaux.....	29
II.4.1. Méthode de prélèvement des végétaux.....	29
II.4.1.1. Le chêne liège (<i>Quercus suber</i>)	29
II.4.1.1.1. Position taxonomique.....	29
II.4.1.1.2. Caractéristiques botanique et forestières.....	29
II.4.1.2. Pistachier lentisque (<i>Pistacia lentiscus</i>).....	30
II.4.1.2.1. Position taxonomique.....	30
II.4.1.3. <i>Funaria hygrometrica var. hygrometrica</i>	31
II.4.2. Méthode d'analyse des végétaux.....	31
II.4.2.1. Dosage de la chlorophylle	31
II.4.2.2. Dosage de la proline.....	32
II.4.2.3. Dosage des sucres solubles.....	33
II.4.2.4. Extraction des métaux lourds dans les plantes	33
Chapitre III : Résultats et discussions	
III.1. Résultats des paramètres physico-chimiques du sol des.....	34
III.1.1 Granulométrie.....	34
III.1.2. Le pH du sol	35
III.1.3. La Conductivité électrique (CE).....	36
III.1.4. La capacité d'échange cationique (CEC).....	37
III.1.5. Calcaire totale	38
III.1.6. Phosphore total.....	39
III.1.7. La Matière organique	40
III.1.8. Teneur des éléments traces métalliques (Pb, Zn)	41
III.2. Résultats relatifs au matériel végétal.....	42

III.2.1. Paramètres physiologique.....	42
III.2.1. 1. Accumulation des ETM.....	42
III.2.1.1.1. Accumulation de Pb chez les trois espèces en fonction des stations.....	42
III.2.1.1.2. Accumulation de Zn chez les trois espèces en fonction des stations.....	43
III.2.1. 2. Accumulation de la chlorophylle.....	44
III.2.1. 3. Accumulation de la proline.....	46
III.2.1. 4. Accumulation des sucres solubles.....	47
Conclusion.....	49

Liste des tableaux

Tableau 1 : Principales sources d'ETM engendrées par les véhicules et les voies de circulation.....	5
Tableau 2: Propriétés physiques de plomb.....	8
Tableau 3 : Les caractéristiques physicochimiques du zinc.....	10
Tableau4: Répartition mensuelle des températures au niveau de la wilaya de Jijel.....	18
Tableau 5: Répartition mensuelle des précipitations au niveau de la wilaya de Jijel.....	19
Tableau 6 : Les températures et précipitations mensuelles moyennes de la période 1999-2008 selon ONM de Jijel.....	20

Liste des figures

Figure 1 : La bioaccumulation de la pollution atmosphérique	7
Figure2 : Carte de situation géographique du parc national de TAZA.....	17
Figure 3 : Variation des températures moyennes mensuelle de la période 1999-2008 selon ONM (2008).....	18
Figure 4 : Variation des précipitations moyennes mensuelle de la période 1999-2008 Selon ONM de Jijle.....	19
Figure 5 : Diagramme ombro-thermique de Bagnol et Gausсен pour la région de. Jijel.....	20
Figure 6 : Carte de localisation des stations d'étude.....	23
Figure7 :Station1.....	24
Figure 8 : Station2.....	24
Figure 9 :Station3.....	25
Figure 10 : Station4.....	25
Figure 11 : Chêne liège (<i>Quercus suber</i>).....	29
Figure 12 : <i>pistacia lentiscus L</i>	30
Figure 13 : <i>Funaria hygrometrica</i>	31
Figure 14 : Triangle texturale	34
Figure 15 : Variations des valeurs du pH du sol	35
Figure16 : Variation de la conductivité électrique selon les stations	36
Figure 17 : valeur de capacité d'échange cationique	37
Figure 18 : les valeurs de calcaire total des sols des stations étudiés.....	38
Figure 19 : distribution spatiale de phosphore dans les quatre stations	39
Figure 20 : distribution de la matière organique dans les quatre stations.....	40
Figure 21 : La concentration du Pb dans le sol	41
Figure 22 : La concentration du Zn dans le sol.....	42
Figure 23 : Variation de la concentration du Pb chez les trois espèces en fonction des stations.....	42
Figure 24 : Variation de la concentration du Zn chez les trois espèces en fonction des stations.....	43

Figure 25: Variation des teneurs en chlorophylles en fonction des stations étudiées.....	45
Figure 26: Variation du rapport Chla/Chlb en fonction des stations étudiées.....	46
Figure 27 : Variation des teneurs de la proline chez les trois espèces en fonction des stations étudiées.....	46
Figure28 : teneurs des sucres solubles dans les espèces étudiées.....	48

Liste d'abréviations

CEC: capacité d'échange cationique.

CE : conductivité électrique.

CaCo₃: calcaire

Chl. : chlorophylle

Do : densité optique

ETM : élément trace métallique

MO: Matière organique.

ML : métaux lourds.

Pb : Plomb.

P : Précipitation.

T:Température

Ppm : partie par million

PNT : Le parc national de Taza

St : station

Pro : proline.

Suc : sucre soluble

Zn: zinc



Introduction.

Introduction

Les plantes en général, exigent des conditions d'environnementales optimales pour une croissance normale, mais elles sont souvent sujettes à des facteurs extrêmes de température, de déficit hydrique, de salinité, d'éclairement, engendrant différents types de perturbation et de stress, parallèlement aux perturbations anthropiques (dégradation, incendies, pollutions, etc), (l'existence d'une saison sèche estivale) couplée à des températures élevées et un milieu édaphique souvent appauvri en matière organique et en éléments minéraux. Tout ceci engendre des stress et favorise la présence d'espèces ayant des stratégies adaptatives écophysiological (morphologiques, métaboliques et génétiques).

Les perturbations et les stress sont des altérations qui affectent tous les niveaux d'organisation biologiques des individus aux communautés. Elles peuvent avoir des causes et des effets variés et constituent généralement des forces d'évolution qui jouent un rôle majeur dans le maintien de la diversité biologique et dans le fonctionnement des écosystèmes (White et Jentsch 2001).

En effet, la pollution de l'air compte parmi les problèmes majeur de salubrité, de l'environnement qui préoccupent tous les pays où l'industrie connaît un développement plus ou moins élevé, les divers branches industrielles utilisent ou fabriquent de nombreuses matières dont les résidus, dispersés dans la biosphère, peuvent constituer un véritable danger pour les végétaux, les animaux et l'homme. Dans les conditions naturelles, les métaux lourds (Cu, Zn, Pb...) existent déjà à des taux très faibles dans les sols, mais ils peuvent facilement contaminer le divers compartiment de la biosphère, c'est le cas du plomb connu comme antidétonant dans les carburants dont deux millions de tonnes sont chaque année deversés dans l'environnement (Chow et Patterson, 1996; in Dange 2002). Après dispersion atmosphérique, ce plomb est ramené au sol où il peut contaminer différents milieux et organisme vivant (Belvoit, 2004).

En effet la pollution par les ETM d'origine automobile a fait l'objet de plusieurs recherches ces derniers années, afin d'étudier l'impact de ces métaux sur l'environnement et sur la santé humaine.

Les milieux situés près des axes routières sont exposés à la pollution par le plomb émis par les véhicules, ces éléments pouvant s'accumuler surtout dans les plantes qui se trouvent dans ces sites. L'impact écologique de cette pollution dans ces milieux repose en premier lieu sur la

connaissance des concentrations de ces métaux dans les différents éléments constitutifs biotique et abiotique des ces milieux.

La généralisation des carburants sans plomb (depuis janvier 2000) entraîne une baisse significative de la pollution plombée. Mais, le plomb est encore présent dans les lubrifiants, les pneumatiques, freins, et les sels de déverglaçage (3,3 mg/kg de NaCl). Le plomb reste donc un traceur de la circulation et de l'étendue de l'aire sous influence routière : il ne doit pas être perdu de vue.

Dans cette optique, nous essayerons de mener cette étude avec l'objectif d'apporter des informations sur la réaction des espèces étudiée vis-à-vis de leur milieu en se basant sur des critères morphologique, physiologiques et biochimiques.

Cette note d'information a pour objectif de fournir des références et des éléments pour faciliter la réalisation des études d'impact "sol", et plus précisément, pour permettre la prise en compte de la pollution atmosphérique de proximité par les éléments traces métalliques, autrefois désignés métaux lourds.

Pour atteindre notre objectif nous avons structuré notre étude en trois chapitres :

Le premier est consacré à la synthèse bibliographique sur les facteurs du milieu (facteurs climatiques, facteur édaphique, facteur anthropique et facteurs atmosphériques), puis les ETM étudiés et les espèces végétatives étudiées.

La deuxième chapitre, est réservée aux matérielles et méthode utilisé aux cour de l'étude.

La troisième partie, est réservée aux résultats obtenus et aux discussions.

Le travail sera clôturé par une conclusion.



Partie bibliographique.

I.Synthèse bibliographie

I.1 Facteurs du milieu

En écologie, le milieu désigne l'ensemble des facteurs physiques et biologiques qui régissent la répartition et la croissance des organismes sur un territoire donné (Touffet, 1982).

Les végétaux, sont des êtres vivants qui vivent à la fois dans l'atmosphère et dans le sol. D'une part dans l'atmosphère, c'est l'appareil aérien, plus particulièrement les feuilles, qui seront sensibles aux modifications des facteurs écologiques: lumière, température, hygrométrie, vent et charges en polluant. D'autre part, dans le sol, l'appareil racinaire sera sensible aux variations de facteurs tels que la teneur en eau, la composition gazeuse du sol ainsi, tassement et aussi charge en polluant.

Pour la bonne croissance d'un arbre, les facteurs écologiques se devront d'être proches de l'optimum car ils se caractérisent par un seuil. En dessous du seuil minimal tout développement est impossible et au dessus du seuil maximal au-delà duquel le végétal dépérit.

I.1.1 Facteurs climatiques

I.1.1.1 La température

La majeure partie des êtres vivants se développe à des températures peu variables, certaines tolérant de plus grandes variations. Cependant, certains animaux et espèces microbiennes tolèrent des températures extrêmes.

On appelle températures critiques, les températures minima et maxima au-dessous et au dessus desquelles le végétal est tué. Elles sont extrêmement variables suivant les espèces et selon le stade de végétation (Diehl, 1975). La gamme de températures compatibles avec une vie active est assez étroite : en général de -5 ou -10 à 45°C. On observe seulement quelques exceptions : conifères de Sibérie, pouvant vivre normalement jusqu'à -65°C, lichens des régions froides assimilant encore à -20°C, nosette de joubarbe et cactus pouvant résister à des chaleurs de 60° C (Heller, 1977).

I.1.1.2. La Pluviométrie

Un des symptômes du manque d'eau pour l'arbre est l'apparition de nécroses inter nervaires allant parfois jusqu'à la chute des feuilles (Domergue, 1983). Par exemple, ceci se remarque sur les marronniers qui perdent leurs feuilles dès le mois d'août et effectuent parfois l'amorce d'une deuxième feuillaison en période automnale. Etant situé dans un milieu imperméable, tel un « vase

clos », l'arbre n'accède qu'à une infime partie des précipitations car celles-ci sont déviées vers les égouts (Mailliet et al, 1993).

I.1.1.3. Le vent

Le vent qui permet la dissémination du pollen et des spores, impose aussi des contraintes selon sa fréquence, son intensité et sa direction. En effet, dans les régions où le vent est particulièrement violent, il peut provoquer la chute des feuilles, des branches, d'arbres au tronc creux (Domergue, 1983). Dans l'ensemble, les effets du vent se font sentir sur des peuplements d'arbres vieillissant et au niveau de tous les points faibles d'un arbre. Les espèces à croissance rapide, réputées « cassantes » sont à éviter en zone très exposées, par exemple : le saule, le robinier pseudo acacia, ... etc.

I.1.1.4. La lumière

La lumière est essentielle pour les êtres vivants photosynthétiques. La photopériode, la quantité et la qualité de la lumière parvenant aux organismes vivants vont influencer sur leur biologie, morphologie, comportements... etc.

I.1.2. Le facteur édaphique

Les végétaux ancrent leurs racines dans le sol dans lequel ils trouvent l'eau et les minéraux nécessaires à leur synthèse de matière organique. Le sol est le produit de l'altération du remaniement et de l'organisation des couches supérieures de la croûte terrestre sous l'action de la vie, de l'atmosphère et des échanges d'énergie qui s'y manifestent. En fonction de sa concentration, de sa mobilité dans le sol, et de la présence ou non d'autres ions, un élément nutritif essentiel (donc nécessaire a priori) peut provoquer des effets toxiques. La carence en un élément entraîne des anomalies de croissance, conséquence directe du déficit de sa présence, de son immobilisation sous une forme insoluble, ou encore d'effets antagonistes d'autres composés. Parmi les ions, certains sont toxiques à des concentrations moyennes et d'autres le sont à des concentrations de quelques ppm. Les concentrations en métaux lourds dans les sols et les végétaux sont anormalement élevées dans un certain nombre de circonstances : les sites métallifères, les zones industrielles, les zones urbaines, les zones de trafic, les zones rurales (Toulouse, sd).

La salinité accentue les effets de la sécheresse en limitant le prélèvement de l'eau par la plante, par réduction de la différence des potentiels osmotiques entre la solution du sol et les cellules végétales. Le stress salin est cependant plus complexe que le stress hydrique, car cet effet

physique est combiné à des phénomènes de toxicité ionique et à des interactions nutritionnelles.

I.1.3. Le facteur anthropique

Les interventions anthropiques dans les écosystèmes ont été multiples et graves à toutes les époques. Soit par destruction des espèces soit par transport d'espèces et enfin le déséquilibre le plus évident est provoqué par le bouleversement des formations végétales, soit par la déforestation soit par reboisement.

I.1.4. Facteurs atmosphériques.

Ces facteurs, bien qu'étant négligeables par rapport aux facteurs édaphiques, constituent une action continue d'un mélange de polluants qui affaiblira le végétal. Les principaux polluants atmosphériques rencontrés sont : le dioxyde de soufre (SO₂), le désoxyde d'azote (NO_x), des polluants photochimiques et des hydrocarbures (Mailliet et al. 1993).

I.1.4.1. Pollution atmosphérique :

La pollution atmosphérique est une modification défavorable du milieu naturel qui apparait, en totalité ou en partie, comme un sous-produit de l'action humaine, au travers des effets directs ou indirects altérant les critères de répartition des flux de l'énergie, des niveaux de radiation, de la constitution physico-chimique du milieu naturel et de l'abondance des espèces vivantes (Barbault, 2000). Les substances polluantes nuisent à la qualité de vie de l'homme et à l'environnement (Anonyme, 2004 ; Ramade, 2000). La pollution atmosphérique par les métaux toxiques est due par les activités industrielles, les foyers domestiques, l'incinération des ordures, les moyens de transport motorisés...etc. (Georges, 1978; Anonyme, 2000 et Ramade, 2002).

La circulation automobile et les infrastructures routières constituent donc une des sources d'ETM (Tableau 1), mais la pollution par ces ne représente qu'une fraction de la pollution chronique provenant des véhicules en circulation et de l'usure des équipements de la route (Pauc, 2004)

Tableau 1 : Principales sources d'ETM engendrées par les véhicules et les voies de circulation (Pauc, 2004).

Provenance	Éléments Traces Métalliques
Carburant : anti-détonnant	Plomb (Pb) – Alkyles de Plomb
Lubrifiant : additifs	Molybdène, Zinc (Zn), Cadmium (Cd), Baryum, Cobalt
Pneumatiques : stabilisant des caoutchoucs	Cadmium, Zinc
Catalyseur	Platine, Palladium, Chrome, Nickel
Équipement de protection : glissière, clôture, usure de la chaussée	Zinc, Cadmium, Manganèse, Chrome (Cr)
Pièces d'usure des véhicules : freins	Zinc, Cadmium, Cuivre (Cu), Chrome, Manganèse

Selon ce même auteur, les ETM sont transportés sous forme particulaire ($\text{Ø} > 100 \mu\text{m}$) associée aux aérosols ($\text{Ø} < 100 \mu\text{m}$). Ces "poussières", générées par les véhicules et par l'infrastructure, sont dispersées par voie atmosphérique : une fraction (10 %) reste sur la chaussée et 90 % sont dispersés par voie aérienne. Les ETM retombent plus ou moins rapidement au sol sous l'effet de la gravité. Ils participent alors à la pollution atmosphérique de proximité (<500m) de type chronique. La pollution atmosphérique de proximité par les ETM est un sujet de préoccupation récent, les travaux sur les facteurs d'émission et de dispersion sont peu nombreux ou peu diffusés.

Les métaux émis dans l'air s'accumulent dans la biosphère et n'étant pas biodégradables, ces derniers peuvent se retrouver transférés le long de la chaîne alimentaire et provoquer d'éventuels effets sur la santé humaine et les écosystèmes (Colin et al., 2005). Les polluants les plus oxydants (ozone) réduisent l'activité de photosynthèse des plantes, ce qui se traduit de manière visible par l'apparition des nécroses visibles en cas de fortes concentrations de polluants et une résistance amoindrie des plantes à certains agents infectieux (direction générale de l'aviation civile., 2003 ; Ronald, 2005). Toutefois, les conclusions sur les quantités de polluants qui entraînent des effets nocifs sur les végétaux ou les animaux restent évasives (Chakhparonian, 1995).

Les responsables considèrent que la pollution atmosphérique est l'un des nombreux éléments participant aux dépérissements forestiers. (Les Verts de Lille-Lomme-Hellemmes et environs, 2004). Certaines plantes, sensibles à des polluants particuliers, sont utilisées comme « bio-indicateurs », pour lesquels la quantité de polluant accumulée dans la plante reflète l'exposition sur la durée. Les effets nocifs observés sur une espèce peuvent entraîner un déséquilibre de l'écosystème ou perturber son fonctionnement.

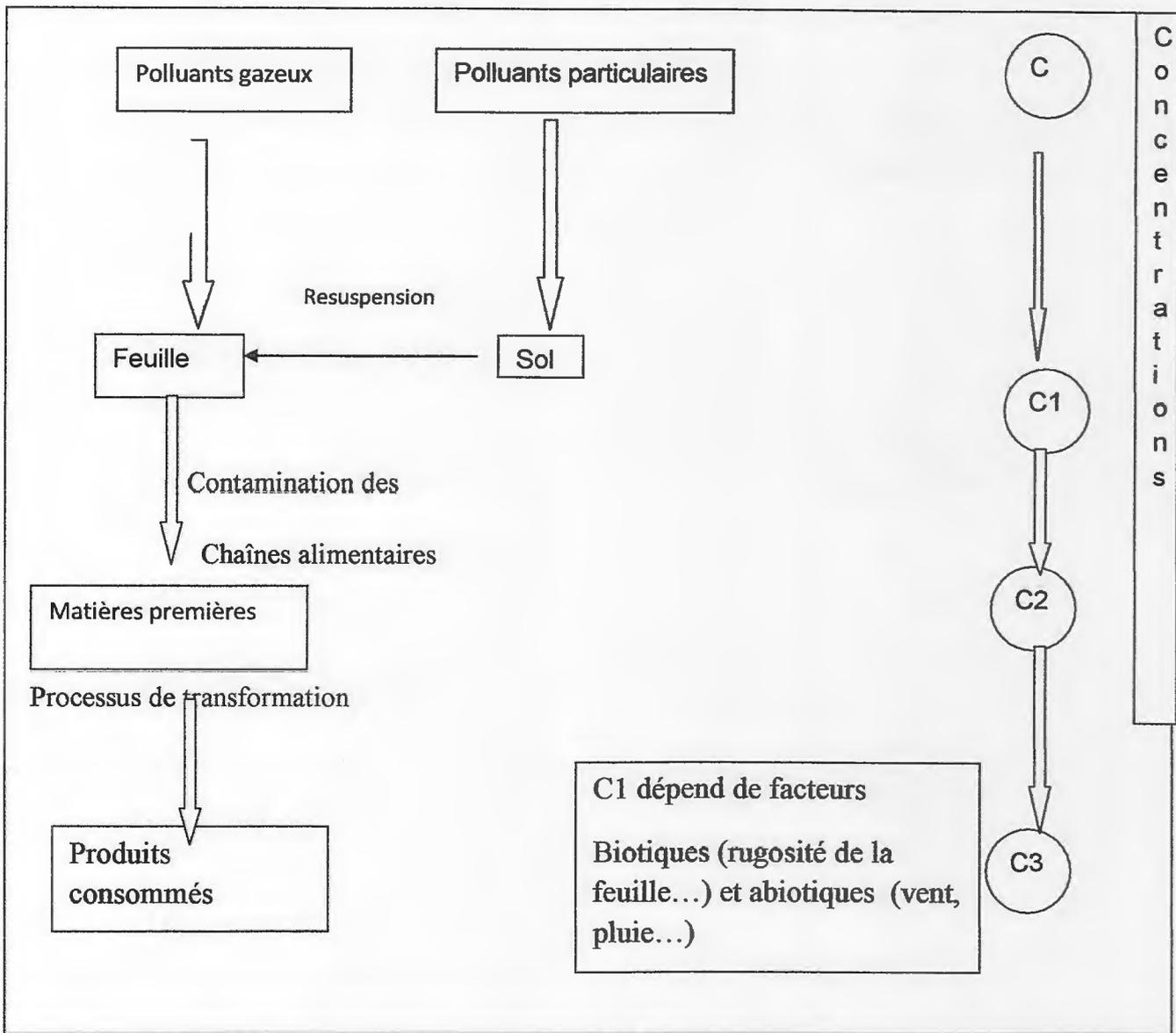


Figure 1 : La bioaccumulation de la pollution atmosphérique (Direction générale de l'aviation civile, 2003)

I.2. Les ETM étudiés

I.2.1. Le plomb (Pb)

Le plomb est un métal dense se trouvant dans la nature, surtout à l'état de sulfure (galène) et souvent allié à l'argent (Larousse, 2007). Il est très toxique même à de faible concentration et peut avoir plusieurs effets indésirables sur la santé des êtres vivants (Ramade, 2002 et Larousse, 2007). Le plomb a beaucoup d'usage industriels (batteries, pigments ...etc.) et est utilisé comme agent

antidétonant pour l'essence .Il est utilisé en feuilles ou en plaque pour revêtir les toits, les gouttières, les parois des chambres de plomb dans la fabrication de l'acide sulfurique. (Larousse ,2007).

I.2.1.1. Propriétés physiques du plomb:

Les propriétés physiques du plomb sont représentées en tableau n = ° 2.

Tableau 2: Propriétés physiques du plomb (Falcy et al. 1998; Gérard Miquel,2001).

	Plomb
Symbole chimique	Pb
Masse atomique	270
Masse volumique	11,35 g/cm ³
Température de fusion	327,40 C°
Température d'ébullition	1740°
Tension de vapeur	0,133 kpa à 973 C° 53,3 KPA 01630 C°
Solubilités	Insoluble dans l'eau, soluble dans l'acide nitrique et l'acide sulfurique chaud.
Aspect	Solide gris –bleuâtre très mou, malleable.

I.2.1.2. Propriété chimique :

Le plomb n'est pas inerte chimiquement mais présente une remarquable résistance à la corrosion. À l'air, le plomb métallique forme une couche protectrice d'oxyde de plomb qui le protège contre la corrosion. A température ambiante, le plomb résiste bien aux acides (sauf en présence d'oxygène); L'acide chlorhydrique, à froid ou à chaud, attaque peu le plomb ; L'acide sulfurique forme un sulfate immobile et l'attaque s'arrête; L'acide nitrique l'attaque violemment (Morlot ,1996; Falcy et al. 1998).

I.2.1.3. Les sources de plomb dans l'environnement :

Le plomb pénètre dans l'environnement à partir des sources naturelles ou des sources anthropiques. Dans l'air, les émissions de Pb provenant de poussières volcaniques véhiculées par le vent sont reconnues d'importance mineure ; (Stellio Casas ,2005). Les poussières de silicat, les aérosols de sels marins et les fumées météoriques. Les feux de forêt, contribuent de façon significative à la libération de plomb (Michel Morlot ,1996). Le processus de désagrégation des roches sédimentaires a base de plomb. Mais généralement ces processus naturels ne conduisent que rarement à des concentrations élevées de plomb dans l'environnement. D'après Ramade (1992), les apports anthropiques de plomb sont dix fois supérieurs aux apports naturels (Isabels, 1999). Ils sont liés aux émissions du Pb inorganique dans l'atmosphère suite à la combustion du Plomb tétraéthyle utilisé comme additif dans les carburants et aux émissions provenant des industries chimiques, des activités minières, des huiles de vidange, trafic routier, d'imprimeries et une grande part de ces émissions incombe à la circulation automobile (Falczy et al., 1998; Anonyme, 2005).

I.2.1.4. Effets du plomb sur Les végétaux :

Le plomb atteint les plantes à partir de l'air, de l'eau et de la terre (Hans et al., 1989 ; in Guezzoul,2002), il arrive aux tissus des plantes par le système racinaire et aérien (Lagerweff, 1971 ;in Guezzoul,2002).Le comportement des plantes vis-à-vis du Pb est variable selon les espèces, la laitue par exemple, qu'est beaucoup plus affectée que l'avoine accumule quatre fois plus de Pb dans ses feuilles (Semadi, 1989 ;in Guezzoul,2002). Le système foliaire est perturbé par la pollution plombique et malgré que la quantité absorbée à partir de l'air est faible elle provoque : le ralentissement de la croissance, chlorose, jaunissement progressif, recroquevillement du feuillage, flétrissement et dessèchement des feuilles, apparition de nécrose sur les feuilles les plus âgées, et mort prématurée de la plante, mais l'interprétation reste difficile car ces symptômes sont aussi observés en cas de carence en oligoélément (Sylvie et al., 2003). Le plomb triéthyle est associé au dépérissement des forêts, car il est bien assimilé par les épinettes des Épicéas des Sapins en leur portant préjudice (Dieter et Manfred, 1997 ;in Guezzoul,2002).

Les mousses et les lichens sont connus par leur sensibilité à la pollution par les métaux lourds (Folkson, 1984 ;in Guezzoul,2002). Le système racinaire est le premier à être traversé par le plomb, provenant des sols et des eaux, ce dernier provoque une réduction de l'allongement des racines et de nombre de poils absorbants et une inhibition du développement des racines latérales (Sylvie et al ,2003).

I.2.1.5. Effets du plomb sur le sol :

Le Pb est surtout abondant dans les horizons de surfaces (0 à 20 cm de profondeur) en raison de son affinité avec les matières organiques. Le Pb inhibe la respiration du sol, et diminue la fertilité de ce dernier (Miquel, 2001).

I.2.2. Le Zinc (Zn)

Le zinc est un des éléments les plus abondants de la croûte terrestre On le trouve dans l'air, les sols, l'eau ainsi que dans tous les aliments. Il est indispensable au métabolisme des êtres vivants (oligo-éléments) ; en particulier comme coenzyme. A l'état pur – métallique - il prend l'aspect d'un métal brillant, de couleur blanc bleuâtre (Wiley et Othemer ,1998 ; Casas ,2005). Habituellement le zinc est rencontré en association avec le plomb, le cuivre, l'or et l'argent. Le zinc se présente sous forme de sphalérite (sulfure), smithsonite (carbonate), calamine (silicate), et franklinite (zinc, manganèse, oxyde de fer) (Pichard ,2005).

I.2.2.1. Utilisation du zinc:

Le zinc est principalement utilisé pour les revêtements de protection des métaux contre la corrosion (galvanoplastie, métallisation, traitement par immersion). Il entre dans la composition de divers alliages. Il est utilisé dans la construction immobilière, les équipements pour l'automobile, les chemins de fer et dans la fabrication de produits laminés ou formés (Philippe et Casas, 2005]

I.2.2.2. Les propriétés physicochimiques :

Les caractéristiques physicochimiques sont indiquées dans le tableau3.

Tableau 3 : Les caractéristiques physicochimiques du zinc (Norberge et al. 2005).

Nom chimique	Le zinc
Numéro atomique	30
Masse atomique	65 g/mole
Densité	7.13 g/cm ³
Température de fusion	419.5 °C
Température d'ébullition	908 °C
Etat d'oxydation	+II

I.2.2.3. Les sources du Zinc :

Le zinc est assez uniformément distribué dans les roches magmatiques (40 à 120 mg.kg⁻¹). Sa concentration est un peu plus élevée dans les sédiments argileux (80 à 120 mg.kg⁻¹) et les schistes alors qu'elle est plus faible dans les roches mères sableuses. Il entre naturellement dans l'atmosphère à partir du transport par le vent de particules du sol, des éruptions volcaniques, des feux de forêts et d'émission d'aérosols marins (Casas ,2005).

Les apports anthropiques de zinc dans l'environnement résultent des sources minières industrielles (traitement minéral, raffinages, galvanisation du fer, gouttières de toitures, piles électriques, pigments, matières plastiques, caoutchouc), des épandages agricoles (alimentation animaux, lisiers) et des activités urbaines (trafic routier, incinération ordures) (Pichard, 2005 ; Casas, 2005).

I.2.2.4. Les effets du Zinc sur les végétaux

En général les plantes à croissance rapide accumulent les métaux notamment le zinc, le cadmium et le cuivre, par exemple le maïs et les betteraves accumulent moyennement le zinc, et les céréales et les poireaux accumulent faiblement le zinc (Verginie, 2001). La toxicité du zinc vis-à-vis des plantes provoque des perturbations du métabolisme, elle se manifeste par des symptômes telles que: nécrose, chlorose, inhibition de la croissance, tandis qu'elle est plus importante que les effets nuisibles dans d'autre organismes (Catalogue des normes anti-pollution, 1995).

I.3. Les végétaux considérés dans l'étude

I.3.1. Les lichens

Un lichen est une association permanent et stable établie entre un champignon et une algue. Celle-ci ; appelée gonidie, est soit une cyanobactérie, soit une algue verte unicellulaire proche des chlorelles. Le mycélium du champignon est cloisonné. Un lichen joint les éléments de support et de protection (mycélium du champignon) à des cellules autotrophes (algue) ce qui leur confère une autonomie nutritionnelle et leur permet de s'installer sur des milieux neufs ou arides. En revanche ils sont très sensibles à certains gaz. Cette association symbiotique constitue des organismes stables considérés comme des espèces individualisées. Elles sont très nombreuses et certaines très anciennes sans doute parmi les premières à avoir colonisé le milieu terrestre (Vian, 1999 ; Laszlo, 2000 ; Rolande et al, 2008). On distingue trois grands groupes systématiques de lichens : Les lichens crustacés ; les lichens foliacés et les lichens fruticuleux (Ramade, 2000).

I.3.1.1. Constitution des lichens

I.3.1.1.1. Les champignon qui constituent les lichens :(ou partenaire fongique) sont des ascomycètes mais ne sont pas connus à l'état libre comme les algues, il s'agit soit des discomycètes ou des pyrenomycètes. Il existe aussi des basidiomycètes, mais ces lichens sont fort peu nombreux, en majorité à répartition tropicale (Durrieu, 1993).

I.3.1.1.2. Les algues qui constituent les lichens :(partenaire chlorophyllien) on trouve des cyanophycées (les algues bleues) ce sont des procaryotes, le plus souvent lichnisées appartiennent au genre Nostoc. Nous avons vu que nature gélatineuse, se retrouvait chez les Collema, et parfois cyanophycées constituent des lichens filamenteuses comme (*Ephebe lanata*) (Durrieu, 1993 et Louis, 1993).

I.3.1.2. Reproduction des lichens

La reproduction des lichens se fait de deux façons, par dissémination du complexe lichénique lui-même : par bouturage de fragment de thalle ou émissions de sorédies ou d'isidies ou par la production de spores du champignon, qui en germant ensuite donnent des hyphes qui capturent des algues. En revanche les gonidies ne se multiplient que par voie asexuée. Le complexe lichénique peut se disséminer globalement, soit sous la forme de fragments de thalle. Soit par le jeu d'organes spéciaux les soralies. Beaucoup de lichens présente une surface supérieure hérissée de petite papilles, soit simples, soit ramifiée : c'est un isidium formé d'isidies. C'est une sorte de bourgeonnement du thalle, présentant hyphes et gonidies avec cortex, caractéristique de certaines espèces (Ozenda, 2000).

I.3.1.3. Ecologie des lichens

Les lichens sont capables de vivre dans les environnements les plus rigoureux de la surface terrestre et ils sont par conséquent extrêmement répandus. On les trouve depuis la région désertiques aride jusqu'en arctique et ils se développent dans le monde entier sur le sol nu, les troncs d'arbre, les roches brûlés par le soleil, les piquets de clôture et les pics montagneux balayés par le vent. Certains lichens sont tellement petits qu'ils sont presque invisibles à l'œil nu ; d'autres comme les « mousse des rennes » peuvent couvrir des kilomètres carrés et atteindre la hauteur de la cheville. Les lichens sont souvent les premiers colonisateurs des surfaces rocheuses récemment exposées. Les espèces individuelles des lichens occupent généralement des substrats assez spécifiques, comme la surface ou l'intérieur des roches, du sol, des feuilles et de l'écorce. Certains

lichens crustacés sont aquatiques pierre des torrents, roches du littoral marin ou ils forment parfois ceinture au dessus des zone d'algue (Ozenda ,2000 ; Raven et al ,2007).

I.3.1.4.Influence écologique des lichens

Les interactions présentes dans une communauté naturelle sont non seulement régies par des facteurs physiques comme la compétition pour la lumière ou l'eau, mais aussi par les mécanismes de défense face au voisinage, pouvant se traduire par la libération d'agents chimiques (Dahl, 2003).

Le tapis de lichens agirait comme isolant thermique et abaisserait considérablement la température du sol sous le couvert. La diminution de température est un facteur limitant pour le métabolisme racinaire, le couvert de lichens, en absorbant une grande quantité d'eau, pourrait aussi agir sur le taux d'humidité du sol. Par sa capacité d'absorber les nutriments, le lichen pourrait perturber les cycles d'éléments nutritifs en les rendant moins disponibles pour les autres plantes (Dahl, 2003).

I.3.1.5.Influence allélopathique ou facteurs chimiques

De nombreux composés allélopathiques ont été identifiés pour leurs effets Inhibiteurs sur des plantes agricoles de même que sur des plantes indigènes. Ces produits sont généralement des phénols, comme les acides féruliques, les acides cafféiques, Des coumarines et des terpènes, pouvant être lessivés ou sécrété. Ils Sont possiblement accumulés dans des structures spécialisées, assurant ainsi la protection De l'organisme qui les métabolise (Dahl, 2003).

I.3.1.6.Utilisation des lichens :

Certains lichens contiennent des macromolécules lichénine dégradées en glucose au cours de la digestion. Ils peuvent être utilisés pour l'alimentation des animaux Ex : limentation des rennes : *Cladonia rangiferina* est la nourriture essentielle de renne. *Cetraria islandica* qui contient 60% de glucides, utilisé pour l'alimentation des porcs, des chevaux et des vaches dans les pays nordiques. Dans l'alimentation humaine, *Cetaria islandica* (mousse d'Islande) dans les pays nordiques (Bauwens ,2003). Ils peuvent aussi avoir un usage industriel (matières colorantes, parfum, glucose et alcoolé (Ozenda, 2000).

Plus de 50% des lichens ont un potentiel antibiotique réel, efficace sur les bactéries. Cependant les quantités de substances antibiotiques contenues dans les lichens sont infimes et difficilement exploitables, ou non assimilables par l'organisme humain. Leur utilisation en pharmacie, de nos jours, est pratiquement inexistante (Matthieu, 2005). Comme ils peuvent être utilisés comme bioindicateur de la pollution atmosphérique. Les lichens sont dépourvus circulatoire

ou des régulateurs d'échange gazeux (Rolande et al, 2008), ils n'ont pas de stomates pour contrôler les échanges avec l'atmosphère, de même, ils ne possèdent pas de structure leur permettant de limiter les effets de la pollution atmosphérique (Deruelle, 1984). Par ce qu'ils s'absorbent l'humidité de l'air, les lichens concentrent les matières polluantes qui s'y trouvent tels que les métaux lourds, Pb, le fluor, ou le dioxyde de soufre, ils sont sensibles à la pollution atmosphérique à des degrés divers, ce qui fait de ces organismes d'excellents (bio)indicateurs (Bourdial, 2000).

Selon Ozenda et al, 1970, les lichens permettent dans certaines conditions d'évaluer :

- la chimie et la stabilité des sols ;
- la hauteur moyenne de l'enneigement ;
- l'âge des moraines (d'après le diamètre des crustacés) et le recul des glaciers ;
- le type de gestion forestière.

I.3.2. Les mousses

I.3.2.1. Généralité

Les bryophytes ou muscinées constituent un embranchement bien défini et homogène. Ce sont de petites plantes «feuillées» ou aplaties qui croissent le plus souvent dans des stations humides, leur appareil végétatif, dont la morphologie est assez variable, présente une structure simple puisqu'on n'y trouve ni racines, ni vaisseaux conducteurs. Le cycle de reproduction sexuée, très caractéristique, présente une alternance régulière de deux phases haploïde, appelée gamétophyte et diploïde, produisant par méiose des spores qui est donc des tetraspores, et constituant les sporophytes qui se développent fixés sur le gamétophyte, restant en partie tributaire de celui-ci pour sa nutrition. Il y a donc dominance du gamétophyte sur le sporophyte (Camefort et Boué, 1993; Raven et al, 2007).

Les bryophytes regroupent trois classes d'importances très inégales : les **hépatiques** dont l'appareil végétatif a l'apparence d'un thalle; **Les anthocérotales** dont l'appareil végétatif est également tabloïde; **Les mousses** dont l'appareil végétatif a toujours l'aspect d'une plante feuillée (Camefort et Boué, 1993; Raven et al, 2000).

I.3.2.2. Caractères généraux des mousses

Plante cryptogame formée d'un tapis de courtes tiges feuillées serrées les unes contre les autres, vivant sur le sol, les arbres, les murs, les toits (Larousse, 2007). Selon plusieurs auteurs (Camefort et Boué, 1993; Raven et al., 2000; Raven et al., 2007), les mousses véritables appartiennent à l'embranchement des bryophytes. La classe des mousses est divisée en trois ordres:

I.3.2.2.1. Les bryales: considérées comme les vrais mousses, caractérisées par le développement du pédicelle du sporogone, dont la déhiscence de la capsule se fait généralement par un opercule, et dont le tissu sporogène constitue un sac cylindrique autour de la columelle.

I.3.2.2.2. Les sphagnales : ordre constitué par le seul genre sphagnum, au sporogone sans pédicelle mais muni d'un opercule, et dont le tissu sporogène est développé en dôme au-dessus de la columelle; le protonéma, thalloïde, ne forme qu'une seule tige feuillée.

I.3.2.2.3. Les andreales: également formées par le seul genre *Adraea*, au sporogone sans Pédicelle, et dont la capsule s'ouvre par quatre fentes longitudinales.

I.3.2.3. cycle de reproduction des mousses

I.3.2.3.1 la reproduction sexuée des mousses

Semblable celle des autres bryophytes, elle implique la production de gamétanges mâles et femelles, un sporophyte non ramifié matrotrophe et des mécanismes spécialisés de dissémination des spores. Les gamétanges sont produits par des gamétophytes feuillés adultes soit à l'extrémité de l'axe principale, soit sur un rameau latéral. Dans certains genres les gamétophytes sont unisexués alors que dans d'autres, les archégones et les anthéridies apparaissent sur la même plante. Les anthéridies sont souvent réunies à l'intérieur de structures feuillées qui forment un involucre cupuliforme. Les anthérozoïdes provenant d'une ou plusieurs anthéridies sont libérés dans une goutte d'eau se trouvant dans cet involucre et sont ensuite dispersés par les gouttes de pluie qui y tombent. Les insectes peuvent également transporter, d'une plante à l'autre, des gouttes d'eau contenant des anthérozoïdes.

Les sporophytes des mousses, comme ceux des anthocérotes et des hépatiques, apparaissent sur les gamétophytes qu'ils parasitent.

À la base de la soie, un pied court est inséré dans les tissus du gamétophyte; les cellules du pied et du gamétophyte contigu fonctionnent comme cellules de transfert dans le placenta. Les capsules, ou sporanges, mettent généralement de 6 à 18 mois pour arriver à maturité chez les espèces tempérées et sont généralement portées par une soie facilitant la dispersion des spores. Certaines mousses produisent des sporanges de couleur vive qui attirent les insectes. La longueur des soies peut atteindre 15 à 20 cm chez quelques espèces, mais elles peuvent être très courtes ou totalement absentes chez d'autres. Les soies de nombreux sporophytes possèdent un cordon central d'hydroides entouré de leptoides dans certains genres. L'épiderme des sporophytes est normalement pourvu de

stomates. Certains stomates de mousses ne sont cependant bordés que par une seule de garde annulaire.

Les cellules des sporophytes jeunes et en cours de maturation contiennent généralement des chloroplastes et effectuent la photosynthèse. Quand il est mûr, cependant, le sporophyte n'est plus capable de réaliser la photosynthèse et il devient jaune, puis orange, et finalement brun. La calyptra, ou coiffe, qui dérive de l'archegone, est souvent soulevée avec la capsule par l'allongement de la soie. Avant la dispersion des spores, la calyptra protectrice tombe et l'opercule de la capsule est écarté, mettant à jour un anneau de dents, le péristome qui entoure l'ouverture, les dents des péristomes sont produites par la rupture, suivant une zone de moindre résistance, d'une assise cellulaire proche de l'extrémité de la capsule.

Chez la plupart des mousses, les dents se recourbent à nouveau quand il est humide. Les mouvements des dents exposent les spores, sont progressivement libérées. Une capsule dissémine jusqu'à 50 millions de spores haploïdes, chacune capable de donner naissance à un nouveau gamétophyte. (Raven et al, 2000 ;Raven et al, 2007).

I.3.2.3.2. la multiplication végétative :

A côté et en plus de la reproduction sexuée, la plupart des mousses et des autres bryophytes peuvent se multiplier par voie végétative. Celle-ci est intense et prend diverses formes souvent très actives, permettant un accroissement rapide du tapis de mousses à la surface du sol dans les stations humides. Elle s'effectue par des processus très variables suivant les espèces et où l'on peut distinguer:

a) la fragmentation du gamétophyte, par mort et destruction des parties les plus anciennes. La désorganisation du protonéma, isolant les différents pieds-feuilles, participe de ce processus, qui peut chez de nombreuses espèces s'étendre aux tiges ramifiées couchées à la surface du sol.

b) la formation d'organe de dissémination spécialisés, les propagules : ce sont des massifs cellulaires, parfois des cellules isolées, qui se séparent d'une plante pour aller reproduire un nouvel individu un peu plus loin. Les propagules ont des aspects extrêmement variés et peuvent se former soit sur les feuilles, soit sur le sommet des tiges, soit même sur le protonéma ou les rhizoïdes.

c) les rameaux feuillés, au contact du sol peuvent bourgeonner de protonémas secondaires à l'origine de nouveaux pieds-feuillés.



Matériels et méthodes.

II. Matériels et méthodes

II.1. Présentation de la zone d'étude

II.1.1. Description générale et localisation :

Le parc national de Taza est une aire à préserver dans le cadre de plans de gestions bien élaborés et respectueux des richesses existantes. Protégé et classé comme patrimoine naturel et culturel de haute importance, le territoire du parc constitue un laboratoire à ciel ouvert pour observer, analyser et définir les facteurs influençant la gestion des ressources. Ce parc côtier à vocation touristique, attire durant l'année un grand nombre de visiteurs. La diversité des milieux et biotopes depuis l'arrière pays jusqu'au littoral (forêts, prairies, pelouses, zones humides, dunes sablonneuses, mer,..) offre aux espèces faunistiques et floristiques une gamme d'habitats ou de niches écologiques très variée.

Le parc national de Taza, situé dans la partie Nord-Est de l'Algérie. Situé entièrement dans la Wilaya de Jijel, il est à 30 km à l'Ouest du chef lieu de Jijel, à 60 km à l'Est de Bejaia et à 100 km au Nord-Est de Sétif (figure 2).

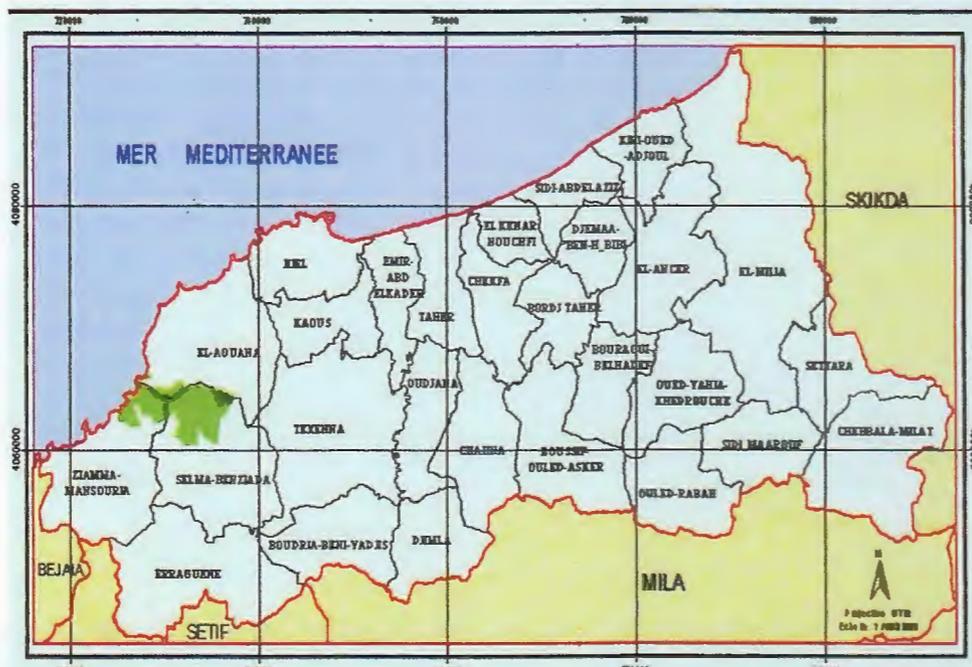


Figure2 : Carte de situation géographique du parc national de TAZA (Plan de gestion II du PNT 2006-2010)

II.1.2. Aperçu climatique de la région de Jijel

L'étude climatique a pour but essentiel d'analyser les deux principales caractéristiques du climat, à savoir ; la pluviométrie et la température. Ces deux données permettent de déterminer la durée au cours de l'année, des périodes de croissance des végétaux. Par manque de station météorologique au niveau du P.N.T, nous nous sommes référés à la station de l'aéroport Achwat situé à 10 m d'altitude et à 20 Km au Nord-Est du parc. Nous avons pris en considération les paramètres les plus déterminants sur une période de 10 ans (1999-2008).

II.1.2.1. La Température

Ce paramètre est fonction de l'altitude, de la distance à la mer, et de la position topographique. Le tableau n°4 et la figure n°3 nous révèle les moyennes mensuelles de la température au niveau de la wilaya de Jijel

Tableau4: Répartition mensuelle des températures au niveau de la wilaya de Jijel

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
T(C°)	11.19	11.6	13.49	15.96	19.14	23,00	25.62	26.42	23.69	21.09	15.55	12.46

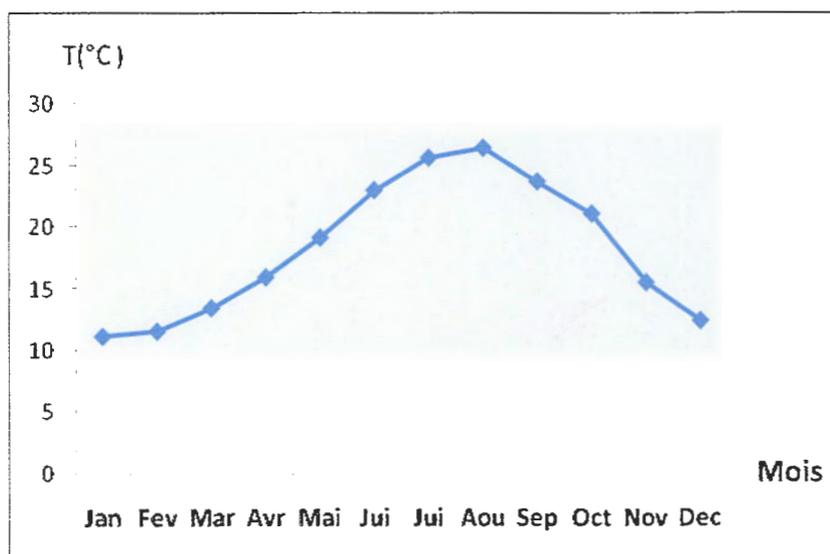


Figure 3 : Variation des températures moyennes mensuelle de la période 1999-2008 selon ONM (2008) de Jijel.

La température présente un facteur limitant de toute première importance, car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'être vivant dans la biosphère (Ramade, 1984).

II.1.2.2. Précipitations :

La pluie est un facteur climatique très important qui conditionne l'écoulement saisonnier et influence directement sur le régime des cours d'eau ainsi que celui des nappes aquifères. Le tableau 5 et la figure 4 nous révèle les moyennes mensuelles et annuelles de la précipitation sur une période de 10 ans, soit de 1999-2008

Tableau 5: Répartition mensuelle des précipitations au niveau de la wilaya de Jijel

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Jui	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
P(mm)	154.85	99.49	81.78	63.82	51.55	11.57	3.21	16.06	60.44	56.16	160.02	200.55



Figure 4 : Variation des précipitations moyennes mensuelle de la période 1999-2008 selon ONM de Jijel.

II.1.2.3. Synthèses climatiques

Nous essayons, par la méthode classique de Bagnouls et Gaussen de combiner les données climatiques de la région par une synthèse climatique pour mieux évaluer la nature du climat.

Le diagramme ombrothermique de Bagnouls et 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 ombro-thermique de Gausсен qui met en évidence deux périodes (voir figure n°5) :

- L'une de sécheresse (zone hachurée): s'étale du mois du Mai au mois de septembre.
- Et l'autre humide : s'étale du mois de septembre au mois de Mai.

Tableau6 : Les températures et précipitations mensuelles moyennes de la période 1999-2008 selon ONM de Jijel.

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Jui	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec	Moy
T(C°)	11.19	11.6	13.49	15.96	19.14	23	25.62	26.42	23.69	21.09	15.55	12.46	18.01*
P (mm)	154.85	99.49	81.78	63.82	51.55	11.57	3.21	16.06	60.44	56.16	160.02	200.55	959.5**

* moyenne mensuelle de la température.

**la somme de précipitations mensuelles.

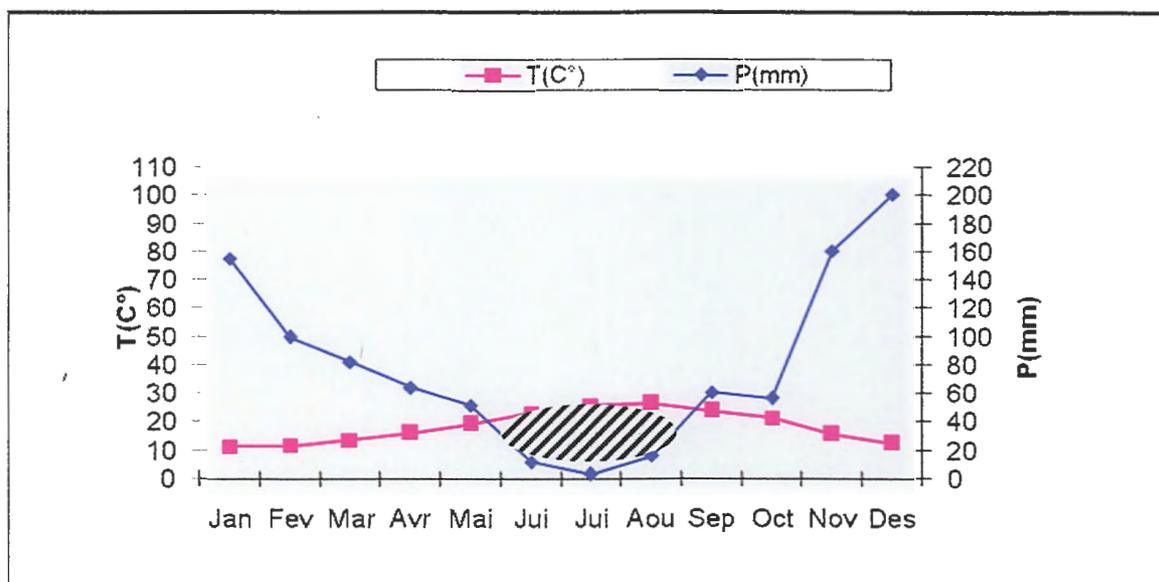


Figure 5 : Diagramme ombro-thermique de Bagnole et Gausсен pour la région de Jijel

II.1.2.4. Le vent

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

Selon les données obtenues auprès de la station météorologique de l'aéroport, les vents dominants sur la région sont de secteur WNW à N en hiver, NNE jusqu'au SE au printemps ; SE jusqu'au WNW en été et en automne. Les vents du Nord Ouest sont les plus dominants dans la région.

II.1.2.5. Autres facteurs climatiques

En l'absence d'une station météorologique dans le Parc, les autres paramètres climatiques sont appréciés selon des observations faites sur le terrain :

- **La neige** / tombe fréquemment, mais seulement à partir de 700m d'altitude, sont environ 25% du territoire du Parc.
- **Le Brouillard** se manifeste surtout durant les mois de mars, avril et mai.
- **Les gelées** sont rares en raison de l'influence maritime.
- **L'humidité** de l'air est importante, elle est entretenue par la proximité de la mer.
- **Le Sirocco** se manifeste durant les mois de juillet et août.

En conclusion, la région de Jijel, du fait de sa situation géographique, bénéficie d'un climat méditerranéen à hiver doux, avec une température moyenne en Janvier 8.3°C et avec un minimum de 1.8°C. L'été est par contre, sec et chaud avec une température moyenne en Août de 30°C atteignant un maximum de 42 °C (voir annexe 3). La période sèche s'étale sur 4 mois

En général, la région de Jijel appartient à un étage humide.

II.1.3. Pédologie

Vu le manque de travaux relatifs aux aspects pédologiques et géologiques, on ne dispose actuellement que de quelques études sommaires n'ayant touché que certaines parties de l'aire protégée.

Les sols sont aussi généralement issus de l'évolution pédologique des formations superficielles des versants argileux et gréseux du Numidien. Ces sols forestiers à texture argilo sableuse à sablo argileuse, acides à faiblement acides relativement profonds, se caractérisent par

l'accumulation de matières organiques sur un matériau colluvial à texture grossière et paraissant avoir une meilleure fertilité chimique aux types de formations de chêne Zéen et chêne liège.

II.1.4. Géologie, Géomorphologie

Du point de vue géologique, le parc national de Taza est situé à l'extrémité Nord-Est de la chaîne calcaire des Babors et au Sud du massif d'El-Auna. Cette zone très montagneuse, aux crêtes escarpées et dentelées, aux flancs abrupts, forme un paysage particulier. Au point de vue orographique, la zone est formée d'une série de chaînes ou chaînons sensiblement parallèles et orientés généralement NNE-SSO avec des variations locales.

II.1.5. Relief :

Le PNT est une zone montagneuse d'altitudes relativement peu élevées. Son relief, caractérisé par des pentes raides et des dénivellations importantes, est structuré en chaînons orientés d'Ouest en Est. Les altitudes supérieures à 800 m ont une superficie de 417 ha, soit 11% de l'aire totale; elles croissent près de la mer, à l'Ouest, où on relève les plus fortes altitudes pour les sommets de Djebel Bou-Rendjes (1066 m) et El-Kern, sommet le plus haut avec 1121 m.

II.1.6. Formations végétales existantes

Le territoire du parc national de Taza présente une diversité floristique considérable. En effet, le nombre d'espèces végétales connues à ce jour est de 414. Au niveau de la région d'Aftis et dans notre zone d'étude nous avons observés les espèces suivantes :

Chêne liège (*Quercus suber*) est l'espèce le plus dominant, et leur cortège floristique est composé de : *Erica arborea*, *Erica scoparea*, *Myrtus communis*, *Cytisus triflorus*, *Pistacia lentiscus*, *Ampelodesma mauritanicum*, *Calycotome spinosa*, *Smilax*, *Adaphnier*, *Unula viscosa*, *Pteridium aquilinum* (Fougère aigle)etc. Il excite aussi des mousses et des lichens.

II.2. Méthodologie

II.2.1. Choix et localisation des stations d'échantillonnage

Après prospection de terrain, nous avons déterminé un transect de 500 m de long. Ce transect débute de l'axe routier jusqu'à la limite inférieure de la dispersion des polluants il avait une direction précise, ce dernier était dévié suite à un obstacle (densité du peuplement), ceci nous a obligé de changer la direction du transect (voir figure 6).

La méthode de transect consiste à analyser la végétation le long d'un axe dont l'emplacement est fonction d'un certain nombre de facteurs d'homogénéité floristique, pédologique et

géomorphologique. Sur ce transect, des "stations" sont implantées à des distances variables : 5, 30, 300 et 500 m.

Le choix des stations des prélèvements le long du transect a été fait en fonction:

- de la distance par rapport à la route (Influence de pollution atmosphérique) ainsi que l'homogénéité de la station ;
- de la présence et de l'abondance des espèces qu'ils existent dans tous les quatre stations pour pouvoir faire une comparaison.



Echelle	1/50.000
	Route nationale
	Le long du transect
St	Station

Figure 6 : Carte de localisation des stations d'étude

Station1 (St1): Elle est située à 5 m, cette station se trouve près de la route nationale 43 à, elle est située à une altitude d'environ 3m.

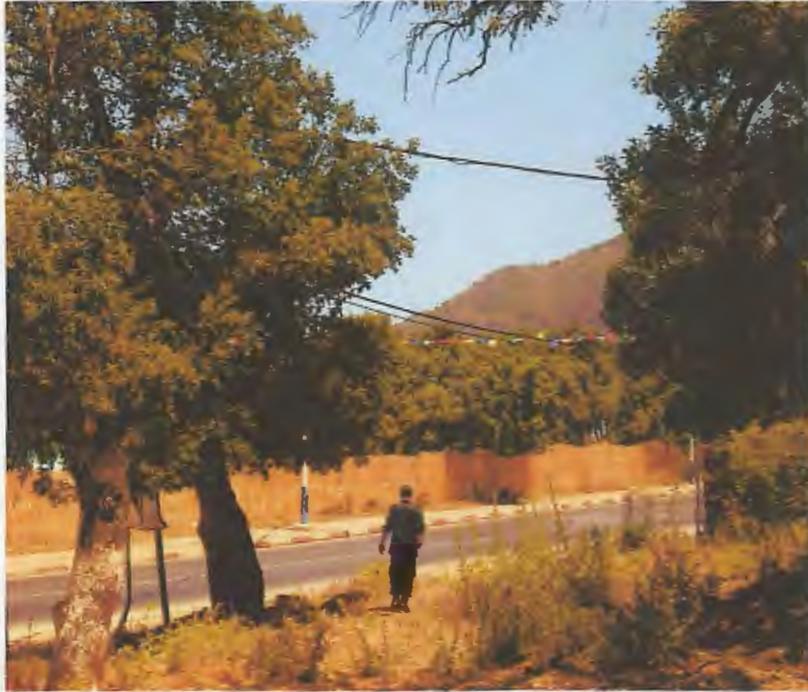


Figure7 : Station1

Station 2 (St2): Elle est située à une distance de 30 m de la route et à une altitude d'environ 8 m.



Figure 8 : Station2

Station 3 (St3): Elle est située à 300 m de la route et à une altitude 60 m en pleine subéraie, avec un sous bois dense.



Figure 9 : Station3

Station 4 (St4): Elle est située à 500 m de l'axe routier altitude d'environ 150m en pleine subéraie, avec un sous bois dense (Voir figure 6).

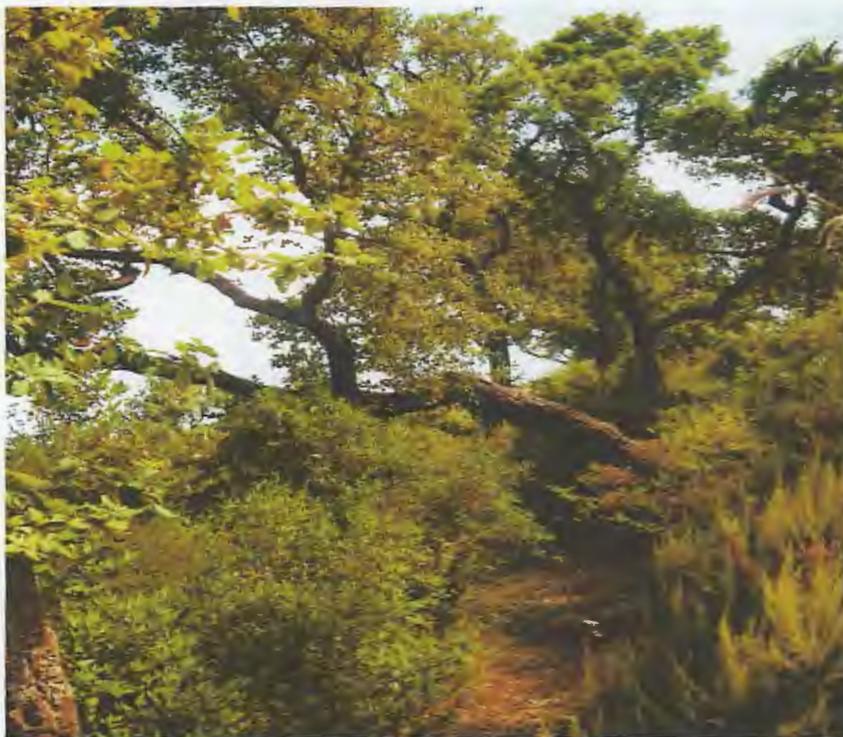


Figure 10 : Station4

II.3. Caractérisation pédologique

II.3.1. Méthode de prélèvement du sol

Nous avons prélevé quatre volumes pédologiques sur notre transect. Le premier est situé à 5 m de l'axe routier (St1), le deuxième à une altitude de 8 m (St2), la troisième échantillon est localisé à une altitude de 60m, c'est le St3. et un quatrième station et localisé à un altitude de 150m, à des profondeurs allant jusqu'à 40 cm.

A la tarière on a créé des mini-fosses à des endroits représentatifs de la station à analyser (zone physiologiquement et écologiquement homogène et parfaitement représentative du type de station). Un échantillon d'environ 500g à été prélevé. De retour au laboratoire, les échantillons du sol ont été séchés à l'air (Gégout et al, 2001)

II.3.2. Méthodes d'analyse pédologique

II.3.2.1. Analyse granulométrique du sol (méthode pipette de robinson)

Principe : sur un échantillon de terre, broyer mécaniquement les plus gros agrégat sans détruire les éléments grossières, tamiser à 2mm et sécher à l'étuve à 105°C la dispersion totale des particules élémentaires est assuré en détruisant le calcaire, (s'il est présent dans le sol) et la matière organique qui joue le rôle de ciment.

Compléter la disparition par une agitation de l'échantillon dans une solution alcaline. Après la dispersion, l'échantillon est abandonné au repos pour permettre la sédimentation des particules. les particule tombent avec la vitesse constante d'autant plus grandes qu'elles sont plus grosses (Roula, 2005).

II.3.2.2. Mesure du pH (pH mètre)

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 sédiments 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).

II.3.2.3. Mesure de la conductivité électrique (CE)

La conductivité électrique est une mesure qui donne une approximation de la teneur en sels solubles présent dans l'échantillon.

Le principe est basé sur l'extraction des sels d'un échantillon solubles dans l'eau, dans des conditions bien définies et dans un rapport sédiments sec /eau 1/5. (Mathieu, 2003).

II.3.2. 4. Mesure de la capacité d'échange cationique (CEC)

Le principe de cette méthode est basé sur un échange de cations retenus par un échantillon de terre et les ions ammonium d'une solution aqueuse d'oxalates d'ammonium en présence de carbonate de calcium. La détermination de la CEC se fait par mesure de la concentration dans les filtrats des ammoniums libres (Mathieu, 2003)

II.3.2. 5. Dosage du calcaire total :

Le calcaire total est déterminé par la méthode volumétrique au calcimètre de Bernard décrite par Duchaufour (1965), elle consiste à doser le CO₂ provenant de du calcaire de réaction du calcaire avec l'acide chlorhydrique.



Le volume de gaz carbonique dégagé lors de la réaction est mesuré à l'aide de calcimètre de Bernard. En comparant les **deux** volumes, on détermine le taux de carbonates exprimé en carbonate de calcium de l'échantillon de sol.

Calcule :

Pour calculer le pourcentage du CaCO₃ on applique la formule suivante

$$\text{Ca CO}_3 \% = \frac{30V_1}{V_2P}$$

V₁: Si le sol contient le calcaire, il se produit un dégagement du CO₂ déplaçant l'eau dans la colonne de calcimètre d'un volume V₁.

V₂ : Procéder de la même manière avec un témoin constitué de 0.3 g CaCO₃ pur, soit V₂ le volume obtenu.

P : la prise d'essai.

II.3.2.6. Dosage du phosphore

La méthode utilisée est celle d'Olsen et Sommer (1982). L'échantillon du sol est porté à très haute température dans un creuset de platine en présence de carbonate de sodium. Le résidu transvasé dans l'acide sulfurique réagira avec le molybdate d'ammonium pour le complexe phospho-molybdiques qui s'accompagnera d'une coloration après réduction par l'acide ascorbique,

le dosage est effectué au spectromètre. En principe, tout le phosphore minéral, organique et « assimilable » est dissous par cette méthode.

II.3.2.7. La Matière organique

A savoir que le carbone organique est oxydé par le bichromate de potassium en excès, en milieu sulfurique à 135 °C. Le Chrome +VI (Cr^{6+}) est réduit par le carbone organique en chrome +III (Cr^{3+}). On admet alors que la quantité d'ions chromiques (Cr^{3+}) formés est proportionnelle à la quantité de carbone organique contenu dans la prise d'essai. Les chromiques (Cr^{3+}) sont dosés par spectrophotomètre.

Introduire la prise d'essai dans un tube. Au moyen des distributeurs, verser respectivement 5ml de solution de bichromate, puis 7,5ml d'acide sulfurique. Puis agiter. Placer, les tubes dans le bloc chauffant et laisser réagir pendant 30 min. Leur ajouter 50ml d'eau déminéralisée, refroidir dans un bain d'eau. Lorsque les solutions revenues à température ambiante, ajuster à 75ml avec de l'eau déminéralisée. Homogénéiser soigneusement, laisser décanter pendant 1 h. Transférer chacune des solutions dans les tubes à centrifuger. Les solutions sont alors prêtes pour le dosage spectrophotométrique (Mathieu, 2003). Le calcul des concentrations se fait par l'équation déduite de la courbe d'étalonnage (annexe 1).

II.3.2.8. Dosage des métaux lourds totaux

La méthode utilisée est celle à l'eau régale

Principe

Cette méthode est utilisée pour le dosage des éléments totaux et principalement pour le cuivre, le manganèse, le zinc, le fer, le chrome, le nickel, le plomb et le cadmium. L'échantillon est soumis à l'action d'un mélange d'acide chlorhydrique (3/4) et d'acide nitrique (1/4). L'extrait est ensuite filtré et ajusté au volume avec de l'eau déminéralisée. C'est à partir de cette solution d'essai que l'on procède aux Dosages par spectrophotométrie d'absorption atomique.

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.

II.4. Méthodes d'analyse des végétaux

II.4.1. Méthode de prélèvement des végétaux

Nous avons prélevé à chaque station des feuilles de chêne liège et du lentisque ainsi que partie feuillée de la funaie (gamétophyte) suivant un échantillonnage aléatoire.

II.4.1.1. Le chêne liège (*Quercus suber*) :



Figure 11 : Chêne liège (*Quercus suber*) (Julve, 2008)

II.4.1.1.1. Position taxonomique.

D'après Natividade (1956), le classement systématique du chêne liège s'ordonne de la manière suivante:

Embranchement	Spermaphytes.
S/Embranchement	Angiospermes.
Classe	Dicotylédones.
Ordre	Fagales.
Famille	Fagacées ou cupulifères.
Genre	Quercus.
Espèce	Quercus Suber L.

II.4.1.1.2. Caractéristiques botanique et forestières

Le chêne liège est un arbre de grandeur moyenne, atteignant une hauteur de 10 à 15 mètres (parfois 20 mètres et plus) et une circonférence de 5 mètres. En peuplement mélangé, il se trouve essentiellement associé au chêne vert, au chêne pédonculé et au pin maritime dans le cadre d'une futaie irrégulière ou d'un taillis sou futaie (Boudy ; 1951).

essentiellement associé au chêne vert, au chêne pédonculé et au pin maritime dans le cadre d'une futaie irrégulière ou d'un taillis sou futaie (Boudy ; 1951).

Le chêne liège a besoin de chaleur, d'humidité et évite les sols calcaires, la répartition géographique de l'espèce est définie surtout par ses quatre exigences écologiques qui varient selon les particularités des stations qu'il colonise : exposition (nord /sud), topographie (sommet, fond de vallon), proximité de la mer (Younssi, 2006).

II.4.1.2.Pistachier lentisque (*Pistacia lentiscus*)

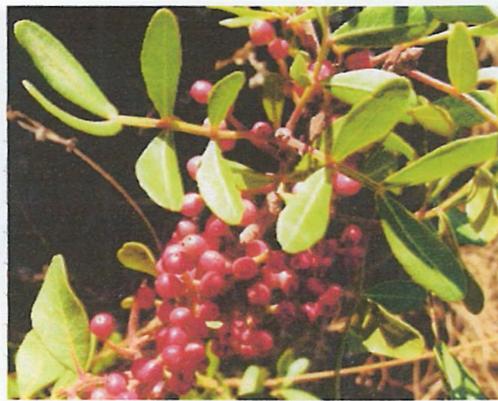


Figure 12: *pistacia lentiscus* L (Julve, 2008)

II.4.1.2.1.Position taxonomique

Embranchement	Spermaphytes.
S/Embranchement	Angiospermes.
Classe	Dicotylédones.
Famille	Anacardiaceae
Genre	Pistacia
Espèce	<i>Pistacia Lentiscus</i> L

Le Pistachier lentisque (*Pistacia lentiscus*) est également une espèce caractéristique de la région méditerranéenne. Il est très abondant en Afrique du nord et constitue l'un des éléments constants des forêts et du Maquis, associés au Thuya et à l'Oléastre, il ne monte pas au dessus de 1.600 mètre .il se contente d'une tranche pluviométrique de 400mm et même moins et croît sur tous les sols .on le trouve dans les dunes, comme sur les terrains argileux.il se présente généralement

II.4.1.3. *Funaria hygrometrica* var. *hygrometrica* :

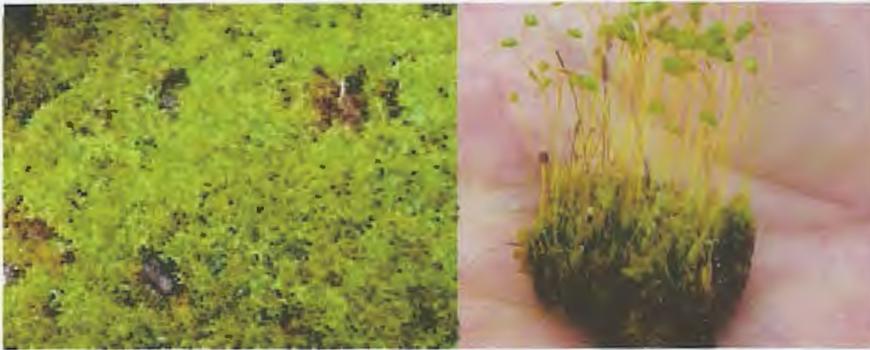


Figure 13: *Funaria hygrometrica* (Julve, 2008)

Position taxonomique (Julve, 2008)

Embranchement	Bryophytes.
Classe	Mousses
Ordre	Bryales
Famille	Funariaceae
Genre	<i>Funaria</i>
Espèce	<i>Funaria hygrometrica</i>

II.4.2. Méthode d'analyse des végétaux

II.4.2.1. Dosage de la chlorophylle :

L'extraction de la chlorophylle est faite suivant la méthode de Francis et al (1970). Qui consiste en une macération des feuilles dans un mélange de l'acétone et de l'éthanol (75 % et 25%); les feuilles sont coupées en petits morceaux et mises dans des boîtes noires (pour éviter l'oxydation de la chlorophylle par la lumière) puis on procède à la lecture des densités optiques des solutions à l'aide, d'un spectrophotomètre, à deux longueurs d'ondes :

(645 et 663 nm) après l'étalonnage de l'appareil avec la solution témoin d'acétone à 80% et éthanol à 40%.

La détermination des teneurs est réalisée selon les formules suivantes :

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

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

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

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

II.4.2.2. 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) et modifiée par Monneveux et Nemmar (1986).

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.

100 mg de matière fraîche foliaire ou racinaire sont prélevés 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 orthophosphorique (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 (annexe 1).

II.4.2.3. Dosage des sucres solubles

Nous avons procédé au dosage des sucres solubles dans les feuilles des plantes selon la méthode de Dubois (1956).

Pour l'extraction 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.

II.4.2.4. Extraction des métaux lourds dans les plantes :

L'extraction est réalisée selon la Hoening et al. (1979), elle consiste en une digestion humide. Les métaux sont extraient 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.



Résultats et discussion.

III. Résultats et discussions

Les résultats des analyses physico-chimiques du sol et des paramètres physiologiques **concernant** la végétation sont consignés dans les tableaux 1 (en annexe 2).

III.1. Résultats des paramètres physico-chimiques du sol des différentes stations.

III.1.1. Granulométrie

Le sol de cette région est caractérisé par une texture sablo-limoneuse avec 70,31% de sable et 24,8% de limon et 12,5% d'argile (d'après le triangle textural de Gagnard et al. 1988).

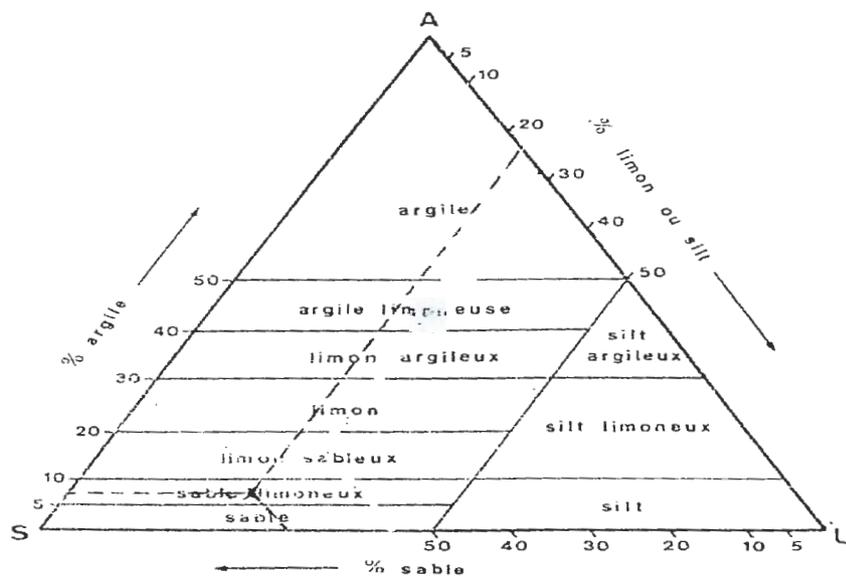


Figure 14 : Triangle texturale (Gagnard et al. 1988)

D'après le tableau de Hénin (1969) in ENITA (2000), on peut classer notre sol en sel de texture grossière

Tableau 7: Répartition des différents types de texture en fonction des classes de textures

Type de texture	Classe de texture
Argilo-sableuse, argileuse	Textures fines
Limoneuse fine, limoneuse	Textures moyennes
Limono-sableuse, sablo-limoneuse, sableuse	Textures grossières

La granulométrie fournit un renseignement précieux sur la pédogenèse (Duchaufour, 2001). Aussi, la fraction fine du sol joue un rôle important dans l'absorption des ETM en raison des propriétés colloïdales qu'elle possède (Duchaufour, 1965).

En effet, les concentrations des ETM varient en fonction de l'ordre des particules du sol (Webber et Singh, 1999), elles sont les plus élevées dans les argiles, puis dans les limons argileux, les limons et les sables.

Donc, le type de texture de notre sol facilite la mobilité des éléments traces et donc ne retient pas beaucoup le Pb et le Zn.

III.1.2. Le pH du sol :

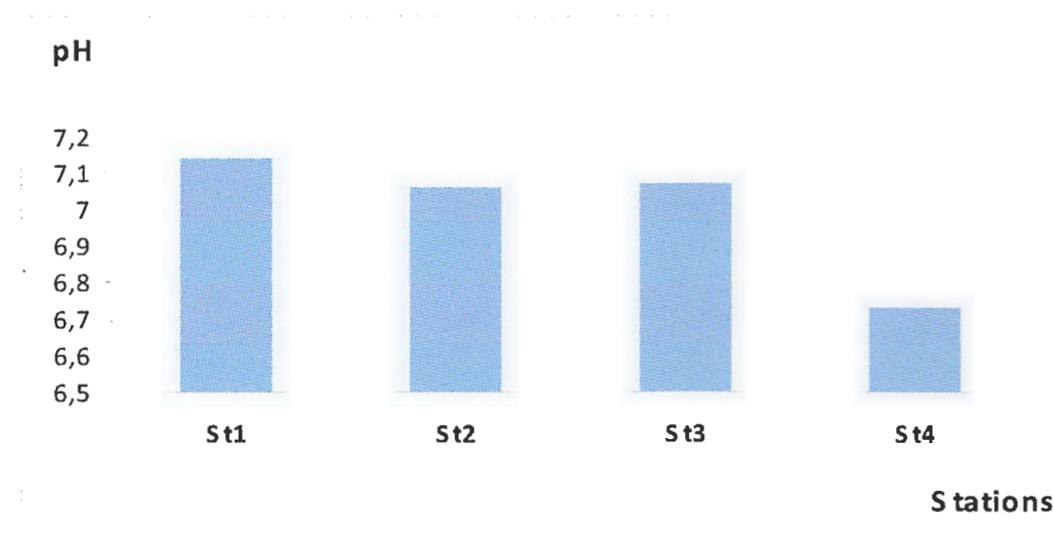


Figure 15: Variations des valeurs du pH du sol en fonction des stations étudiées.

Le pH est un des paramètres majeurs influant la biodisponibilité des éléments en traces métalliques et donc sur leur transfert vers les plantes (Echevarria et al., 2000).

Suivant le pH, la nutrition des cultures peut être gênée, la diminution de celui-ci induit une baisse sensible de l'assimilabilité des principaux éléments fertilisants du sol (INITA, 2000)

Les résultats de l'analyse du pH pour les échantillons du sol sont représentés dans le tableau 1 (annexe 2) et la figure 15. Il varie d'une station à une autre. La valeur maximale est trouvée dans la première station St1 (7,14) et la valeur minimale (6,73) est trouvée dans la station St4.

Selon anonyme (1975), le pH est neutre lorsqu'il est compris entre 7,0 et 7,09, légèrement alcalin dans le cas d'un pH compris entre 7.1 et 8.0 et légèrement acide avec une valeur comprise entre 6,0 à 6,9.

Le pH de la station St1 qui se trouve à proximité de la route est de 7,14 est donc légèrement alcalin. Pour la station (St2) et la station (St3) avec des valeurs de 7,06 et 7,07 respectivement nous avons un sol neutre comparé aux chiffres trouvés par anonyme (1975) (7.0 -

7.09). En ce qui concerne la station St4 avec une valeur de 6,73, nous avons un sol légèrement acide compris entre (6,0-6,9) selon le même auteur.

Lorsque le pH du milieu augmente, l'adsorption diminue plus ou moins fortement selon l'espèce végétale considérée (Singh et Narwal, 1984). L'augmentation de pH induit souvent la formation d'espèces précipitées qui peuvent limiter la solubilité et la biodisponibilité de toutes les espèces ioniques (Remon, 2006). Et limiter le passage des métaux lourds à la solution des sols puis aux êtres vivants (Dutil et Muller 1972). Ce qui est le cas de la station St1.

En général, un sol acide facilite la mobilité du métal alors qu'un sol alcalin contribue à l'immobilisation de certains (Adler, 2001; Toribio et Romanya, 2006).

D'après Pousset (2002), les pH souhaitables sont plus élevés en terre argileuse qu'en terres légères: environ 7 à 7,5 dans le premier cas, 6,5 à 7 dans le second.

L'action du pH sur la mobilité et la solubilité des ETM diffère en fonction de la nature du sol, si le pH s'abaisse (acidification), certains ET sont libérés plus facilement vers la solution du sol. L'ordre décroissant de mobilité en pH acide est :

Zn, Cd, Hg, Ni > Pb, Cr, Cu > Se (Verginie, 2001).

Donc le Zn est plus mobile que le Pb.

III.1.3. La Conductivité électrique (CE)

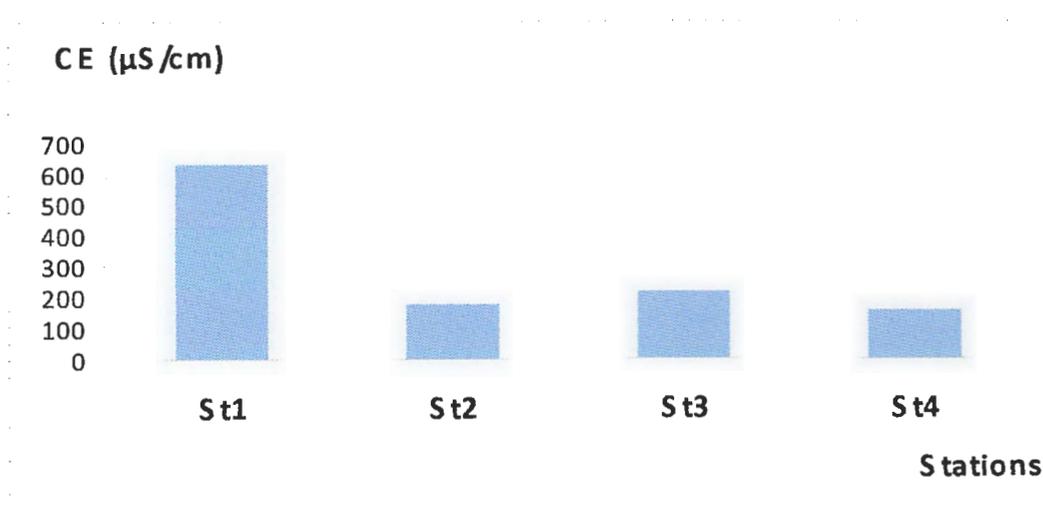


Figure16 : Variation de la conductivité électrique selon les stations

D'après le tableau 1 (en annexe 2) et la figure 16, les valeurs mesurées de la CE aux différentes stations étudiées sont variables. Nous avons une valeur maximale de 631 μS/cm à la station St1 et une valeur minimale de 155 μS/cm à la station St 2.

Selon les normes données par Duant (cité par le Anonyme, 1974), le sol des 4 stations sont non salins

La conductivité électrique du sol nous renseigne sur l'activité des espèces présentes dans la solution du sol, c'est -a- dire sur la capacité de la matrice à fournir des espèces chargées, mobiles en solution (Durin, 2006). Selon Duchaufour (1965), les sols salins gênent ou interdisent le développement des plantes. La salinité provoque une augmentation de la pression osmotique des solutions du sel, empêchant l'absorption racinaire.

III.1.4. La capacité d'échange cationique (CEC)

La capacité d'échange cationique est la quantité maximale de cations qu'un sol peut absorber (pour 100g de matière sèche), elle est déterminée comme le degré ou la possibilité d'un substrat de stocker des éléments nutritifs (Duchaufour, 1977). Ces éléments sont une réserve minérale pour la plante (Foucard, 1994). En effet, la teneur de ces métaux augmente avec cette capacité (Bounite et al. 2004).

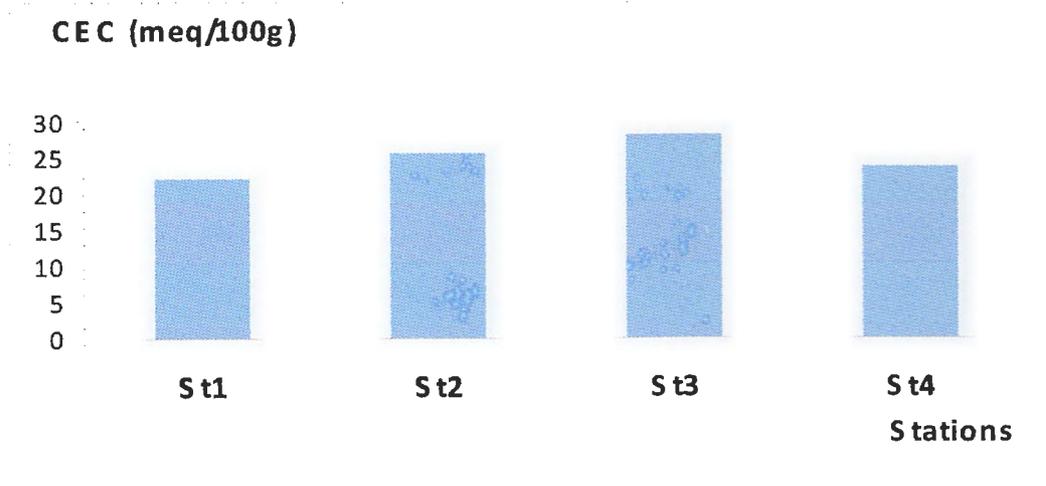


Figure 17: valeur de capacité d'échange cationique (meq/100g) en fonction des stations.

La capacité d'échange cationique dépend des taux d'argile et de l'humus du sol. Elle varie pour les sols de quelque méq à 30 méq/100 g de sol, pour l'argile pur de 40 à 60 méq/100g de sol, et pour la matière organique de 150 à 300 méq/100g de sol (Anonyme, 1975).

La figure 17 et le tableau 1(annexe2) montrent que la CEC ne change pas beaucoup d'une station à une autre, elle augmente légèrement tout en s'éloignant de la chaussée. La CEC des sols étudiés varie entre une valeur maximale de (28meq/100g) enregistrée dans la station St3 et minimale (22 meq /100g) enregistrée dans la station St1.

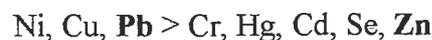
Selon les normes données par anonyme (1975), le sol des stations St1 et St4 avec des valeurs respectivement de 22 méq/100g et 23,5 méq/100g à une capacité d'échange cationique élevée ($15 < \text{CEC} \leq 25$) et les stations St2 et St3 avec des valeurs respectivement de 25,5 méq/100g et 28 méq/100g est un sol à CEC très élevée ($\text{CEC} > 25$). Ce qui peut être lié au faibles taux de la matière organique dans ces stations.

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

Selon les mêmes auteurs, la CEC augmente avec la teneur en argile du sol, il est logique donc que les concentrations maximales des ETM soient plus élevées dans le cas des sols à texture fine (comme l'argile et le limon argileux) que dans celui des sols à texture grossière comme le sable.

La CEC varie aussi avec le pH, lorsqu'un sol acide est progressivement neutralisé (par apport d'amendement calcique par exemple), on constate mesure que le pH monte le sol devient capable d'absorber de nouvelles quantités de calcium (Duchaufour, 1991).

L'ordre décroissant de la mobilité des ETM lorsque la CEC baisse:



III.1.5. Calcaire totale

Le calcaire peut se trouver dans le sol à l'état de fragments de dimension quelconque depuis les blocs et les gravites jusqu'à la taille des colloïdes argileux, donc, le sol calcaire est la source la plus fréquente de calcium (Mathieu et Pielain, 2003).

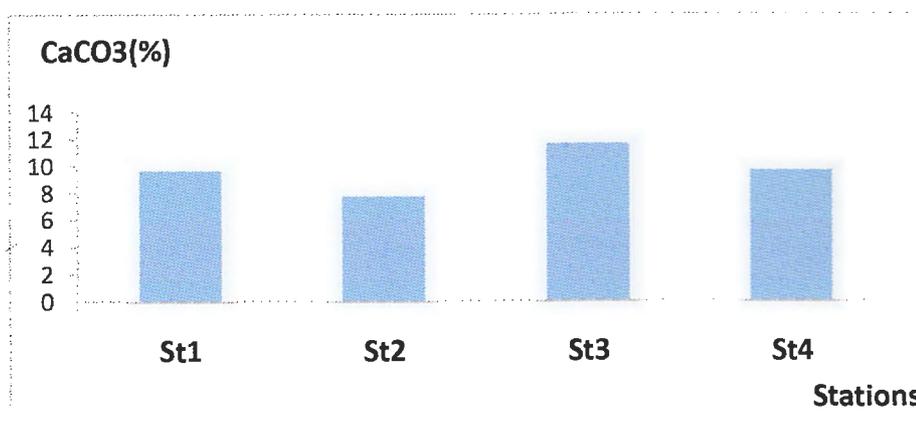


Figure 18 : les valeurs de calcaire total des sols des stations étudiés.

Le tableau 1 (annexe 2) et la figure 18 présentent les résultats relatif au calcaire total, on constate que ce paramètre ne varie pas beaucoup d'une station à une autre, nous avons une valeur

maximale de 11.61% au niveau de la station St3 et une valeur minimal de 7.74% au niveau de la station St2.

Selon anonyme (1975) nos sols sont considérés comme peu calcaire aux stations St1, St2 et St4 avec des valeurs respectivement de 9,67%, 7,74% et 9,67% (comprise entre 5% et 10 % selon ce dernier auteur) et moyennement calcaire à la Station St 3 avec une valeur de 11,61(comprise entre 10% et 25%).

III.1.6. Phosphore total

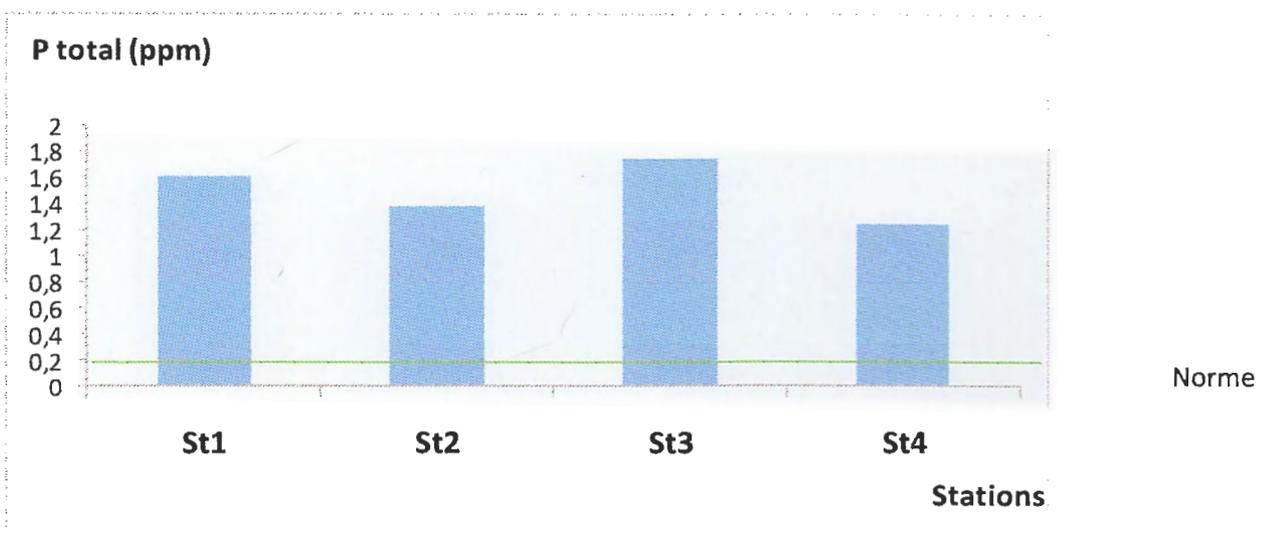


Figure 19: distribution spatiale de phosphore dans les quatre stations

Le P total est le 11^{ème} élément le plus abondant sur Terre et il entre dans la composition de toutes les cellules des organismes vivants. Etres humains, animaux, plantes et microorganismes, tous dépendent entièrement du phosphore pour vivre et se reproduire (Lemerrier, 2003).

Les valeurs mesurées de P sont variables d'une station à une autre.

La figure 19 montre que la plus forte teneur (1.753ppm) a été enregistrée dans la station St3. La plus faible valeur a été enregistrée en St4 (1.244ppm).

Selon les normes données par Robert(1996) (0.2mg/l) le sol des quatre stations est riche en phosphore.

III.1.7. La Matière organique

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 contribue et facilite l'obtention d'un état structurale stable (Moret ,1996).par conséquent, il y'aurait une meilleure porosité, une bonne perméabilité, une meilleure aération et un meilleur réchauffement du sol, (Mustin ,1987). La matière organique joue un rôle important dans la mobilité et la disponibilité des métaux lourds dans le sol (Sing et al 1997).

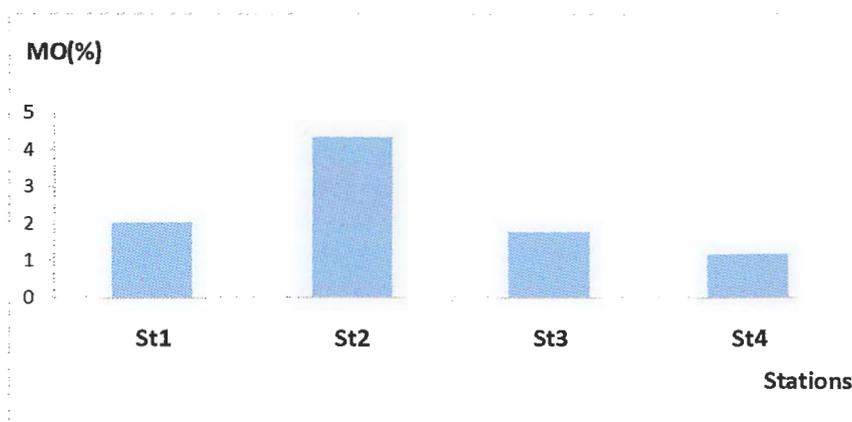


Figure 20: distribution de la matière organique dans les quatre stations

D'après les résultats d'analyses des sols de la zone d'étude (Aftis), la présence des teneurs en matière organique plus ou moins variable d'une station à l'autre. On remarque la plus forte teneur (4.352%) a été observé au niveau de la station 02, et la plus faible teneur (1.152) est observée en station 04 (tableau 1 en annexe 2 et figure 20)

Selon Schaffe (1975 in Roula, 2005) les valeurs qui se trouvent entre (1% et 2%) indique que le sol est pauvre en matière organique, c'est le cas de la station St3 et St4. S'ils se trouvent entre (2% et 4%), le sol est moyennement riche de matière organique c'est le cas de la station St1. Lorsqu'ils supérieur à (4%), le sol est riche en matière organique, ce qui est le cas de nos résultats dans la station St2 . Selon Mathieu (2003), ce résultat est justifié par les présences des débris de végétaux issues par une forte dégradation végétatives au niveau de cette station.

Aussi, la matière organique affecte la mobilité de la plupart des ETM, en constituant avec eux des complexes organo-minéraux. Son rôle régulateur sur la mobilité des éléments toxiques est double par son taux et sa qualité (Ramet et Verloo, 1985 cités par Boubekeur, 1997).

Elle affecte aussi la CEC, qui est une mesure de rétention des bases; sa maturation se traduit par le rapport acide fulvique/acide humique, la fraction fulvique forme principalement des complexes solubles avec les ETM augmentant ainsi leur mobilité; cependant ces complexes sont moins stables que les complexes humiques correspondants. Les acides humiques forment les complexes insolubles et stables et peuvent être considérés comme emmagasinage organique des ETM (Diehl, 1975).

III.1.8. Teneur des éléments traces métalliques (Pb, Zn)

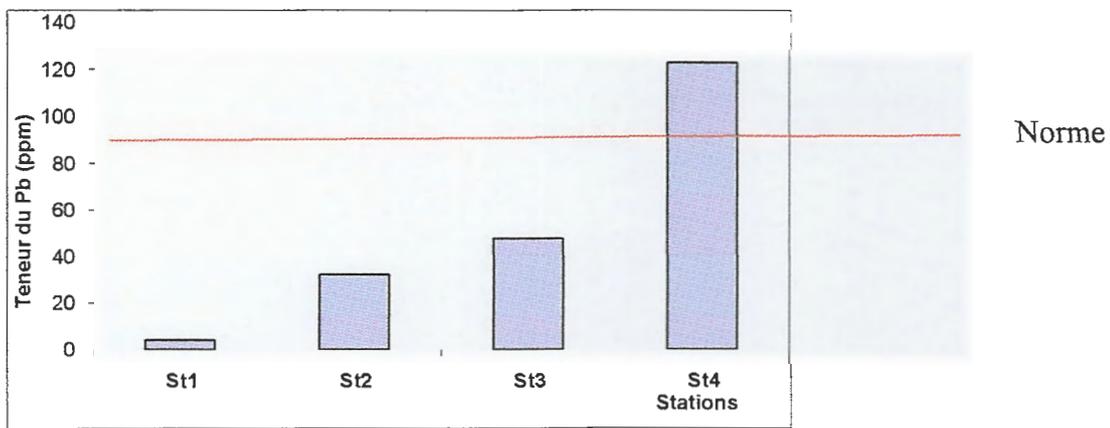


Figure 21: La concentration du Pb dans le sol.

On constate d'après la figure 21 que la teneur en Pb augmente tout en s'éloignant de la chaussée. Les valeurs les plus élevées sont enregistrés en St4 avec une valeur de 123,11 ppm, la teneur minimale est de l'ordre de 4,25 ppm observé en station St1 (tableau 1 en annexe 2 et figure 21). D'après la norme établie par Robert (1995) (100 ppm), le sol des stations St1, St2 et St3 ne dépasse pas la norme internationale sauf en ce qui concerne la 4^{ème} station St4 qui présente un excès en cet élément avec une valeur de 123,11 ppm.

Les véhicules sont responsable jusqu'à environ de 75% des émissions de particule (concernant les émissions du Pb). Dans des conditions normales d'émissions, seulement 5% de la masse totale de poussières se trouvent dans l'atmosphère proche du sol (Bliefert ; Perrad, 2003). Un tel résultat peut se justifier par l'influence des facteurs climatique : le vent et la précipitation sur la dispersion des aérosols toxiques loin de la source d'émission. Aussi cette teneur élevée peut être due à un phénomène d'incendie qui a lieu en 2000, et qui peut représenter la source principale de l'augmentation de cet élément.

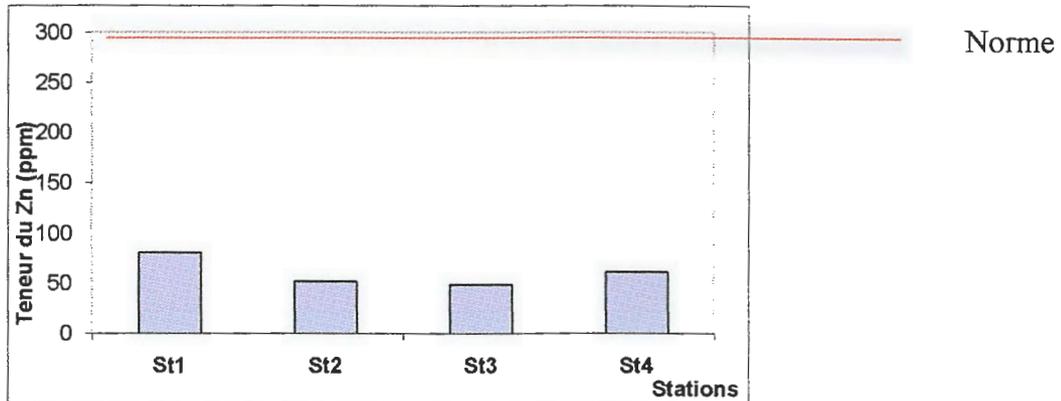


Figure 22: La concentration du Zn dans le sol.

Le résultat de l'analyse du Zn pour les échantillons du sol montre que les teneurs maximales sont de l'ordre de 80,57 ppm observé en station St1 et la teneur minimale sont de l'ordre de 49,5 ppm observé dans la station St3 (tableau 1, figure 22). Dans l'ensemble des stations les teneurs en zinc obtenues ne dépassent pas les normes internationales données par Bliefert et Perrad (2003) (300ppm), ce qui traduit l'absence totale de pollution du sol par ce métal.

III.2. Résultats relatifs au matériel végétal.

III.2.1. Paramètres physiologique

III.2.1. 1. Accumulation des ETM

III.2.1.1.1. Accumulation de Pb chez les trois espèces en fonction des stations.

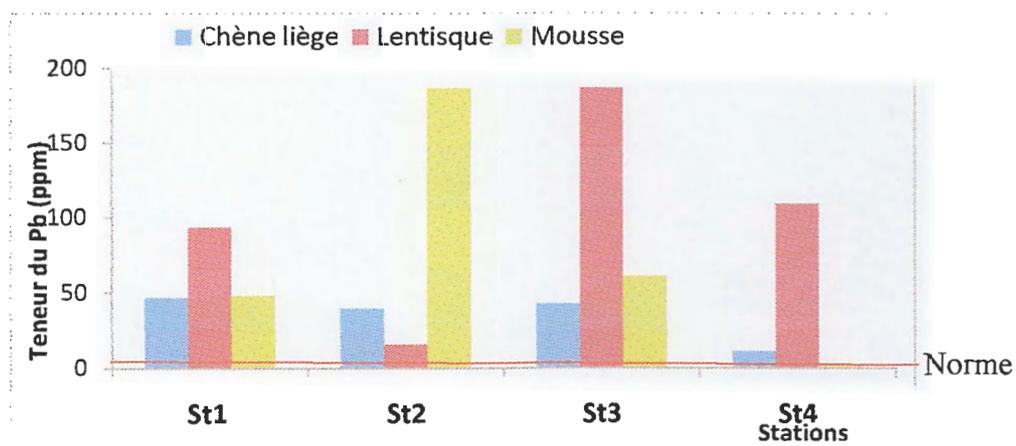


Figure 23 : Variation de la concentration du Pb chez les trois espèces en fonction des stations

Les résultats obtenus dans les quatre stations montrent que les teneurs en plomb varient d'une espèce à une autre. Chez le chêne liège, ces valeurs sont généralement élevées et varient entre une valeur minimale de 11,32 ppm enregistrée au niveau de la station St4, et une valeur maximale de 46,7 ppm observée au niveau de la station St1, on constate aussi que chaque fois on s'éloignant de la route la teneur en Pb diminue pour les deux strates arboré (chêne liège) et muscinale (funaire) (tableau 2 et 4 en annexe 2, figure 25).

Dans le cas du Lentisque, nous avons enregistrée une valeur minimale de l'ordre de 15,57 ppm au niveau de la station St2, et une valeur maximale de l'ordre de 186,79 ppm au niveau de la station St3 (tableau 3, figure25).

Pour les mousses, la valeur minimale enregistrée à la station St4 est de l'ordre de 2, 83 ppm et la valeur maximale à la station St2 l'ordre de 186, 76 ppm.

Nos résultats ont montré que les teneurs en plomb chez les 3 espèces ont dépassées fortement les normes internationales établies par Schaub et Feix (2005) qui est de 1ppm.

III.2.1.1.2. Accumulation de Zn chez les trois espèces en fonction des stations.

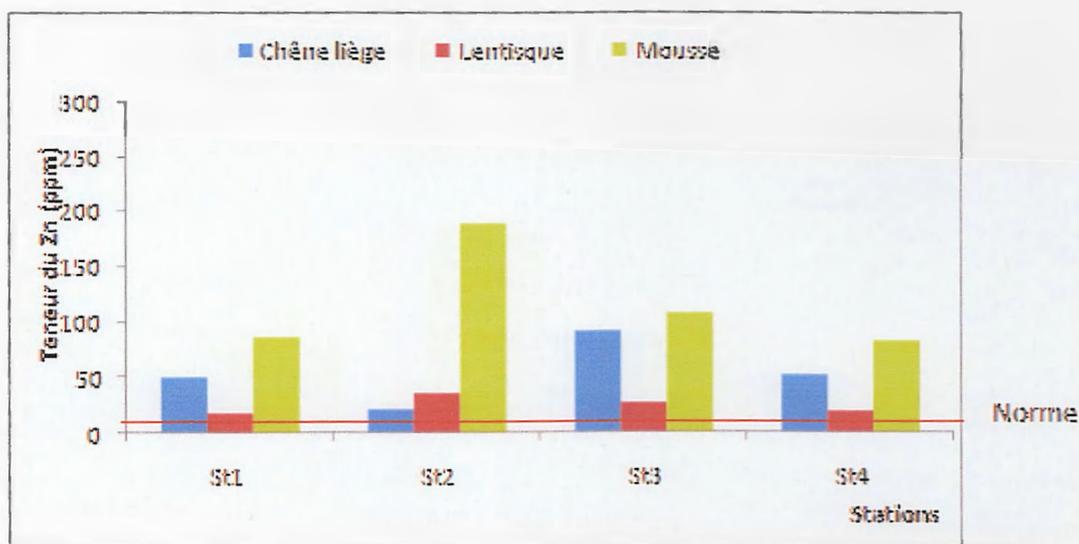


Figure 24 : Variation de la concentration du Zn chez les trois espèces en fonction des stations

Pour le résultat de l'analyse du Zn pour les échantillons de chêne liège montrent que les teneurs maximales sont de l'ordre de 90.6 ppm observé dans la station St3 et la teneur minimale sont de l'ordre de 21.72 ppm observé dans la station St2 (tableau2 en annexe 2, figure 24).

La teneur de cet élément chez le lentisque ne varie pas beaucoup d'une station à une autre la valeur maximale a été enregistrée en St2 avec 35,57 ppm et la valeur minimale en St1 avec 17,22 ppm.

Chez l'espèce de mousse, on a enregistré une valeur maximale de 186,79 ppm en St2 et une valeur minimale de 2,83 ppm en station St4.

D'après ces résultats, on constate que la mousse est une espèce bioindicatrice de la pollution atmosphérique par le Pb et le Zn

Les faibles teneurs en Pb dans les végétaux à la station S4 est peut être due soit à l'éloignement de l'axe routier d'après les données avancées par Pauc (2004) qui considère une station qui se trouve à une distance de 500m est une station témoin exempte de pollution atmosphérique. Soit un phénomène de restitution de ces éléments au sol puisqu'on a trouvé des valeurs élevées à cette station qui a subi un incendie en 2000.

L'aptitude à l'accumulation dépend des espèces et des variétés; les plantes à croissance rapide accumulent les métaux, notamment Cd, Zn. D'autre part la distribution des ETM dans la plante varie selon les organes (Catado et al, 1981).

Bien que beaucoup d'oligo-éléments soient indispensables à la croissance des plantes, certains par contre peuvent avoir des effets toxiques sur leur métabolisme, en concentrations élevées, se traduisant par une altération physiologique (perturbation de la photosynthèse) et pouvant entraîner la mort du végétal lorsque la teneur en ETM atteint un seuil critique (Kabata - Pendias et Pendias, 1992)

Cette perturbations du métabolisme, elle se manifeste par des symptômes telles que: nécrose, chlorose, inhibition de la croissance (Catalogue des normes anti-pollution, 1995). Ce ci a été observé en station St2 et St3.

III.2.1. 2. Accumulation de la chlorophylle

Les résultats de l'évolution dans l'espace de la chlorophylle à, b, a+b chez les trois espèces sont représentés dans la figure 25

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 (Dellaa, 2003).

Les teneurs en chlorophylles de toutes les espèces considérées présentent de grandes variations aussi bien d'une station à une autre et d'une espèce à l'autre.

La figure illustrent les teneurs en chlorophylle a, b, a+b et a/b de toutes les espèces. Tous les résultats montrent que la station (St2) révèle les teneurs les plus élevées on la considère comme

une station témoin, elle atteint une valeur maximale de (4041,847) mg/g chez le chêne liège. la valeur minimale est enregistrée dans la station St2 (435,591) mg/g chez le lentisque.

La teneur de chlorophylle « b » dans les espèces prélevées des 4 stations est relativement faible si on la compare avec celle enregistrée dans le témoin. On enregistre la valeur minimale dans la station St2 (695,62) mg/g chez les mousses faibles teneurs enregistrée aussi pour la même espèce dans la station St 1.

Comme pour la chlorophylle « a » et la chlorophylle « b », la teneur de la chlorophylle « a+b » la plus faible a été enregistrée dans la station St2 chez lentisque, (704,485) mg /g, et une valeur maximale dans la station 2 chez le chêne liège (4341,258) mg/g.

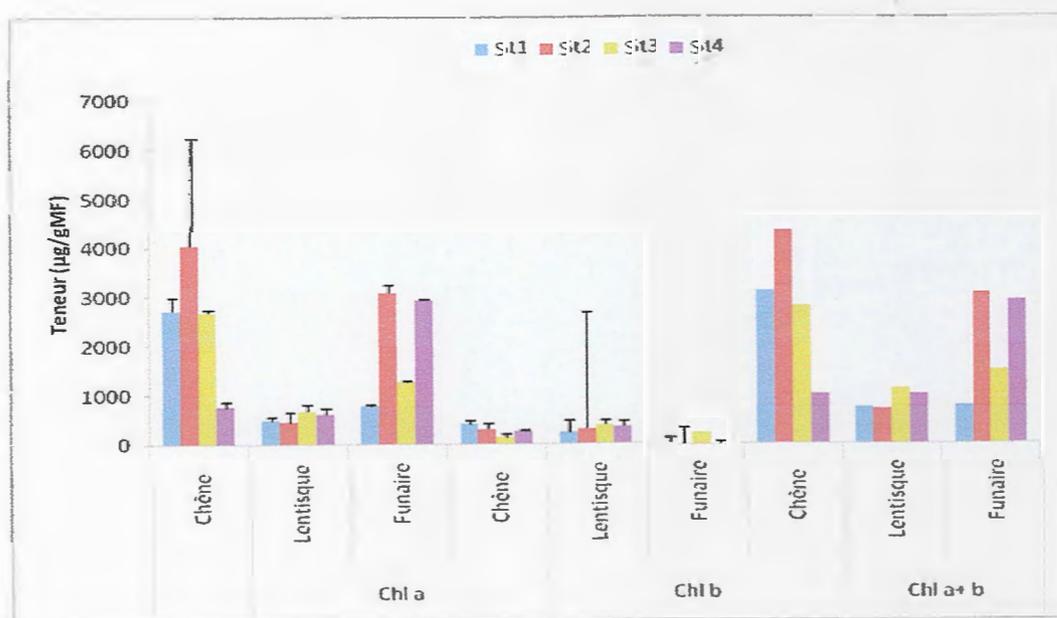


Figure 25: Variation des teneurs en chlorophylles en fonction des stations étudiées.

La figure montre que la teneur en chlorophylle diffère d'une espèce à une autre, en effet, c'est le chêne liège qui affiche les teneurs les plus élevées suivie par la funaire et puis vient en dernier lieu le lentisque si on considère la chlorophylle (a+b).

A la lumière de ces résultats, la chlorophylle est un bon indicateur de pollution métallique. L'effet de cette pollution sur l'accumulation de la chlorophylle provoque une diminution dans le taux de sa biosynthèse qui s'accompagne par une diminution de l'assimilation chlorophyllienne, donc une diminution de l'élaboration de la matière organique ce qui entraîne une perte dans la croissance des espèces et par la suite des pertes de rendement.

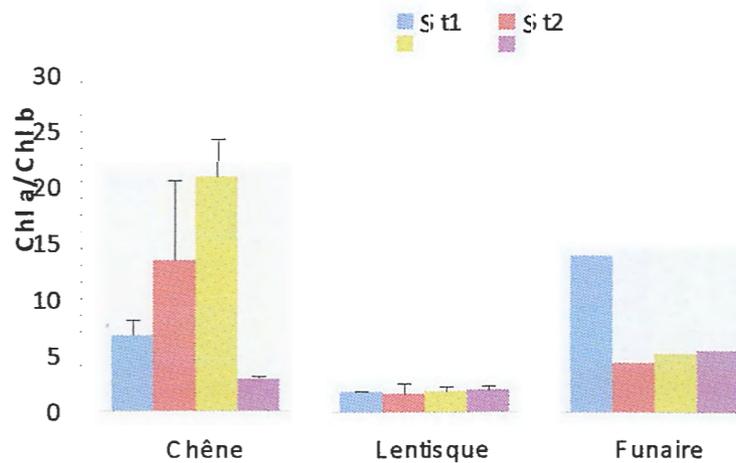


Figure 26: Variation du rapport Chl « a/b » en fonction des stations étudiées.

Les résultats obtenus montrent que le rapport « a/b » chez les deux espèces chêne liège et mousse est relativement élevée par rapport au lentisque. Le rapport le plus faible a été enregistrée dans la station St2 (1.62) chez le lentisque, et une valeur maximale dans la station St3 chez le chêne liège (20.893) mg/g.

Chez les végétaux supérieurs, la chlorophylle b peut atteindre 50% de la chlorophylle a

III.2.1. 3. Accumulation de la proline

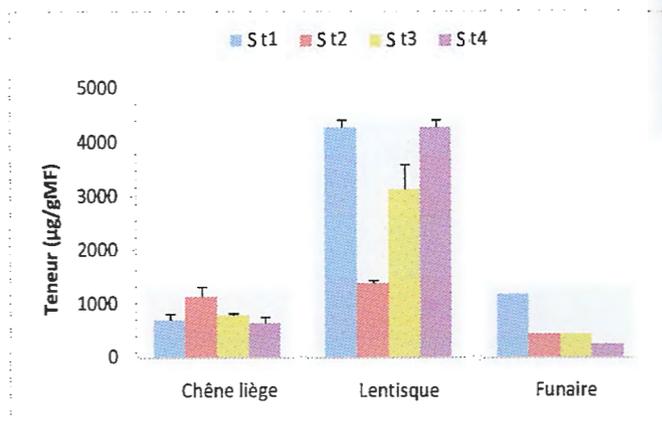


Figure 27 : Variation des teneurs de la proline chez les trois espèces en fonction des stations étudiées.

Les résultats obtenus dans les quatre stations montrent que les teneurs en proline varient d'une espèce à une autre. Chez le chêne liège, ces valeurs sont généralement faibles et varient entre une valeur minimale de (650.685mg/g) enregistrée au niveau de la station St4, et une valeur maximale de 1138.356 mg/g observée au niveau de la station St2. (tableau 2, figure28).

Dans le cas du Lentisque, nous avons enregistrée des valeurs généralement élevée et varient entre une valeur minimale de (1393.607mg/g) au niveau de la station St2, et une valeur maximale de l'ordre de 4272.603mg/g au niveau de la station St4 (tableau3, figure28).

Pour les mousses, la valeur minimale enregistrée à la station St4 est de l'ordre de 254.795mg/g et la valeur maximale à la station St2 l'ordre de 1183.562 mg/g (tableau4, figure 28).Le contenu foliaire en proline a été suggéré comme un marqueur de stress.

De nombreuses études confirment l'accumulation de teneurs élevées en proline chez différentes espèces sous condition de stress hydrique ou salin (Dellaa ,2003).

Nos résultats ont montré que les teneurs en proline élevée dans l'espèce de lentisque surtout dans la station St1 et station St4, ce qui traduit une nette pollution.

La résistance du chêne liège et lentisque au stress par accumulation de la proline pourrait s'expliquer par la nature de ses feuilles succulentes qui l'aident à préserver ses ressources hydriques internes comme forme de résistance aux contraintes de la pollution en dépit des épaisse couches de poussières déposées dessus.

III.2.1. 4. Accumulation des sucres solubles

Les sucres jouent un rôle dominant dans la vie de la plante, ils sont produits par photosynthèse, transportés vers les tissus profonds, canalisés vers la respiration ou convertis en composés de réserves (lipides, saccharose, amidon) qui sont éventuellement dégradés en leurs constituants carbohydratés .la régulation du processus métabolique implique dépend de la concentration en sucres (Dellaa, 2003).

Les résultats d'analyse des sucres solubles montrent une accumulation assez varie entre les différents espèces et différents stations.

D'après les tableaux 2 et la figure 28 illustrés les teneurs en sucres solubles chez le chêne liège en signalés à une valeur maximale de (132,697) $\mu\text{g/gMF}$ enregistrée au niveau de la 4^{ème} et une valeur minimal (42,039) $\mu\text{g/gMF}$ au niveau de la 2^{ème} station .chez le lentisque on note une valeur maximale de (109,934) $\mu\text{g/gMF}$ au niveau de la station st4 et une valeur minimale de (33,882) $\mu\text{g/gMF}$ dans la station st2. Pour les mousses enregistrées aussi une valeur maximale (70,132) $\mu\text{g/gMF}$ dans la station st4 et une valeur minimale (41,316) $\mu\text{g/gMF}$ au niveau de la station 3 .

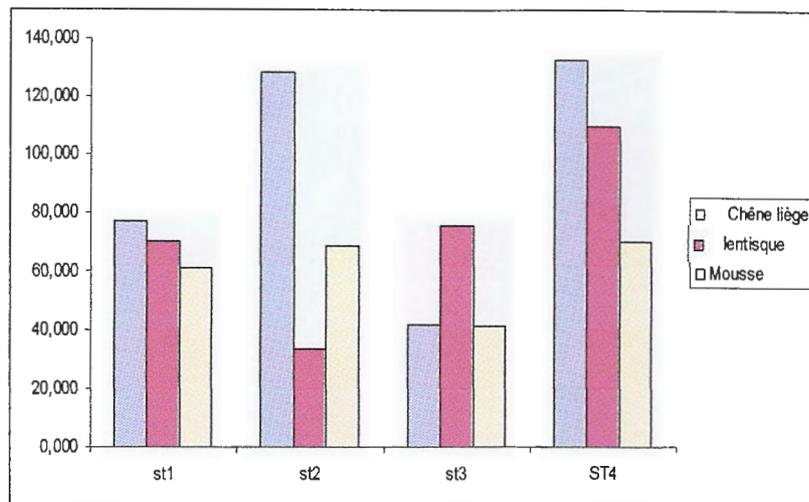


Figure 28: teneurs des sucres solubles dans les espèces étudiées

Notre résultats montre une fortes concentrations enregistrées en sucre solubles pour les trois espèces indiquent une activation de la dégradation des réserves glucidiques ce qui suggère une adaptation de la plante aux contraintes de la pollution (Dellaa ,2003) ces résultats obtenues des sucres solubles traduisent bien les résultats précédents que l'excée de la teneur plombique au niveaux des trois espèces étudiées ,Massantini et al (1990)in Dellaa précisent que sous stress métallique ,les plantes accumulent des teneurs en sucres solubles.



Conclusion

L'objectif de notre étude était de caractériser la réaction des espèces végétales vis-à-vis de leur milieu en se basant sur des critères morphologiques, physiologiques et biochimiques

Les résultats obtenus montrent que les soles et les végétaux sont assez dégradés avec une certaine hétérogénéité dans leurs compositions. Il est certains que la zone d'étude subit l'influence de la pollution automobile.

Les teneurs totales des métaux lourds dans les soles étudiés, sont comparées aux concentrations relevées par certains auteurs.

Pour le sol, la teneur en plomb dans la 4^{ème} station a dépassé les normes internationales donc la station St4 est contaminée par ce métal (Pb). Pour les teneurs de Zinc dans les quatre stations ne dépassent pas les normes internationales dans le sol, ce qui traduit l'absence totale d'une pollution par ce métal.

Pour les végétaux, les teneurs du Pb et le Zn dans les trois espèces dépassent fortement les normes internationales. Ce qui traduit une nette pollution des végétaux par ces métaux.

Nos études montrent que le lentisque est très sensible à la pollution atmosphérique. Les faibles teneurs en chlorophylles enregistrées au niveau de cette espèce témoignent de cette sensibilité. Par contre le chêne liège peut être considéré comme une espèce peu sensible à ce type de pollution. A la lumière de ces résultats la chlorophylle est un bon indicateur de l'effet de la pollution atmosphérique comme facteur perturbateur du milieu.

Nos résultats ont montré aussi que les teneurs en proline sont élevées chez le lentisque surtout dans la station St1 et station St4, ce qui traduit une nette perturbation physiologique.

On enregistre aussi l'absence des lichens dans les stations St1 et St2 témoignage d'un degré élevé de pollution. Ces organismes sont des bioindicateurs de pollution de grande importance par leur présence absence.

On peut conclure que nos résultats reflètent au mieux les conditions des stations étudiées par rapport à la pollution métallique; connue par son effet néfaste pour la végétation.

Il est connu aussi que les facteurs écologiques n'influent pas indépendamment les uns par rapport aux autres, il y a un effet compensatoire ou inhibiteur selon les exigences de chaque organisme vis-à-vis de son milieu de vie. Ainsi les perturbations enregistrées chez les espèces étudiées ne sont pas l'effet d'un seul paramètre écologique.

Il y a bien sûr une grande influence de conditions climatiques et édaphiques qui conditionnent la réponse des végétaux par rapport à un facteur potentiellement perturbateur tel est le cas de la pollution par les éléments traces métalliques.



Annexe1 : Courbes d'étalonnage

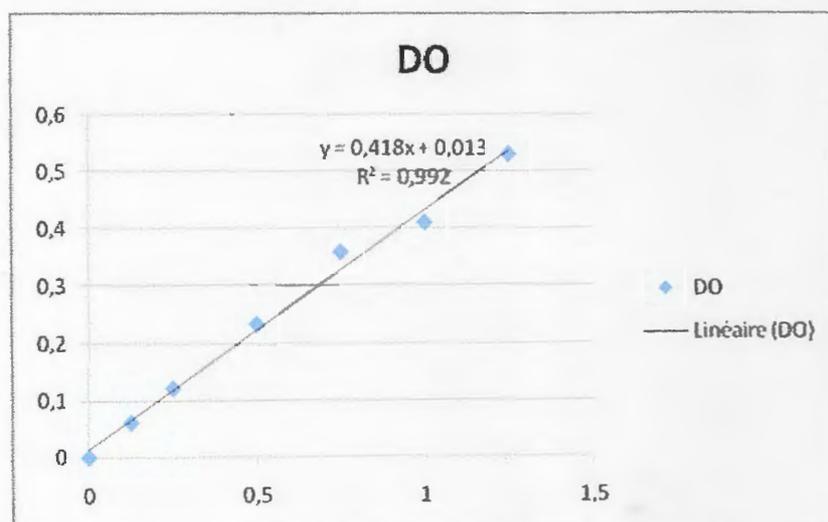


Figure 1 : Courbe d'étalonnage de phosphore total dans le sol.

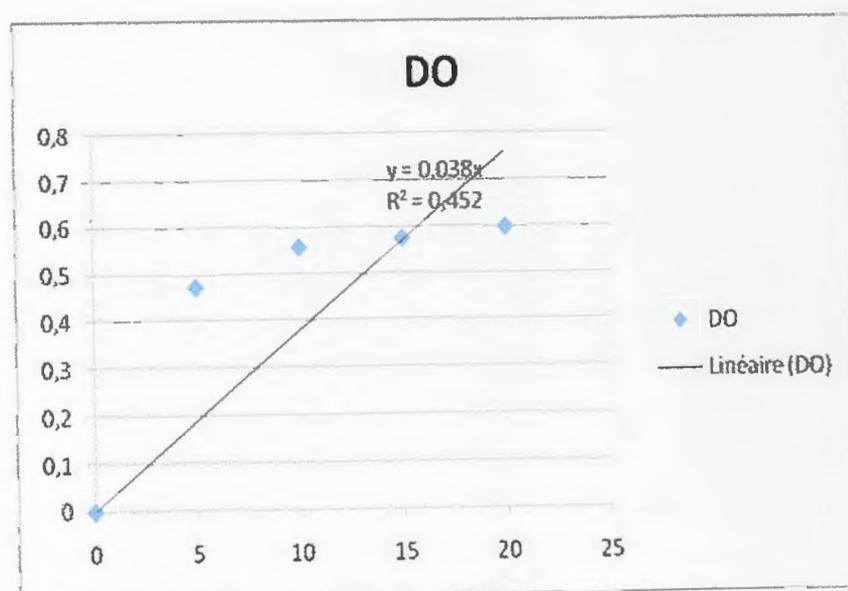


Figure 2 : Courbe d'étalonnage de la matière organique dans le sol.

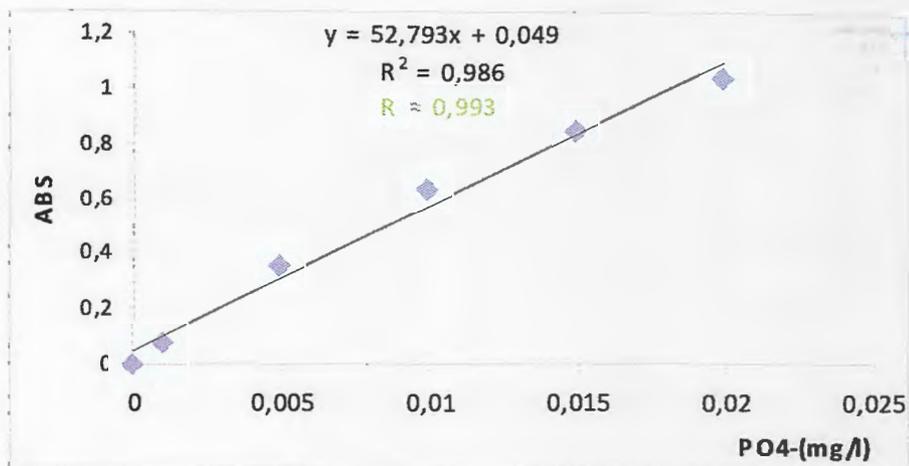


Figure 3 : Courbe d'étalonnage du phosphore

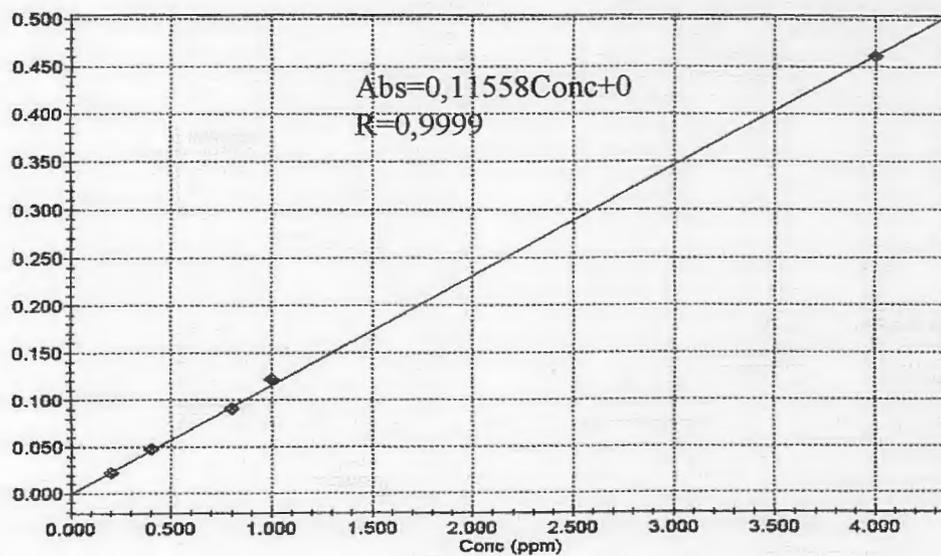


Figure 4: Courbe d'étalonnage de Zinc

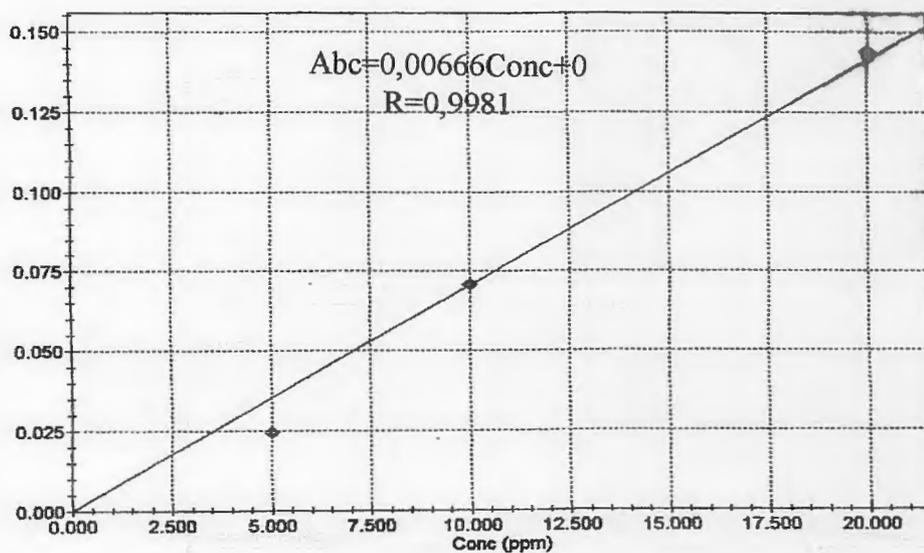


Figure 5: Courbe d'étalonnage de Pb

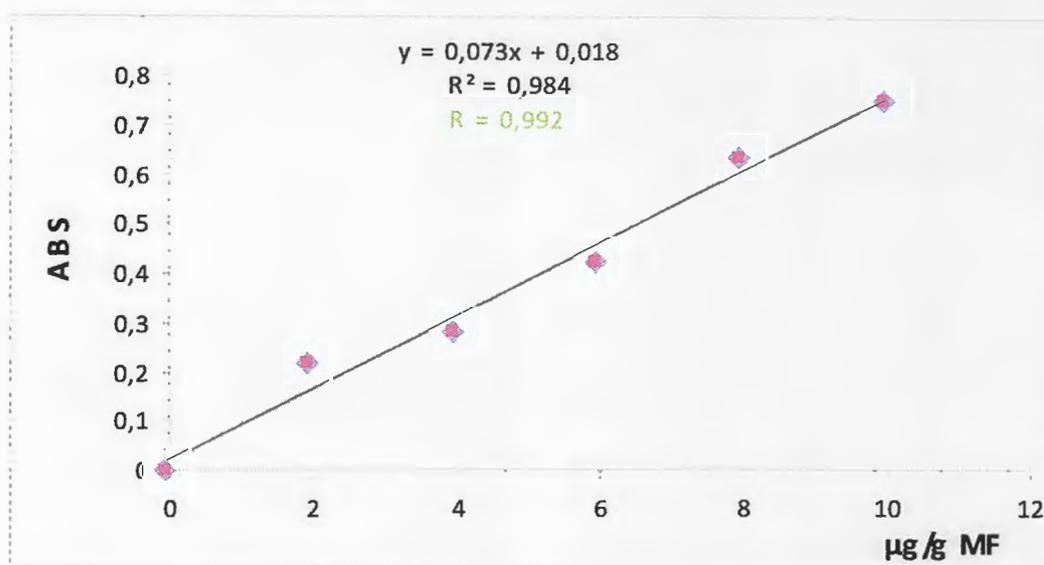


Figure 6: Courbe d'étalonnage de la proline

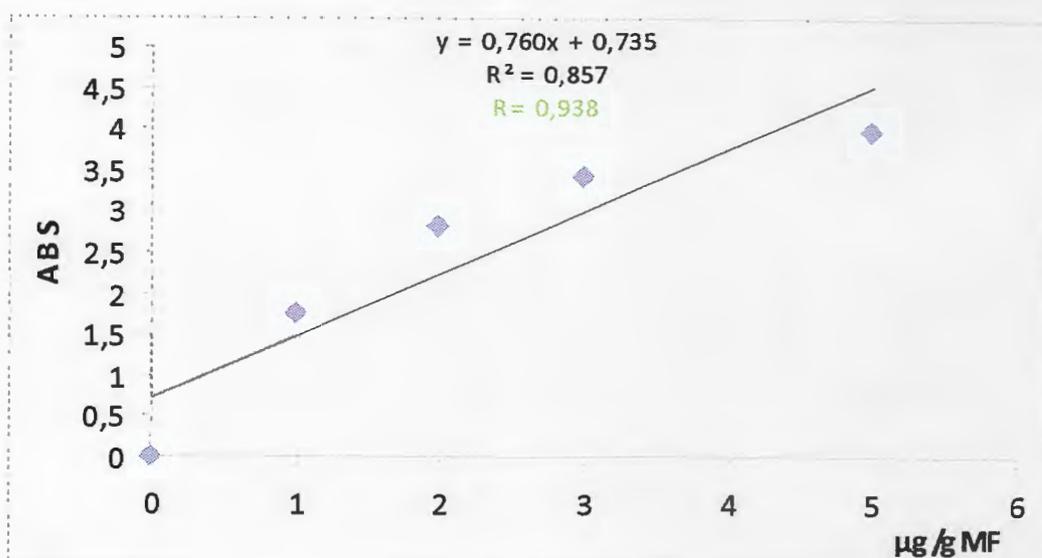


Figure 7: Courbe d'étalonnage des sucres solubles

Annexe2: Résultats des paramètres étudiés

Tableau 1 : Résultats des paramètres physico-chimiques du sol.

Stations	St1	St2	St3	St4
Granulométrie:				
Argile (%)		7,06		
Limon F (%)		12,5		
Limon G (%)		12,3		
Sable (%)		70,31		
pH	7,14	7,06	7,07	6,73
CE (µS/cm)	631	176	214	155
CEC (meq/100g)	22	25.5	28	23.5
CaCO ₃ %	9,67	7,74	11,61	9,67
P (ppm)	1.615	1.378	1.753	1.244
MO(%)	2.01	4.352	1.762	1.152
Zn	50,62	21,72	90,6	51,58
Pb	46,7	39,62	42,45	11,32

Tableau 2 : Résultats des paramètres physiologiques chez le Chêne liège .

Stations	St1	St2	St3	St4
Chl a	2707,83	4041	2669,698	747,067
Chl b	402,12	299,411	129,665	254,894
Chl a+b	3109,951	4341,258	2799,363	1001,361
Chl a/b	6,796	13,494	20,893	2929,4120
Proline	711,872	1138,356	784,982	650,685
Sucres solubles	77,237	128,44	42,039	132,697
Zn	50,62	21,72	90,6	51,58
Pb	46,7	39,62	42,45	11,32

Tableau 3 : Résultats des paramètres physiologiques chez le Lentisque.

Stations	St1	St2	St3	St4
Chl a	478,303	435,591	655,877	599,31
Chl b	225,835	293,991	357,45	325147
Chl a+b	740,238	704,425	1124,617	97,710
Chl a/b	1,827	1,620	1,853	1,982
Proline	4272,603	1393,607	3136,073	4272,603
Sucres solubles	70,066	33,882	75,395	75,697
Zn	17,22	35,57	26,05	19,73
Pb	93,4	15,57	186,79	108,96

Tableau 4 : Résultats des paramètres physiologiques chez la mousse.

Stations	St1	St2	St3	St4
Chl a	767,044	3076,750	1251,499	2929,412
Chl b	54,808	695,62	237,706	527,4
h a+b	821,852	3772,37	1489,2050	3456,812
Chl a/b	13,995	4,423	5,265	5,554
Proline	1183,562	445,205	441,096	254,795
Sucres solubles	60,789	68,947	41,316	70,132
Zn	48.11	186.79	60.85	2.83
Pb	85.76	188.93	107.39	82.56

Tableau 5: teneurs de chl a, chl b, et Chl « a+b » dans les espèces étudiées.

		St1	St2	St3	St4
ch a (mg/g)	Chêne	2707,834	4041,847	2669,698	747,067
	lentisque	478,33	435,591	655,877	599,341
	Mousse	767,044	3076,75	1251,499	2929,412
Chb (mg/g)	Chêne	402,120	299,411	129,665	254,894
	lentisque	225,835	293,991	375,145	325,147
	Mousse	54,808	695,62	237,706	527,4
(ch a+ch b) (mg/g)	Chêne	3109,954	4341,258	2799,363	1001,961
	lentisque	740,238	704,485	1124,617	997,71
	Mousse	821,852	3772,37	1489,205	3456,812

Tableau 6: teneurs de chlorophylle « a/b » dans les espèces étudiées.

		St1	St2	St3	St4
Chl a/chl b	Chêne liège	6.796	13.494	20.893	2.924
	Lentisque	1.823	1.62	1.8532	1.981
	Les mousses	13.995	4.423	5.265	5.554

Annexe 3 :
Paramètres Météorologiques recueillis à la STATION METEO DE JIJEL AEROPORT pour
la période 1999/2008

Tableau7 : Cumul mensuel de précipitation – Cumul mensuel [mm]

Mois Années	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Jui	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
	1999	163,2	97,0	62,1	42,7	5,9	4,0	1,6	5,6	27,0	23,9	250,8
2000	108,6	42,4	17,0	33,2	95,3	13,5	1,4	2,7	25,7	89,8	117,8	84,6
2001	247,7	110,9	14,2	50,7	50,3	3,7	0,0	2,5	38,8	1,1	125,2	142,4
2002	71,8	66,3	37,6	49,7	15,3	4,4	16,2	86,2	49,5	103,0	182,0	407,3
2003	333,1	115,0	30,7	130,0	70,9	0,8	7,1	0,0	128,4	76,0	82,0	220,5
2004	137,2	83,3	75,2	96,6	81,2	56,4	1,3	4,3	75,8	34,8	267,1	158,8
2005	262,1	212,6	85,5	121,8	4,8	0,0	1,2	18,4	56,4	21,4	134,5	171,6
2006	178,2	165,5	54,9	24,1	32,7	2,8	0,0	34,8	45,3	37,9	39,6	215,4
2007	12,3	74,5	268,5	70,6	14,4	26,4	3,3	4,8	70,8	142,9	291,4	211,3
2008	34,3	27,4	172,1	18,8	144,7	3,7	0	1,3	86,7	30,8	109,8	145,9

Tableau 8: Températures (moyennes journalières) - moyenne mensuelle [°C]

Mois Années	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Jui	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
	1999	11,6	10,4	13,6	15,0	20,4	23,3	25,1	27,8	24,8	22,9	14,7
2000	9,5	11,9	13,6	16,3	19,7	21,9	25,9	26,6	23,5	19,4	15,4	13,4
2001	12,5	11,2	17,0	15,2	18,0	23,4	24,9	26,1	22,9	22,6	15,1	10,7
2002	10,7	11,7	14,0	15,1	18,4	22,4	24,5	25,0	22,8	19,5	16,7	13,9
2003	11,6	11,0	13,7	16,0	18,4	25,3	27,7	28,3	24,0	21,1	16,1	12,0
2004	11,4	12,3	13,6	14,9	17,2	21,7	24,8	26,7	24,1	22,0	14,0	12,8
2005	9,0	9,2	13,0	16,0	19,8	23,5	26,2	25,5	23,7	21,0	15,7	11,8
2006	10,9	11,3	14,2	17,8	20,8	23,4	26,1	25,4	23,4	22,1	17,9	13,6
2007	12,3	13,9	13,2	16,7	19,8	22,8	25,1	26,8	23,5	20,0	14,9	12,3
2008	12,4	13,1	9,0	16,6	18,9	22,3	25,9	26,0	24,2	20,3	15,0	11,9

Tableau 9: Humidité relative (moyennes journalières) - moyenne mensuelle [%]

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Jui	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
Années												
1999	81	79	75	75	73	73	70	70	74	67	80	81
2000	80	77	78	71	81	81	69	69	77	74	77	72
2001	77	77	73	77	79	67	73	71	77	71	77	78
2002	78	77	75	76	73	76	75	76	74	73	71	76
2003	78	75	75	79	80	69	68	67	79	76	75	80
2004	80	78	79	76	78	78	75	71	73	69	82	77
2005	80	77	79	76	76	73	69	68	71	77	74	77
2006	73	76	73	74	79	66	70	71	70	73	70	77
2007	80	81	74	80	72	75	73	70	75	80	76	77
2008	77	74	78	73	82	75	71	72	80	76	77	78

Tableau 10 : températures (moyennes des min journaliers) - moyenne mensuelle [°C]

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Jui	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
Années												
1999	6,5	5,4	7,5	8,0	13,6	17,8	18,3	22,1	18,9	17,0	10,3	7,6
2000	4,3	6,2	7,8	9,6	14,5	16,5	19,4	19,7	17,8	14,2	10,1	7,3
2001	7,1	5,7	10,1	9,0	12,0	15,7	18,2	19,6	17,5	16,2	10,3	5,5
2002	5,5	5,8	7,6	8,5	11,1	15,1	18,7	19,8	17,4	13,4	11,8	9,3
2003	7,1	6,4	8,1	10,5	13,1	18,4	21,4	21,7	18,8	16,1	11,2	7,1
2004	6,7	6,4	8,8	9,3	12,1	15,6	18,8	20,6	18,1	15,5	9,5	8,3
2005	4,3	4,9	8,4	11,5	14,2	18,0	20,8	20,2	18,6	15,7	11,0	7,8
2006	6,8	6,6	8,5	12,6	16,1	17,7	20,3	20,4	18,3	16,5	12,9	9,1
2007	6,8	9,0	8,4	12,5	14,3	17,8	19,9	21,3	18,6	16,3	10,4	8,3
2008	7,0	7,4	7,7	10,7	14,6	17,0	20,5	20,4	19,7	15,6	10,1	8,8

Tableau 11: Temperatures (moyennes des max journaliers) - moyenne mensuelle [°C]

Mois Années	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Jui	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
1999	16,4	14,6	18,8	20,9	26,3	28,1	30,4	33,6	30,0	28,6	19,1	16,8
2000	15,0	17,2	18,8	22,1	24,0	26,4	31,3	33,1	29,0	24,7	21,3	19,2
2001	18,0	16,8	23,0	20,3	22,8	29,6	30,6	31,5	28,0	28,9	20,2	16,4
2002	16,2	17,1	19,4	20,6	24,2	28,3	29,6	29,7	27,7	25,6	21,2	18,5
2003	15,6	15,5	18,6	20,6	22,5	31,0	33,0	33,9	28,9	25,9	21,2	16,9
2004	16,5	18,0	18,0	19,8	21,9	26,7	29,9	32,4	29,7	28,2	18,8	17,1
2005	14,0	13,3	17,4	20,0	24,8	28,3	30,8	30,4	28,4	25,7	20,5	16,2
2006	15,1	15,6	19,4	22,4	25,4	29,0	31,3	30,1	28,8	27,5	22,9	17,9
2007	17,8	18,1	17,5	20,8	25,1	27,8	30,0	32,3	28,4	24,1	19,6	16,4
2008	17,2	17,8	17,8	21,7	23,4	26,9	31,2	31,1	29,4	25,3	19,5	18,2

Annexe 4 :

Mode opératoire :

1. Pour la granulométrie :

Mettre dans un bécher de 1000 ml : 10g du sol tamisé a 2mm, 50ml d'eau oxygénée (H₂O₂), ensuite laissé au repos pendant 30mn, puis en placer le bécher sur bain sable et détruire la matière organique.

Transverses le contenu du bécher dans un flacon d'un litre,

Ajouter 20ml d'hexamétaphosphate de sodium,

Compléter jusqu'à 500ml environ avec de l'eau distillée,

Agiter durant une heure au moins sur un agitateur mécanique,

Compléter jusqu'à 1litre avec de l'eau distillée,

La première lecture après 46 secondes, la deuxième après 4 minutes, la troisième après 7 heures.

2. Pour la mesure du pH :

La mesure du pH consiste à prendre 5g de sol tamisée a 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.

3. Pour la mesure de la conductivité électrique :

Elle a été déterminée d'un conductimètre sur un extrait aqueux.

Sa mesure consiste à prendre 5g de sol tamisée à 2mm dans un bécher, ajouter 25ml d'eau distillée, agiter 15 minutes, laisser reposer 30 minutes, effectuer les mesures de la conductivité à l'aide d'un conductimètre électrique sur la solution du sol.

4. Capacité d'échange cationique :

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' H_2SO_4 .

- Au moment où le virage de la couleur du violet vers le vert est effectué, on commence la titration par H_2SO_4 et on marque le volume de H_2SO_4 puis on applique la formule de calcul suivante :

Préparer la solution du sol comme suit :

- Mettre 5 g du sol, 7.50 mg de $CaCO_3$ 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

$$V_1 : \text{volume de l'écha} \quad T = (V_2 - V_1) C \times 50 \times 2 \times 100 / M \times V$$

C : concentration de H_2SO_4 .

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.

5. Pour le dosage du calcaire total :

Le calcaire total est déterminé par la méthode volumétrique au calcimètre de BERNARD sur terre tamisée à 2mm, introduire la prise d'essai de poids P dans une erlénmeyer muni d'une extension latérale en doigt contenant 5 ml d'HCL, fermé la fiole on la raccrochant au calcimètre, faire couler l'HCL sur l'échantillon du sol pour attaquer le carbonate de calcium.

Si le sol contient le calcaire, il se produit un dégagement du CO_2 déplaçant l'eau dans la colonne de calcimètre d'un volume V_1 .

Procéder de la même manière avec un témoin constitué de 0.3 g $CaCO_3$ pur, soit V_2 le volume obtenu.

Pour calculer le pourcentage du $CaCO_3$ on applique la formule suivante :

$$CaCO_3 \% = \frac{30 V_1}{V_2 P}$$

6. Matière organique :

Introduire la prise d'essai dans un tube. Au moyen des distributeurs, verser respectivement 5ml de solution de bichromate, puis 7,5ml d'acide sulfurique. Puis agiter.

Placer, les tubes dans le bloc chauffant et laisser réagir pendant 30 min. Leur ajouter 50ml d'eau déminéralisée, refroidir dans un bain d'eau.

Lorsque les solutions revenues à température ambiante, ajuster à 75ml avec de l'eau déminéralisée. Homogénéiser soigneusement, laisser décanter pendant 1 h.

Transférer chacune des solutions dans les tubes à centrifuger.

Les solutions sont alors prêtes pour le dosage spectrophotométrique.

7. Extraction des métaux lourds totaux (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

8. Extraction des métaux lourds de plante :

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.



Références bibliographiques.



Références bibliographiques

- 1- **Anonyme, (1974)**. Techniques rurales en Afrique. Mémento de l'agronome, Publication du ministère de la coopération française, Eyrolles. Paris, 35-38p
- 2 - **Anonyme, (1975)**. Laboratoire du sol, méthodes d'analyses physique et chimique du sol. Institut de technologie agricole, 106p
- 3- **Anonyme, (2000)**. Rapport sur l'état et l'avenir de l'environnement .Ministère l'aménagement du territoire et de l'environnement, 118p.
- 4- **Anonyme, (2004)**. Glossaire de l'environnement et de développement durable, Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement. 240p.
- 5- **barboul R, (2000)**. Ecologie générale ; structure et fonctionnement de la biosphère , Ed Dunoud, paris.
- 6- **Anonyme, (2005)**. Rapport relatif au plomb et cadmium. Royaume du Maroc. 23p.
- 7- **Bajji M., Kinet J., M. and Lutts S, (1998)**. salt stress effects on roots and leaves of atriplex halimus L. and their corresponding callus cultures. plant Sciences .pp 131-142.
- 8 - **Bauwens A, (2003)**. Les lichens et la qualité de l'air. Université catholique de Louvain .P 40.
- 9- **Belvoit, (2004)** .les risques lie la pollution atmosphérique en milieu ,paris
- 10- **Bliefert C., et Perraud R, (2003)**. Chimie de l'environnement ; air, eau, sols, déchets. édition de boeck. p463.
- 11- **Boudy P, (1951)** .Guide forestier en Afrique du Nord .Ed : librairie agricole . Horticole, forestiers et ménagères, paris .p553.
- 12- **Bounit S., El Meray1 M ., Chehbouni A., Ait Hsine H, (2004)**. Comportement des éléments traces métalliques (Cu, Cd, Pb et Zn) dans trois types des boues résiduares de la ville de Marrakeche-Maroc .Etude analytique et traitement Phys ; Chem. News, vol 17. pp: 113-125.
- 13- **Camefort H., et Boué H (1993)**. Reproduction et biologie des végétaux supérieurs. Bryophytes .Pteridophytes .Spermaphytes. 2^{eme} édition, Doin éditeurs. p 436. **14-casas S ,(2005)**. Modélisation de la bioaccumulation des métaux traces (Hg, Cd, et Zn) chez la moule . MYTILUS GALLOPROVINCIALIS, en milieu méditerranéen. Thèse doctora océanologie biologique, Environnement marin, université du sud tolon var.

15-Chow et Patterson ,(1996).Evaluation de l'exposition prénatale aux métaux lourds et aux organochlorés dans différentes régions du Québec méridional ,rapport de recherche , ISBN2-9216396-65-4

16- Colin J.L ., Galsomiès L ., Gombert S ., Leblond S ., Losno R , (2005).Pollution atmosphérique par les métaux . Edition : Ademe –EDP Science .p110.

✕ **17- Catalogue des normes antipollution, (1995).** Volume III, Ministère fédéral Allemand de la coopération économique et du développement (BMZ).

18-Chakhparonian, (1995).ces métaux lourd en question. (numéro spécial ;les métaux lourds)

19-Côme D, (1992).Les végétaux et le froid. Collection Méthodes.Eds.HERMANN éditions des sciences et des Arts, 600p.

20- Dahl W, (2003).Contribution a l'étude de métabolites secondaires chez les lichens fructiculeux *Cladina stellaris* et *Cladina rangiferina*, université du Québec achicotimi, P212.

21-Dange C,(2002).Etude du comportement des éléments traces en milieu estuarien : Approche expérimentale et modélisation ;, Thèse de doctorat, université de Relms, p43.

22- Dellaa Y, (2003).Utilisation des végétaux dans l'approche écotoxicologique de la pollution atmosphérique de Constantine, uni constantine. P 172.

23- Diehl, (1975). Agriculture générale. 2ème édition.392p.

24- direction générale de l'aviation civile, (2003). Pollution atmosphérique et aviation

25- Domergue, (1983). Etude de synthèse sur les causes de dépérissement de la végétation en milieu urbain et notamment les arbres d'alignement. Rapport interne du service technique de l'urbanisme. 52p

26- Duchaufour, (1977). PH Pédogenèse et classification pédologique. Edition. Paris, p 477.

27- Duchaufour Ph, (2001).Introduction à la science du sol, sol, végétation, environnement. Editions Dunod, p325.

28- Durin B, (2006). Transfert et transport colloïdal des polluants métalliques, Thèse de doctorat Université de Nante, p 174.

29- Durrieu G, (1993).Ecologie des champignons. Edition Masson, Paris. p207.

30- Dutil P., Muller J. Travaux de la station de science du sol de chalons sur marne - l'épandage des eaux résiduaires des industries agricoles en champagne. Crayluse. (1979), INRA.

- 31- Echevarria G., Massoura S., Morel J L. (2000).** Caractérisation de la biodisponibilité du nickel dans les sols du jurassique inférieur et du trias de la Région Lorraine. Rapport de fin de contrat Agence de l'eau l'Rhin-Meuse. p19.
- 32- ENITA (Ecole nationale d'Ingénieurs de travaux Agricoles de Bordeaux), (2000).** Agronomie aux nouvelles orientations Edition Synthèse agricole. 339p.
- 33- Falcy M., Hesbert A., Jargot D., Protois J C., Reynier M., Schneider O .et Serre P (1998).** Plomp et composés minéraux. INRS. p 1-8.
- 34- Foucard J, (1994).**Filière pépinière de la production et de la plantation technique.édition lavoisier.p428.
- 35-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. p87.
- 36- Gégout J.C., Jabiol B. et Larrieu I. (2001).** Analyses de sol en forêt les quelles réaliser, Rv. For.5 : 557-577
- 37- Geneves L, (1990).**Biologie végétale ; Thallophytes et microorganismes. Édition Bordas. Paris. p 159.
- 38- George L, (1978).** Précis d'écologie végétale. Edition Masson, Paris.p285.
- 39- Gérard de SMET, (1972).** La pratique de traitements thermiques des metaux industriels.7eme Edition Duod. Paris.P 212.
- 40- Gérard M, (2001).** Les effets des métaux lourds sur l'environnement et la santé, Sénat. p366.
- 41- Ghizlane M ., Fekhaoui M ., Elabdi A ., Deborah I, et Rasanna P.** Evaliation de la pollution atmospherique dans la région de Rabat- Salé à travers l'utilisation des lichens comme bio-indicateurs. p466
- 42-Guezzoul F.Z ,(2002) .**l'accumulation du plo par une espece lichenique (*Ramalina farenacea*) et deux especes de mousses (*leucodon sciuroiudes* et *Brachytcium velutinum*).P38
- 43- Habila S, (2008).** Etude de l'impact du barrage beni harron sur l'environnement : Effet toxicologiques .p76 .
- 44- Heller R ., Esnui R. , lance C, (1989).** Physiologie végétale .Edition. Masson .p 440.
- 45- Heller R, (1977).** Physiologie végétale. T. nutrition. Paris.

- 46- Isabels M, (1999).** Infiltration des eaux de ruissellement pluvial et transfert de polluants associés dans le sol, Urbain vers une approche globale et pluridisciplinaire. INSa de Lyon. p192.
- 47- Jakubovski M,** Zinc and cadmium toxicology, 2001, 5^{ème} édition New York vol 2. pp 253-325.
- 48- Julve P, (2008).** Tela Botanica Base de Données Nomenclaturale des Bryophytes d'Europ. Benoît BOCK.
- 49- Laberche J, (1999).** Biologie végétale .Édition Dunod,Paris .P 240.
- 50- Larousse, (2007).**Le petit larousse illustré.edition .p1811
- 51- Lauwerys R R, (1990).** Cadmium. Toxicologie industrielle et intoxication professionnelles, Masson. France. p560.
- 52- Lazlo P, (2000).** Le savoir des plantes. Édition Ellipses. p125.
- 53- Les Verts de Lille-Lomme-Hellemmes et environs, (2004)** .La pollution atmosphérique
- 54- Louis G, (1993).** Biologie végétale thalophytes et micro-organisme. Edition dunod. Paris .p 159
- 55- Mailliet L. et Bourgery C. (1993).** L'arboriculture urbaine. Ed : institut pour le développement forestie. 318p
- 56- Mathieu C., et Pieltain F, (2003).** Analyse chimique des sols méthode choisies.edition TEC&DOC.Paris-New-york. p376.
- 57- Matthieu D, (2005).** Cartographie de la qualité de l'air de la ville d'Embrum à l'aide des lichens Université de la méditerranée aix marseille. p43
- 58- Miquel G, (2001).** Les métaux lourds. Rapport 261, Office parlementaire .Edition Masson. pp160-163.
- 59-Méquel M, (2001).**les effets des métaux lourds sur l'environnement et la santé ; Rapport l'office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques, p68-79
- 60- Moret, (1996).** Les sol cultivés 2^{ème} édition la voisier .Paris .p399.
- 61- Morlot M, (1996).** Aghm aspects analytiques du plomb dans l'environnement. edition Tec Doc, Paris.360p.
- 62- Mustin M, (1987).** Le composte gestion de la matière organique.la valorisation organique des compostes et plus généralement de matière organique. Édition Français, dulux.Paris. p 954.

- 63- Norberg G., Flower B A ., Nordberg M., friberge L.** Hande Boock one the toxicology of metals; 2005. 3rd edition. Ap.
- 64-Nultsch W, (1998).** Botanique générale.Edition de boek university s.a .630 p.
- 65- Ozenda P., Clauzad G, (1970).** Les lichens, étude biologique et flore illustrée. Edition Masson. P 785.
- 66- Ozenda P, (2000).** Les végétales organisations et diversité biologique. 2^{eme} édition. Dunod. Paris. 516 P
- 67- Patrick F, (2000).** Catabolisme de la chlorophylle b Structures, mécanismes et synthèses. Institut de Chimie Organique de l'Université de Fribourg (Suisse) .192 p
- 68- Philippe Q, (ST) Métrologie en chimie de l'environnement.** 2^{eme} Edition Tec&Doc. 562p.
- 69- Pichard A, (2005).** Le Zinc et ces dérivés, Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques, INERS.
- 70- Public heath statement (1990).** Toxicological Joint Program on the Science and Policy of Global
- 71-Pauc J, (2004).** La pollution des sols et des végétaux à proximité des routes. Les éléments traces métalliques (ETM). Économie, Environnement et Conception. Service d'Études techniques des routes et autoroutes (Sétra).12p.
- 72-Ramade ,(1992).**ecologie des ressources naturels ,Editon Masson
- 73- Ramade F, (2000).** Dictionnaire encyclopédique des pollutions édition Ediscience international. Paris.690p.
- 74- Ramade F, (2001).** Dictionnaire encyclopédique des pollutions. p704.
- 75- Ramade F, (2002).** Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des sciences de l'environnement.2^e Edition Dunond.Paris. p 1075.
- 76- Ramade F, (2005).** Elément écologique appliquée. Edition Dunond. Paris. p1020.
- 77- Raven., Evert., Eichhorn, (2000).** Biologie végétale.1^{eme} édition de beock Université. p944.
- 78- Raven., Evert., Eichhorn, (2007).** Biologie végétale.2^{eme} édition de beock Université. 602p.
- 79- Remon E, (2006) .**Tolérance et accumulation des métaux lourds par la végétation spontanée des friches métallurgiques : vers de nouvelles méthodes de bio-dépollution. Thèse de doctorat en Biologie Végétale. Université Jean Monnet. p 160

- 80- Robert M, (1996).** Le sol vivant interface dans l'environnement Resource pour le développement. Edition Masson. Paris 244.
- 81- Roland J C, Hayat El Maarouf-Bouteau., Bouteau F., (2008).** Biologie végétale ; organisation des plantes sans fleurs, algue et champignons. 7^e édition Masson. P124.
- 82-Ronald ,(2005).** les mutagènes de l'environnement et leurs effets biologiques ,Edition Masson.
- 83- Roula S, (2005).** Caractérisation physicochimique et volarisation des boues residenaires urbaines pour la confection de substrats. Université de Batna. p84.
- 84- Schaub A T, Feix I, (2005).** Contamination des sols, transferts des sols vers les plantes édition EDP Sciences/ADEME.p 413.
- 85- Stellio C, (2005).** Modalisation de la bioaccumulation de métaux traces (Hg, cd, Pb, Cu et Zn) chez la moule, *Mytilus galloprovincialis*, en milieu méditerranéen. Université du Sud Toulon-var. 314p.
- 86- Sylvie D., Sylvie R., Christian M., Pascale H., Colette M., Claude C., Jaques B., Jacqueline M et Corienne L, (2003).** Mortalité et transferts racinaires des éléments en traces, influences des micro-organismes du sol.282p.
- 87- Touffet J, (1982).** Dictionnaire essentiel d'écologie. Ed. Ouest France, 1982, p34.
- 88- Toulouse Benoît.** Les végétaux et leurs milieux .
fichier <http://www.olifant-media.fr/powerp/Les%20vegetaux%20et%20leur%20milieux.ppt>
- 89- Vanhaluwyn C, et Lerond M. (1993).** Guide des lichens, le chevalier. 344p.
- 90- Verginie J, (2001).** Les conséquences de la pollution par les métaux lourds L'environnement, Edition. Ademe. p25.
- 91- Wiley J., Sons I., Othemer, (1998).** Encyclopédia of chemical Technology. 4^{eme} édition vol 25. New York. pp 789 - 853.
- 92-White et Jentsch ,(2001) .**pollution de l'environnement et contamination des légumes. Agticontact .p223
- 93- Younssi S E (2006) .**Diagnostic des essais de reboisement et de régénération du chêne liège (*quercus Suber L.*) Dans la région de Jijel, thèse maj. –Un .Constantine .p180.



Réalisé par :	Jury :
<ul style="list-style-type: none"> • Bouzeraâ Nassima • Hafirassou Dounia 	Président : M ^e Ben abd Elkader.M Examineur : Mr Chahredine.S Encadreur : M ^{elle} Bentruche.I

Thème

Réponses écophysiologicals de quelques espèces végétales à leur milieu

Résumé

Notre travail a porté sur l'adaptation éco physiologique des trois espèces végétatives retrouvées dans le site d'étude nous avons choisies quatre stations en fonction de l'éloignement de la chaussée et de l'homogénéité de peuplement de chaque site. Les échantillons des sols et végétaux prélevés ont fait l'objet des paramètres liés à la physiologie des plantes ont été retenues (chl, pro, suc). Les échantillons des sols ont fait l'objet d'une caractérisation physico-chimique au niveau de laboratoire (pH, CE, MO CaCO₃, CEC) et de dosage des métaux lourds totaux.

Les résultats obtenus montrent que le sol et les végétaux sont assez dégradés. Pour le sol, on a constaté une variabilité dans la concentration des métaux d'une station à l'autre.

Cette étude a montré la présence d'une pollution et leur effet sur les trois espèces étudiées, et surtout les lichens qui, considérés l'espèce la plus sensible à ce phénomène.

Les mots clés : l'adaptation écophysiological-chlorophylle-proline-sucre soluble-métaux lourds.

Abstract

Our work has focused on the eco physiological adaptation of the three species found growing in the study site we selected four stations depending on the distance from the pavement and the homogeneity population of each site. Soil samples and plants collected were the subject of its related parameters in plant physiology were selected (chl, pro, juice). Soil samples have been characterized physico-chemical laboratory at (pH, EC, MO CaCO₃, CEC) and determination of total heavy metals.

The results obtained showed that the soil and plants are quite degraded. The ground on the existing variability in the concentrations of metals a year.

This study showed the presence of pollution and their effect on the three species studied, especially lichens, which considered the species most susceptible.

Key words: eco physiological adaptation-chlorophyll –prolins-sucr soluble.

ملخص

يركز عملنا هذا على التكيف الاكوفيزيولوجي لثلاث أنواع نباتية في موقع الدراسة المختار ,ومن أجل هذا تم اختيار أربع محطات دراسية على أساس البعد عن الطريق و التجانس النباتي. العينات الترابية والنباتية المأخوذة كانت بهدف قياس الخصائص المتعلقة بفيزيولوجيا النبات (كلوروفيل, بروتين , سكر دائب). ومعرفة الخصائص الفيزيوكيميائية للتربة أين تم قياس كل من (المادة العضوية, الكلس, الملوحة... الخ) إلى جانب معايرة نسبة المعادن الثقيلة مخبريا بالنسبة للتربة و النبات.

النتائج المتحصل عليها أوضحت بأن التربة والنباتات متضررة كما تبين وجود معادن ثقيلة وبتراكيز مختلفة في التربة.

هذه الدراسة أوضحت عن وجود التلوث وأثره على الأنواع النباتية المدروسة , خاصة الأشنات والتي تعتبر النوع الأكثر تأثرا.

الكلمات المفتاحية: التكيف الأيكوفيزيولوجي -كلوروفيل-برولين-سكر دائب-المعادن الثقيلة.