

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



UNIVERSITE KASDI MERBAH- OUARGLA
FACULTE DES SCIENCES ET SCIENCES DE L'INGENIEUR

Département de Biologie

Mémoire de fin d'Etudes

En vue de l'obtention du Diplôme d'Ingénieur d'Etat En Biologie

Filière: Ecologie Végétale et Environnement

Option: Ecosystèmes Steppiques et Sahariens.

THEME

Détéction de la pollution atmosphérique par les hydrocarbures à l'aide d'un bio indicateur lichénique (*Xanthoria parietina*) et quelques végétaux supérieurs (*Casuarina equisetifolia* et *Phoenix dactylifera*) dans la région de Hassi Messaoud.

Présenté par:

BEBBA Dalal.

BEN DEROUICHE Nadjet.

Devant le jury:

Présidente : Mme. BISSATI S. Maître de Conférence

Promoteurs : Mlle. KHELIL R. Maître Assistante

Examineurs : Mr. SLIMANI S. Maître Assistant

Mme. MEDJBER T. Maître Assistante

Année universitaire : 2006/2007

Remerciement

Avant tout nous remercions Dieu tout puissant pour nous avoir donné la force, le courage et la chance d'étudier et de suivre le schéma de la science.

C'est avec beaucoup de reconnaissance que nous adressons nos sincères remerciements à Mlle KHELIL R Maître assistante pour avoir suivie et dirigé ce travail, nous le remercions infiniment, pour son aide, ses conseils, ses orientations ainsi que, ses remarques et ses critiques nous ont été d'un apport précieux,

Nous remercions également Mme BISSATI S. Maître de conférence à la Faculté des Sciences et Sciences de l'Ingénieur, qui nous faisons l'honneur d'avoir accepter de présider le jury de soutenance.

Aux membres de jurée qui nous font honneur d'examiner ce travail :

-Mme. MADJBER- Maître assistante.

-Mr. SLIMANI S- Maître assistant.

A tout le personnel du laboratoire du département de Biologie, ainsi qu'au personnel de bibliothèque d'ANNABA.

Nous n'oublierions pas de remercier Mr. BENSACI M.B et Mr. EDDOUD A (Maîtres assistants chargé de cour) pour leurs aides.

Au terme de ce travail, nous tenons à exprimer notre profonde gratitude et à remercier :

-Mr MOULAI A (Ingénieur des mines) Pour leur' aide .

- Mr BENJAZZIA M (direction de l'environnement de HMD).

-Les directeurs des sociétés que nous faisons notre travail.

A tous les enseignants du département de biologie et d'agronomie.

Et enfin nous remercions tous ceux qui nous ont aidé de près ou de loin pour la réalisation de ce travail.

Abréviations

C.I.T.E.P.A	Centre Interprofessionne Technique d'Etude de la Pollution Atmosphérique.
DO	Densité Optique
EVP (mm)	Evaporation en millimètre
H%	Humidité relative (pourcentage)
H.C.T	Hydrocarbures totaux
HMD	Hassi Messaoud
INSOL	Insolation
MF/MS	Matière fraîche /Matière sèche
µg/g	Microgramme / gramme
nm	Nanomètre
NT	Néant
O.N.M	Office National de Météorologie.
P (mm)	Précipitation en millimètre
P pm	Partie par million
R	Coefficient de corrélation
R ²	Coefficient de détermination
T max	Température maximale
T min	Température minimale
T moy(C°)	Température moyenne (degré cil sus)
V (m/s)	Vitesse du vent (mètre par seconde)

Sommaire

Introduction	1
Première partie : La pollution atmosphérique par les hydrocarbures et les bio indications	
Chapitre I : pollution atmosphérique	
I- La pollution	3
I.1- Définitions	3
I.2- Les différents types de pollution	3
I.3- Classification des polluants	4
II- La pollution atmosphérique	5
II. 1- Définition de la pollution atmosphérique	5
II.2 -Différentes échelles de la pollution	5
II.3-Classification des polluants atmosphériques	5
II.4- Paramètre influençant de la dispersion des polluants	6
II.4.1- Les facteurs météorologiques	6
II.4.2 –Les facteurs topographiques	8
II.5. Passage des polluants de l'atmosphère dans l'eau et les sols	8
II.6-Lutte contre la pollution atmosphérique	8
Chapitre II : La pollution atmosphérique par les hydrocarbures	
I-les hydrocarbures	10
I.1- Définition	10
I.2- Origine des hydrocarbures	10
I.3- Nature des hydrocarbures	10
I.4- Propriétés physico-chimiques des hydrocarbures	14
I.4.1- Propriétés physiques	14
I.4.2 -Propriétés chimiques	14
I.5-Utilisation des hydrocarbures	15
II -La pollution atmosphérique par les hydrocarbures	15
II.1-Definition	15
II.2- Sources de la pollution atmosphérique par les hydrocarbures	16
II.2.1- Source naturelle	16
II.2.2- Source anthropique	16

II.3- Les conséquences de la pollution par les hydrocarbures	16
II.3.1-Sur les biocénoses	16
II.3.2-Sur le milieu marin	17
II.3.3-Sur le milieu terrestre	17

Chapitre III les bio- indications

I- Bio indication de la pollution atmosphérique	19
I.1-Définition de la bioindication ou de indicateur biologique	19
II-Étude de la végétation lichénique	20
II.1- Historique et définition	20
II.2- Symbiose lichénique	21
II.3- Biologie et morphologie des lichens	22
II.4- Structure de thalle lichénique	25
II.5- Relation du thalle avec le substratum	27
II.6- Nutrition des lichens	27
II.7- Systématique, reproduction et développement des lichens	28
II.8- Ecologie des lichens	30
II.9- Biochimie des lichens	31
II.10- Ethnologiques	32
II.11- Utilisation des lichens comme indicateur de la pollution atmosphérique	33
III- Utilisation des végétaux supérieurs comme bio indicateurs de la pollution	34
III.1-Modes d'entrée- d'accumulation et les effets des pollutions atmosphériques chez les végétaux.	34
III.2-Généralités sur les espèces des végétaux supérieurs utilisés comme bio indicateur	34
III.2.1-Casuarina	34
III.2.2- Palmier dattier	35

Deuxième partie : Matériels et méthodes

Chapitre I : Présentation de la région d'étude et de la source de pollution

I. Présentation de la région d'étude	39
I.1. Cadre administratif	39
I.2. Cadre géographique	39
I.3- Géomorphologie	39
I.4- Hydrographique	41
I.5- la faune et la flore	41
II. Représentation de la source de pollution Hassi Messaoud	41

II.1- Historique du champ Hassi Messaoud	41
II.2- Climatologie de la station de Hassi Messaoud	42
Chapitre II : Etude expérimentale	
I- Technique de transplantation des lichens	46
I.1- Définition de la transplantation des lichens et choix de l'espèce transplantée	46
II- Technique de prélèvement des échantillons transplantés	47
III- Choix des sites transplantation	47
Chapitre III : Techniques analytiques	
I- Dosage des hydrocarbures totaux	50
II- Détermination du rapport MF/MS	51
III- Dosage de la chlorophylle « a et b »	51
Troisième partie : Résultats et discussion	
I- Accumulation spatio-temporelle des hydrocarbures totaux par les transplants lichéniques et les végétaux supérieurs	54
II- Variation spatio-temporelle du rapport MF/MS chez les transplants lichéniques et les végétaux supérieurs	64
III- Variation spatio-temporelle de la chlorophylle "a+b" dans les transplants lichéniques et les végétaux supérieurs	73
Conclusion générale	81
Références bibliographiques	83
Annexes	89
Glossaire	

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
I	Classification des pollutions	4
II	Composition moléculaire et caractéristique des principaux polluants de l'air	7
III	Bio évaluation de la pollution de la biosphère.	20
IV	Représentation des données climatiques (1997- 2006).	43
V	présentation des sites d'échantillonnage.	48

Liste des figures

N°	Titre	Page
01	Schéma représente la classification des hydrocarbures d'après (WAUQUIER, 1994.)	13
02	La symbiose lichénique (coupe transversale) du thalle (<i>Parmelia ocetabulum</i>).	22
3	Structure homéomère des lichens gélatineux	26
4	Structure hétéromère des lichens fruticuleux et foliacée.	26
5	Soralies et sorédies et isidies.	29
6	Présentation de la région de Hassi Messaoud	40
7	Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN pour la région de H.M.D.	45
8	Etage bioclimatique de la région de hassi Messaoud selon le climagramme d'EMBERGER	46
9	Localisation des sites de transplantation lichenique au niveaux de la région de H.M.D	49
10	Variations spatio-temporelles de l'accumulation des hydrocarbures totaux par les lichens	53
11	Variations spatio-temporelles de l'accumulation des hydrocarbures totaux par de Casuarina	53
12	Variations spatio-temporelles de l'accumulation des hydrocarbures totaux par du palmier dattier	55
13	Les courbes de tendance de l'accumulation des H.C.T par les Lichens	57
14	Les courbes de tendance de l'accumulation des H.C.T par le Casuarina	49
15	Les courbes de tendance de l'accumulation des H.C.T par le Palmier dattier	61

16	Variations spatio-temporelles du rapport MF/MS des échantillons des lichens	63
17	Variations spatio-temporelles du rapport MF/MS des échantillons de Casuarina	63
18	Variations spatio-temporelles du rapport MF/MS des échantillons du Palmier dattier	65
19	Les courbes de tendance de la variation du rapport MF/MS par les transplantations lichéniques.	67
20	Les courbes de tendance de la variation du rapport MF/MS par de Casuarina	69
21	Les courbes de tendance de la variation du rapport MF/MS par du palmier dattier	71
22	Variations spatio-temporelles de la chlorophylle "a+b" des échantillons des transplantés lichéniques	72
23	Variations spatio-temporelles de la chlorophylle "a+b" de Casuarina	72
24	Variations spatio-temporelles de la chlorophylle "a+b» du palmier dattier	72
25	Les courbes de tendance de la variation spatio-temporelle de la chlorophylle a+b des transplantés lichéniques	75
26	Les courbes de tendance de la variation spatio-temporelle de la chlorophylle a+b de casuarina	77
27	Les courbes de tendance de la variation spatio-temporelle de la chlorophylle a+b du palmier dattier	79

Liste des photos

N°	Titre	Page
01	Observation microscopique d'un lichen	23
02	Thalle crustacé <i>Lecanora</i>	24
03	Thalle foliacé <i>Xanthoria</i>	24
04	Thalle fruticuleux <i>Ramalina</i>	24
05	Thalle squamuleux <i>Pyxidata de Cladonia</i>	24
06	Thalle composite <i>Cladonia</i>	24
07	Les feuilles et les fruits de <i>Casuarina equisetifolia</i>	37
08	<i>Phoenix dactylifera</i>	37
09	Espèce végétale <i>pistacia lentiscus</i> recouverte par l'espèce lichénique (<i>Xanthoria parientina</i>)	47

Glossaire

- * **Caduc** : Se dit de tout organe végétal qui tombe, annuellement ou occasionnellement, aussitôt après avoir remplis sa fonction.
- * **Chlorose** : Altération de la couleur des feuilles par absence de formation de chlorophylle.
- * **Cryptophyte** : Plantes qui pour se protéger du froid ne conservent en hiver que ses parties souterraines (bulbe tuberculé, rhizome, drageon).
- * **Génotype** : Ensemble des caractères génétiques transmis d'une génération à la suivante et assurant la capacité de réaliser tel ou tel phénotype chez un individu.
- * **La corrélation** : Outre la détermination de la forme de la liaison entre les variables, il faut déterminer son intensité.
- * **La régression** : La relation qui lie les variables, X et Y par exemple, est synthétisée par une courbe dite courbe de régression.
- * **Phytotoxicité** : Propriété, pour une substance ou une préparation d'occasionner aux végétaux des altérations passagères ou durables (Les herbicides sont phytotoxiques)
- * **Transplantation** : En phytotechnie, opération qui consiste à déterrer une plante pour la replanter ailleurs.
- * **Brise vent** : Obstacle matériel destiné à réduire la vitesse du vent.
- * **Chlorophylle** : Pigment vert élaboré par les chloroplastes
- * **Cryptogame** : Se dit d'une plante dont les organes de la reproduction ne sont pas apparentes.
- * **Nécrose** : Transformation d'ordre biochimique qui se produit dans les tissus après la mort des cellules.
- * **Pérenne** : Se dit d'une plante qui, normalement annuelle ou bisannuelle, peut devenir vivace ; se dit aussi de la partie de la plante (bulbe, tubercule...etc) qui chez les espèces vivaces, reste vivante pendant l'hiver.
- * **Photosynthèse** : Synthèse de matière organique réalisée à l'aide de l'énergie lumineuse par les végétaux chlorophylliens.
- * **Plasmolyse** : Phénomène osmotique au cours duquel une cellule à paroi rigide perd de l'eau et voit diminuer le volume délimité par sa membrane cytoplasmique ou état d'une cellule subissant ce phénomène.
- * **Pollution** : Résultat de l'action de salir ou de souiller de rendre malsain ou dangereux.
- * **acidification** : En pédologie phénomène par lequel les cations métalliques du complexe absorbant (calcium Ca^{++} , magnésium, Mg^{++}) sont remplacés par des ions H^+ .

- * **Eutrophisation** : dégradation de la qualité des eaux continentales (lacs étranges) provoquée par des apports excessif des 'éléments minérales.
- * **Synergie** : Amélioration de l'efficacité d'un produit (engrais, substances) par le fait de son association avec un autre produit.
- * **Mutation** : la mutation créée une modération de l'information directement transmissible.
- * **Bio indication** : c'est une méthode d expérimentale qui consiste mesure la réponse des pones des organismes à la pollution atmosphérique.
- * **Bio accumulation** : elle nécessite des municipalités complexes au laboratoire et n'est pas adoptée à un usage pédagogique, cette méthode permet de doser les métaux lourds, le fluore, les élément radioactifs, les hydrocarbures aromatique polycycliques les dioxines, et furannes.

Introduction

Introduction

La pollution de l'air est un problème très ancien qui date depuis la période préhistorique où la consommation d'engrais a commencé d'augmenter. La révolution industrielle et l'évolution technologique sont à l'origine de cette augmentation de la quantité des polluants émise dans l'air (**ARQUES, 2001**).

La pollution fait partie aujourd'hui de notre vie. Elle touche tout l'écosystème (l'air, l'eau, le sol et le végétal) .Il existe une pollution locale, régionale ou mondiale, certaines sont réversible d'autre non, malheureusement. Il est urgent de réagir contre des déchets et des polluants qui empoisonnent peu à peu notre planète.

Les problèmes liés à la pollution atmosphérique sont devenus ces dernières années une préoccupation permanente pour les pouvoirs publics, les scientifiques et même la société civile.

Les produits pétroliers (huile minérale et gaz) représentent une source d'énergie pour toutes les activités, mais constituent une source de pollution importante vu qu'ils engendrent des masses énormes de résidus de combustion.

La nécessité d'estimer les quantités présentes de contrôler l'accumulation des produits pétroliers, leurs transformations et leur devenir, comme d'en estimer l'impact sur la flore, la faune et l'environnement devient une priorité (**KHELIL, 2004**).

L'Algérie occupe la 12^{ème} place mondiale en production de pétrole, les réserves de pétrole, essentiellement celles du bassin de Hassi Messaoud (989 MT produits en 1980), ces productions font que notre pays développe de plus en plus une industrie pétrolière qui n'est pas sans effets sur notre écosystème saharien réputé très fragile (**MESSAOUDI et GHOGALI, 2005**).

Dans le cadre de ce mémoire de fin d'études l'objectif de notre travail est de mettre en évidence la détection de la pollution atmosphérique par les hydrocarbures à l'aide d'un bio indicateur lichénique (*Xanthoria parietina*) et quelques végétaux supérieurs (*Casuarina equisetifolia, Phoenix dactylifera*). L'utilisation des bio indicateurs et bio accumulateurs et certains végétaux supérieurs peut fournir des indications très intéressantes quant à la qualité et les caractéristiques du milieu naturel, ils permettent également de mettre en évidence, aussi précocement que possible, les modifications naturelles ou provoquées. (**BLANDIN, 1986**)

Le choix de la ville de Hassi Messaoud (Wilaya de Ouargla, sud-est d'Algérie) comme lieu d'étude pour ce projet, il est basé sur le fait que cette ville est particulièrement marquée par une urbanisation rapide concentrée en plein champ pétrolier et un pôle attractif et constitue une véritable métropole économique, grâce aux activités d'exploration, de production et de transport des hydrocarbures.

Pour réaliser la présente étude nous avons utilisés différents bio indicateurs (bio accumulateurs) à savoir les transplants lichéniques (*Xanthoria parietina*) et des végétaux supérieurs, concernant : *Phoenix dactylifera* (espèce endémique) et *Casuarina equisetifolia* (espèce introduite).

Notre travail est soigneusement structuré en trois parties :

La première partie a été consacrée à une synthèse bibliographique sur la pollution atmosphérique par les hydrocarbures et leurs effets écotoxicologiques, suivie d'une étude sur la bio indication en l'occurrence les lichens et les végétaux supérieurs et leurs pouvoir indicateurs.

Dans la seconde partie nous présenterons dans un premier temps la zone d'étude tout en précisant le choix des sites d'échantillonnage et dans un autre temps le protocole expérimentale globale avec toutes les techniques analytiques utilisées dans cette études.

Enfin, dans la dernière partie, nous avons présenté les résultats obtenus et leurs interprétations.

Première partie

**La pollution atmosphérique par les hydrocarbures
et les bio indications**

Chapitre I

La pollution atmosphérique

- les pollutions de l’atmosphère est un ensemble encore plus vaste problèmes (Smog, pluie acide, effet de serre).

3- Classification des polluants

Tout d’abord grouper les agents polluants selon leur nature : physique, chimique, et biologique ...etc. (Tableau I).

En réalité, aucune de ces méthodes n’est vraiment satisfaisante car une même substance peut présenter diverses modalités d’action. **(RAMADE ,1995)**

Tableau I : Classification des pollutions.

Nature des polluants	Atmosphère	Ecosystèmes		
		Continentaux	Limniques	Marin
1. Polluants physiques				
Radiations ionisantes.....	+	+	+	+
Pollution thermique.....			+	+
2. Polluants chimiques				
hydrocarbure et leurs produits de combustion.....	+	+	+	+
Matières plastiques.....	+	+	+	+
Pesticides.....		+	+	+
Détergers.....			+	+
Composés organique de synthèse divers.....	+	+	+	+
Dérivés au soufre.....	+	+	+	
Nitrates.....		+	+	+
Phosphates.....		+	+	+
Métaux lourds.....	+	+	+	+
Fluorures.....	+	+		
Particules minérales (aérosols)	+	+		
3. Polluants biologiques				
Matières organiques mortes...			+	+
Micro-organismes pathogènes.	+	+	+	+

Source : Elément d'écologie **(RAMADE, 1995)**.

(+) = existence.

II- La pollution atmosphérique

II.1- Définition de la pollution atmosphérique

L'atmosphère constitue pour l'ensemble des êtres vivants, un élément de la biosphère ; non seulement parce que certains d'entre eux y puisent l'oxygène qui leur est nécessaire, mais aussi parce que l'ensemble des propriétés qui la caractérise est en fait utile au développement des diverses formes de vie que nous connaissons (**PIERRE ,1975**).

Le terme pollution atmosphérique désigne l'ensemble de rejets de composés toxiques libérés par l'homme dans l'atmosphère. Mais aussi les substances malodorantes qui peuvent être vraiment dangereuses dans l'immédiat pour les organismes vivants, exercent tout de même une action perturbatrice sur l'environnement (**EMILION et KOLLER ,2004**).

Le conseil de l'Europe, dans son rapport du 14 septembre 1967 a retenu la définition suivante, « il y a pollution de l'atmosphère lorsque la présence d'une substance étrangère ou une variation importante dans les proportions de ses constituants est susceptible de provoquer un effet nuisible, compte tenu des connaissances scientifiques du moment, ou de créer une gêne».

II. 2 -Différentes échelles de la pollution

Centre Interprofessionnelles Technique d'Etude de la Pollution Atmosphérique (CITEPA) ; les phénomènes relatifs à la pollution atmosphérique se déclinent :

II.2.1 -La pollution locale

Où pollution de proximité, s'intéresse à la pollution de l'air dans les grandes villes et les zones fortement peuplées où se situent la plupart des sources de la pollution aux activités humaines.

II.2.2- La pollution régionale

Pollution à longue distance les polluants émis par les activités humaines retombent en partie à proximité des sources les principaux problèmes de pollution à longue distance sont l'acidification, l'eutrophisation et la pollution photochimique.

II.2.3 -La pollution globale (planétaire)

Ce type de pollution a été mis en évidence au cours des années 80. Avec les observations des chercheurs sur l'effet de serre et la destruction de l'ozone stratosphérique.

II.3-Classification des polluants atmosphériques

Selon (POPESCU et al, 1998 in BENHAMADA, 2004) ; les polluants peuvent être classés en fonction de leur nature et de leur degré de dispersion en :

II.3.1-Polluants inorganiques

- Dérivés oxygénés du soufre (dioxydes- SO₂)
- Dérivés oxygénés de l'azote (monoxydes et dioxydes d'azote)

- Hydrogène sulfuré
- Ammoniac
- Monoxyde et dioxyde de carbone
- Dérivés du plomb
- Chlore et chlorures
- Fluore et fluorures

II.3.2-Polluants organiques

- Dérivés du carbone ; les hydrocarbures, aldéhydes et cétones, composés organiques du soufre (sulfure).

II.3.3-Aérosols

- Particules solides (poussières, fumées).
- Particules liquides (brouillards, gouttelettes).

Les polluants énumérés peuvent se rencontrés simultanément, ce qui permet tout de suite de comprendre combien est complexe la pollution atmosphérique.

Les principaux polluants de l'air sont représentés dans le tableau II.

II.4- Paramètre influençant la dispersion des polluants

La dispersion des polluants dans l'atmosphère peut être influencée par des facteurs météorologiques (vents, températures, précipitations) ainsi que des facteurs topographiques (relief). (GUELLE et EMMANUEL, 1998).

II.4.1- Les facteurs météorologiques

La météorologie est un élément essentiel dans l'appréhension des phénomènes de dispersion de la pollution. Des paramètres météorologiques, on tire deux informations : les types de temps favorables ou défavorables à la dispersion des polluants d'une part, et les types de temps favorables à ou défavorables à la transformation physico-chimique des polluants (GUELLE et EMMANUEL, 1998).

II.4.1.1- Le vent

Le vent agit par sa fréquence, son intensité et la direction, où balayage et sur dispersion des polluants, son absence provoque la stagnation des polluants. Aggravant le problème de la pollution par condensation (GUELLE et EMMANUEL, 1998).

Tableau II : Composition moléculaire et caractéristiques des principaux polluants de l'air

Polluant	Composition	Caractéristiques
Anhydrides sulfureux	SO ₂	Incolore, gaz lourd, soluble dans l'eau avec une odeur irritante.
Particules	Variables	Particules solides ou gouttelettes liquides incluant vapeurs, fumées, poussières et aérosols.
Peroxyde d'azote	NO ₂	Gaz brun rougeâtre légèrement et de soluble dans l'eau.
Hydrocarbures	Variable	Nombreux composés hydrogène et de carbone.
Oxyde de carbone	CO	Incolore, gaz inodore toxique, légèrement soluble dans l'eau.
Ozone	O ₃	Gaz bleu pâle, soluble dans l'eau, instable, odeur douceâtre.
Hydrogène sulfureux	H ₂ S	Gaz incolore, avec une odeur repoussante «d'œufs pourris », légèrement solubles dans l'eau.
Fluorures	Viabes	Irritants, incolores, gaz solubles dans l'eau.
Oxyde nitrique	NO	Gaz incolore, légèrement soluble dans l'eau.
Plomb	Pb	Métallique, peut exister dans les composés chimiques variés avec différentes caractéristiques.
Mercure	Hg	Métallique, peut exister dans les composés chimiques variés avec différentes caractéristiques.

Source : L'essentiel en écologie ; (MACKENZIE et al, 2000).

II.4.1.2- La température

Influe se plusieurs façons. Tout d'abord une faible température entraîne un changement de comportement des gens en favorisant une hausse du chauffage urbain et de l'utilisation des véhicules, ce qui augment les émissions. Mais la température agit aussi dans la formation de polluant secondaire tels que l'Ozone (GUELLE et EMMANUEL, 1998).

Parmi les principales lois effectuées pour cette raison la loi fédérale sur la protection de l'environnement (LPE), cette dernière a pour but de protéger non seulement l'homme, les animaux et les plantes, mais également leur biotope contre les atteintes nuisible ou incommodantes (**MARTIN ,1988**).

Les domaines d'application de la loi de protection de l'environnement concernent , la protection de l'air, la protection contre le bruit, protection contre les catastrophes les substances dangereuses pour l'environnement, la gestion des déchets, les mouvements des déchets spéciaux, la protection des sols, l'étude d'impact.

Cette loi est complétée par un certain nombre d'ordonnances, en ce qui concerne l'ordonnance sur la protection de l'air, elle est entrée en vigueur le 1^{er} Mars 1986. Elle s'articule sur deux principes ; le premier est le principe de la limitation préventive des émissions, en tenant compte :

- de l'état de la technique ;
- de condition d'exploitation ;
- de ce qui est économiquement supportable.

Le second principe s'applique lorsque des émissions excessives sont constatées. En ce cas, une limitation plus levée des émissions doit être ordonnées, des plans d'assainissement doivent être étudiés et mis en œuvre.

Des autres opinions ont été proposées par les différents savants sur la lutte contre la pollution atmosphérique tels que les dispositifs d'extraction et de filtration d'air; les dispositifs visent à faire diminuer la quantité des polluants particuliers rejets dans l'atmosphère.

(MAHI ,1998)

Selon (FAURIE et *al*, 1984), la lutte contre les polluants émises se fait par :

- les foyers domestiques et les centrales thermiques (aménagement, entretien, combustibles appropriés);
- les activités industrielles (emploi de dépoussiérants, élimination de gaz toxique par recyclage, catalyse, surveillance);
- les gaz d'échappement des véhicules à moteurs (amélioration des émission des moteurs, amélioration du moteur : à vapeur électrique, à gaz ...etc, contrôle des véhicules, amélioration de la circulation, information).

Chapitre II

La pollution atmosphérique par les hydrocarbures

I- Les hydrocarbures

I.1- Définition

Les hydrocarbures sont comme l'indique leur nom, sont des composés de carbone et d'hydrogène. La composition selon laquelle ces deux matières peuvent s'unir est très variable. Elle varie en fonction des dosages de C et H ce qu'il retenir surtout c'est que l'état du mélange est influencé par la teneur en carbone; les hydrocarbures sont ainsi, solide, liquide ou gazeux selon leur teneur est plus ou moins faible en carbone (solide : le goudron, liquide : l'essence et les huiles de graissage, gaz) (MAHIOUI, 1974).

I.2- Origine des hydrocarbures

I.2.1- Les hydrocarbures naturels

On trouve les hydrocarbures dans les organismes terrestres et marins. Ces hydrocarbures peuvent être synthétiques par les organismes vivants, provenir de leur nourriture ou encore modifiés par ingestion (LOUISOT, 1983).

a) L'isoprène : Les principales émissions d'isoprène sont dues aux forêts de bois dur à feuillage caduc.

b) Le terpène : La forme chimique générale de terpène est $(C_5 H_8)_n$. Se sont des hydrocarbures extraits par des plantes. Ils sont utilisés depuis de nombreuses années dans les parfums, les nourritures, les insecticides et les solvants. Ils sont inflammables et légèrement neurotoxiques (ARQUES, 1998).

I.2.2- Les hydrocarbures fossiles

I.2.2.1- Le pétrole : Est un mélange complexe des hydrocarbures liquide ou gazeux. Il renferme aussi en petite quantité des composés organiques oxygénés, azotés et soufrés ainsi que des métaux chimiquement liés à des organique.

I.2.2.2- Le gaz naturel : Les gaz naturels extraits du sous-sol ; sont composés principalement de Méthane et ont donc des propriétés très proches de celle du Méthane.

I.2.2.3- Les hydrocarbures synthétiques : Les hydrocarbures de synthèse sont les produits de la distillation, des pétroles bruts conduisant à faire apparaître des combinaisons inexistantes et intéressants pour leurs propriétés et leur utilisation. L'exemple de l'essence, gazoile, mazoute, kérosène.

I.3- Nature des hydrocarbures

On peut grouper les hydrocarbures en différentes familles chimiques selon leur structure. Toutes ces structures sont basées sur la tétravalence du carbone.

Les chaînements moléculaires carbone- carbone peuvent être :

-Soit réunis par une simple liaison -C-C- (Suffixe ANE).

-Soit par des liaisons multiples.

Doubles ; $\diagdown \text{C} = \text{C} \diagup$ (Suffixe ÉNE)

Ou triples ; $-\text{C} \equiv \text{C}-$ (Suffixe YNE)

I.3.1-Les hydrocarbures aliphatiques

Ils regroupent les composés saturés qui contiennent des liaisons simples et des composés insaturés ayant une liaison double de type C=C ou triple liaison C≡C.

I.3.1.1-Les hydrocarbures aliphatiques saturés

Les hydrocarbures aliphatiques saturés ne comportent que des liaisons simples de carbone, mais peuvent toutefois présenter des ramifications. Ils font partie des groupes alcanes ayant pour formule générale $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$.

n est le nombre d'atome de carbone dans la molécule.

I.3.1.2- Les hydrocarbures aliphatiques insaturés

Les hydrocarbures aliphatiques insaturés sont des hydrocarbures qui ont en minimum une double ou triple liaison. Les premiers sont nommés alcènes ayant pour formule C_nH_{2n} . La nomenclature appliquée est la même que celle qui concerne les alcanes; On remplace le suffixe "ane" par "ène". Les alcynes constituent la troisième grande famille des hydrocarbures aliphatiques. Ils ont pour formule générale $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$; une molécule d'alcyne contient une triple liaison C≡C. Pour les nommer, on utilise le suffixe "yne". L'acétylène de formule $\text{HC}\equiv\text{CH}$ est l'alcyne le plus commun, on le nomme éthyne.

I.3.2- Les hydrocarbures naphéniques

Ce sont des composés cycliques divisés de la série aliphatique, ils comptent deux à plusieurs cycles saturés ou non saturés.

Pour les hydrocarbures saturés de formule $\text{C}_{10}\text{H}_{16}$ se trouve dans les essences naturelles parfumées qui sont distillés à partir des végétaux (**PÈRS, 1976 in DJENDI, 2006**).

Pour les hydrocarbures cycliques insaturés, ou groupe des cyclènes possèdent une double ou triple liaison. Ce sont des composés très instables.

I.3.3-Les hydrocarbures aromatiques

Les molécules possèdent un cycle insaturé à six atomes de carbone. On distingue : Les hydrocarbures mono aromatiques dont le plus simple est le benzène et les poly aromatiques. Le schéma suivant représentée les trois famille principaux des hydrocarbures (figure 1)

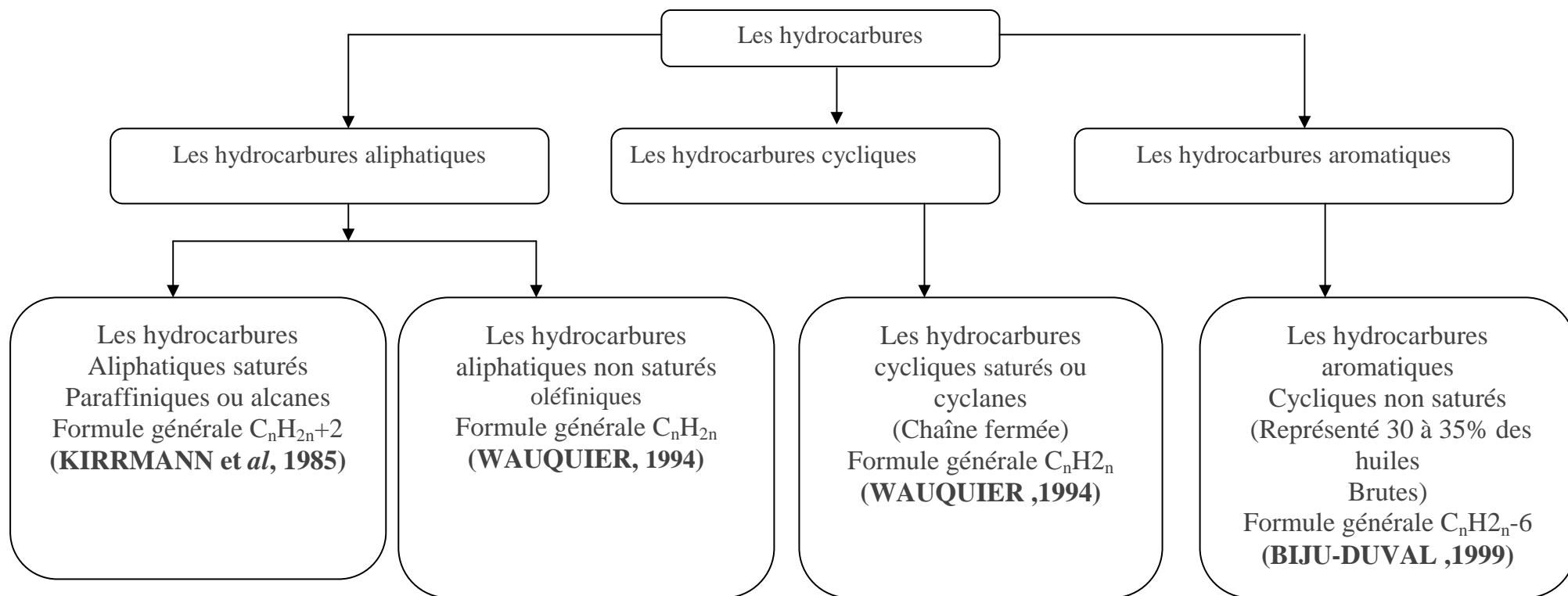


Figure 01 : Schéma représente la classification des hydrocarbures d'après (WAUQUIER, 1994)

I.4- Propriétés physico-chimiques des hydrocarbures

I.4.1- Propriétés physiques

I.4.1.1- Tension de vapeur maximale

Elle ne dépend que de la nature de liquide, elle est exprimée en pression absolue, elle est indépendante du volume qu'elle occupe, et croît avec la température.

I.4.1.2- Vitesse de vaporisation

La vitesse de vaporisation est la quantité des hydrocarbures vaporisée pendant l'unité de temps. Elle dépend de :

- la surface d'évaporation qui est directement proportionnelle à la surface libre de liquide ;
- la saturation de l'air ou l'évaporation d'autant moins rapide que l'atmosphère est située au dessus du liquide qui contient déjà plus de vapeur ;
- la température de l'atmosphère, plus elle est élevée à celle de liquide plus la tension de vapeur maximale est grande et plus la vaporisation est rapide.

I.4.1.3- Densité

Elle détermine la flottabilité des hydrocarbures à la surface de l'eau et influe sur la manière dont ils s'étalent. Les hydrocarbures à faible densité ont une faible viscosité et contiennent une forte proportion des éléments volatils.

I.4.1.4- Solubilité

La solubilité est souvent faible à l'exception des hydrocarbures aromatiques qui sont les plus solubles.

I.4.1.5- La viscosité

Elle représente la résistance des hydrocarbures à l'écoulement par conséquent les hydrocarbures à forte viscosité s'écoulent difficilement.

I.4.2 -Propriétés chimiques

I.4.2.1- La combustion

La combustion est une réaction rapide entre un combustible et l'oxygène à haute température pour donner du gaz carbonique et de la vapeur d'eau dans le cas d'une combustion complète. Le combustible des raffineries est souvent des hydrocarbures légers et l'oxygène est fourni par l'air. Le but de combustion est de produire la chaleur indispensable à la plupart des opérations de raffinage de pétrole.

I.4.2.2- Le craquage

C'est une opération utilisée en pétrochimie pour la fabrication des produits légers commerciale à partir des fractions lourdes d'intérêts commerciales moindres. La réaction se fait par chauffage vers une température de 500°C.

I.5-Utilisation des hydrocarbures

I.5.1- Les combustions

Les combustibles gazeux sont constitués principalement des hydrocarbures, c'est-à-dire des composés contenant uniquement du carbone et de hydrogène. Les gaz les plus utilisés sont:

- Le gaz de pétrole liquéfié (G.P.L) :C'est un mélange de butane et de propène sous produit issu du raffinage du pétrole brut.
- Gaz naturel : C'est un mélange des hydrocarbures saturés gazeux, C'est un composé organique le principale constitue est le méthane. Il est aussi utilisé dans l'industrie pour la fabrication des matières plastiques, de colorants, de produits pharmaceutiques, cuisinières etc.....
- Gaz pauvre : Ce gaz combustible contient l'hydrogène, l'oxyde de carbone, gaz carbonique, méthane et gaz inertes.

I.5.2-Synthèse des pesticides

- Les organo-chlorés : Comme le DDT (diphenyl dichloro trichloroethane).
- Les carbomates : sont des composés organiques comportent divers dérivés de l'acide carbomique (herbicides, fongicides, insecticides).

I.5.3- Les chlorofluorocarbones (CFC)

Les chlorofluorocarbones dérivent des hydrocarbures saturés et insaturés comme méthane, l'éthane...etc. Se sont des gaz synthétiques, existant de manière permanente dans l'atmosphère, et sans toxicité au niveau du sol ; ils sont utilisés dans les bombes aérosols, les machines frigorifiques et comme solvantetc.

Aussi il y a défèrent utilisations des hydrocarbures comme les plastiques, les caoutchoucs et les engrais azotés ...etc.

II-La pollution atmosphérique par les hydrocarbures

II.1-Definition

La pollution par les hydrocarbures est une contamination atmosphérique par les hydrocarbures gazeux soit d'origine artificiel ou naturelle engendrant des phénomènes perturbateurs des équilibres terrestres.

La combustion incomplète dans les foyers domestique qu'industriels introduisent dans l'atmosphères d'importantes quantité des hdrocarbures (benzopyréne, benzotracéne, et composés polycyclique), (**BOURNELLE et GUIDICELLI, 1993**).

II.2- Sources de la pollution atmosphérique par les hydrocarbures

II.2.1- Source naturelle

Les émissions des hydrocarbures liées à cette source sont dues à l'activité biologique des sols, des volcans et de la végétation.

II.2.2- Source anthropique

La source anthropique est constituées par :

- les décharges publiques : la fermentation de la cellulose coton, dans le papier, le coton et bois ;
- la circulation automobile : l'analyse qualitative de l'atmosphère urbain à mis en évidence la présence des hydrocarbures aliphatique saturés et insaturés et certains des hydrocarbures aromatiques légers , ils proviennent en majeure partie de l'évaporation du combustible au niveau des véhicules juste après l'arrêt du moteur lorsque celui ci est encore chaud ;
- les industries chimiques et pétrochimiques : les industries qui utilisent des composés organiques, émettent également des quantité importantes des hydrocarbures ou leur dérivés chlorés.

II.3- Les conséquences de la pollution par les hydrocarbures

II.3.1-Sur les biocénoses

Des études ont montrées que les effets des hydrocarbures sur les organismes vivants dépendent de nature des hydrocarbures. Il est généralement admis que les hydrocarbures aromatiques sont plus toxiques, suivis par les séries oléfiniques et paraffiniques (**KHELIL, 2004**).

II.3.1.1- Toxicité aigue

La toxicité aiguë des hydrocarbures est plus facile à mettre en évidence, il à été prouvé que les hydrocarbures aromatiques sont toxiques suivie par oléfines (alcène), naphthénique et paraphréniques à point d'ébullition plus élevés (certains lubrifiants) sont moins toxiques. Les molécules à bas poids moléculaire sont plus toxiques.

II.3.1.2- Effets synergiques

C'est l'association des plusieurs fonctions pour la réalisation d'un seul, l'effet synergique le plus connu est celui de produits tensioactif qui favorise l'émission et la dispersion des produits pétroliers. Qui autrement seraient restés en surface: Les hydrocarbures chlorés sont utilisés généralement comme pesticides. Présente une autre forme de synergisme qui consiste l'insolubilité de l'eau, Ils sont extrêmement toxiques à faible dose.

II.3.1.3- Effets concérigènes

Les hydrocarbures polycycliques (hydrocarbures aromatiques ayant 4à7 cycles benzéniques), à faible point d'ébullition, ont des propriétés concérigènes.

II.3.2-Sur le milieu marin

Les effets de la pollution par les hydrocarbures apparaissent essentiellement au niveau du milieu marin en agissant directement sur la faune et la flore marine.

II.3.2.1- Sur les Poisson

Les poissons semblent par la pollution pétrolières (car ils fuient ces zones là), ils arrivent assez souvent que l'ingestion des résidus de ce type directement ou par voie de nourriture, leur donnent un goût désagréable qui les rendent impropres à la contamination.

II.3.2.2- Sur les Algues

Les algues brunes comme genre *Fucus* sont les plus sensibles et leur disparition est remplacée par des algues vertes comme les laitues de mer qui sont plus résistantes, ils existent des bactéries qui sont capables d'attaquer le pétrole. Elles se multiplient en entraînant un appauvrissement de l'eau en oxygène, d'où la mort du plancton en la fuite des poissons sans oublier le fait que la dégradation bactérienne du pétrole à un toxicité non négligeable (SCHRAM, 1972).

II.3.2.3- Sur les Crustacés

Les animaux les plus sensibles au pétrole semblent être les larves de crustacés. Il affecte irréversiblement leur fertilisation et leur développement (RENZONI, 1975).

II.3.3-Sur le milieu terrestre

Les effets de la pollution atmosphérique par les hydrocarbures sur le règne animale et végétale, sont plus convaincants.

II.3.3.1- Sur les animaux

Parmi les animaux les plus atteints par la pollution des hydrocarbures sont les oiseaux. Ces derniers sont particulièrement vulnérables à la pollution pétrolière suite à une toxicité aigue qui provoque des effets tels que:

- la perte de flottabilité qui provoque la mort par noyade à cause de l'élimination de l'air emprisonné entre les plumes ;
- l'amaigrissement des oiseaux suit à des incidences ethalogiques qui affectent la capacité de recherche de la nourriture, qui peut aller jusqu'à la mort.

II.3.3.2- Sur les végétaux

a) Les végétaux supérieurs

Les végétaux subissent également des attaques importantes. Les arbres peuvent présenter des substances goudroneuses ; les cultures aux abords des autoroutes subissent des contaminations par les rejets des hydrocarbures et surtout par le plomb contenu dans l'essence. Certains chercheurs ont estimé que certains hydrocarbures aliphatiques seraient la cause de la régression de certaines forêts.

b) Les lichens

Les premiers symptômes d'intoxication aux des hydrocarbures chez les lichens, sont le changement de la coloration et le retournement des extrémité des lobes des thalles lichéniques, mais dans les zones où l'arrivée des hydrocarbures à été massive, et où ils sont restent pendant un certain temps colées en plaques aux rochers la flore lichénique est morte et ouffée (**LALLEMANT et VAN HALUWYN ,1981**).

D'une manière générale, la pollution atmosphérique provoque plusieurs altérations du thalle des lichens à savoir : décoloration et réduction de la luxuriance ; apparition de zones nécrosées à la périphérie et diminution de l'épaisseur, avec l'apparition d'une couche lipidique imperméable superficiel et la plasmolyse des cellules algales.

Tous ces dégâts chez les populations lichéniques varient énormément en fonction :

- la quantité des hydrocarbures à laquelle les lichens sont exposés ;
- le temps d'exposition aux hydrocarbures ;
- le degré d'accumulation et de toxisensibilité des lichens contaminés.

II.3.3.3- Sur l'homme

◆ Par voie respiratoire ou mode d'inhalation : les hydrocarbures autres que les benzéniques inhalés par les voies respiratoires traversent les alvéoles pulmonaires et se fixent sur l'hémoglobine du sang. Cette fixation est fragile et les hydrocarbures ainsi inspirées s'éliminent rapidement au cours de l'expiration lorsque le sujet revient dans une atmosphère normale .L'inhalation des quantités importantes des hydrocarbures non benzénique, proportion d'oxygène dans l'air inspirés sont trop faibles pour entretenir la vie "il y a asphyxie".

◆ Par voie cutanée : Les hydrocarbures aromatiques dissolvent les graisses par suite, lorsqu'ils sont en contact avec la peau, ils attaquent ensuite les revêtement protecteurs et causes de grave lésions.

◆ Par voie digestive ou mode d'absorption : l'absorption des hydrocarbures et en particulier les hydrocarbures aromatiques ne peut être accidentelle ou par manque d'hygiène surtout chez les professionnels.

D'une manière générale les effets des hydrocarbures sur l'homme sont similaires que sur les animaux. Selon le type des hydrocarbures et sa concentration on peut citer les effets nuisibles tels que :

- irritation des muqueuses (nez, yeux, gorge) ;
- odeur désagréable ;
- effet cancérigène surtout par les hydrocarbures polycycliques aromatiques.

Chapitre III

Les bio indications

I- Bio indication de la pollution atmosphérique

Les capteurs physiques de la pollution en générale et celle de l'atmosphère en particulier, constituent des moyens complexes et extrêmement onéreux. En effet depuis quelques décennies plusieurs chercheurs sont orientés vers la bioinduction pour cartographie de la pollution qui sévit de vaste territoire.

I.1- Définition de la bio indication ou de indicateur biologique

NYLANDER en 1866; avait crée le terme « l'hygiomètre », terme particulièrement évocateur ; actuellement on parle de « bioinducteur » bien que ce terme soit largement utilisé. Sa définition n'est pas aussi simple à donner en raison même de vaste champ d'application de la bio indication .chaque spécialité de la bio indication a donné une définition qui correspondait le mieux à l'usage qu'il en attendrait, nous choisirons donc celle qui nous parait la mieux adoptée à notre spécialité, c'est celle, proposée en 1986 par BLANDIN « un organismes ou un ensemble d'organismes qui par référence à des variables biochimiques, biologiques, physiologiques, et éthologiques. Permet de façon pratique et sur la caractérisation de l'état d'un écosystème ou d'un éco complexe et de mettre en évidence aussi précocement que possible leurs modifications naturelle ou provoquées » donc le concept de bioinducteur s'applique aux bactéries, virus, animaux et végétaux (WOLTERBEEK ,2002), 58% des indicateurs sont des végétaux, les lichens seuls représentent à peu près la moitié 27% ; le tableau III visualise leur importance en pourcentage en fonction des milieu étudiés. Ce tableau réalisé par BLANDIN, 1986, est le tableau II d'une analyse de 690 travaux traite de la bio évaluation des pollutions.

Tableau III : bio évaluation de la pollution en de la biosphère.

Organisme vivant	Milieux terrestres %	Eaux continentales %	Milieux marins %
Bactérie, virus	4.2	29.7	9.8
Algues, phytoplancton	-	8.1	9.4
Lichens, mousses	27.5	-	-
Macrophyte aquatique	-	4.1	2.4
Arbre	19.2	-	-
Autres phanérogames	11.7	-	-
Lombrics	3.3	-	-
Mollusques	-	4.5	36.3
Invertébrés benthiques	-	20.7	17.6
Arthropodes terrestres	9.2	-	-
Poisson	-	9.9	8.2
Oiseaux	6.7	-	-
Mammifères	6.7	-	-
Autres	11.7	23.0	16.3

Source : bio indication et diagnostic des systèmes écologiques; (BLANDIN ,1986)

NYLANDER précise en outre que "les lichens donnent à leur manière la mesure de la solubilité de l'air.", et constituent (si l'on peut dire aussi) une sorte "d'hygromètre très sensible".

Actuellement bon nombre de collectivités locales régionales ou territoriales et divers organismes publics sollicitent les lichénologues pour des cartographies de la qualité de l'air dans le but d'établir un constat initial.

II -Etude de la végétation lichénique

La lichénologie est une branche de la biologie, elle s'intéresse à l'étude des lichens. C'est une discipline recouvrant plusieurs aspects de ces organismes, la taxonomie, la morphologie, la physiologie, la relation algue champignon, l'écologie et la bioindication (KRANNER et al, 2002).

II.1-- Historique et définition

II.1.1- Historique

Le terme «lichen » est d'origine grec que d'où sa prononciation habituelle LIKEN. Il sera retrouvé pour la première fois dans les écrits de Théophraste au IV^e siècle avant notre ère. Il désigne des plantes croissant sur les troncs des arbres certainement confondues avec les lichens (OZENDA et CLAUZADE, 1970).

Quelques travaux effectués dans le monde sont présentés dans le tableau I en annexe 1.

En revanche, plusieurs travaux sur la flore lichénique, on été effectués en Algérie, tableau II en annexe 1.

Les cryptogrammes du Sahara septentrional et central sont encore plus mal connues, mais ne paraissent pas être nombreux, tableau III en annexe 1.

II.1.2-- Définition

OZENDA et CLAUZODE en 1970, définissent les lichens "comme une association symbiotique entre un eumycète et un cyanophyte ou un chlorophyte". Il s'agit donc d'un binôme entre un élément algal autotrophe grâce à la chlorophylle procure la substance organique et d'un élément fongique qui protège l'algue et lui procure de l'humidité.

II.2- Symbiose lichénique

Les lichens ne présentent pas un embranchement naturel, ils réalisent une association symbiotique très précise d'une algue verte (où d'une cyanobactérie) et d'un champignon (**GUIGNARD, 1998**), (figure 2).

L'efficacité de la symbiose est procuré par les habitats peuplés des lichens ou ni un champignon seul ou une algue isolée ne pourrait subsister (**ALIOUA, 1995**).

II.2.1- Phycosymbiote (l'algue)

Il mesure l'alimentation carbonée de l'ensemble par ces pigments assimilateurs.

II.2.2- Mycosymbiote (champignon)

Grâce au feutrage des ses filaments. Il fourni un support à l'algue et évite sa déshydratation. Il représente plus de 90 % de la biomasse lichénique.

Cette association symbiotique constitue des organismes stables (que l'on caractérise de façon imagée par l'opération $1+1=1$). Considérés comme des espèces individualisées, elles sont nombreuses et certaines très anciens, sans doute parmi les premières à avoir colonisé le milieu terrestre (**ROLAND et VIAN, 1999**).

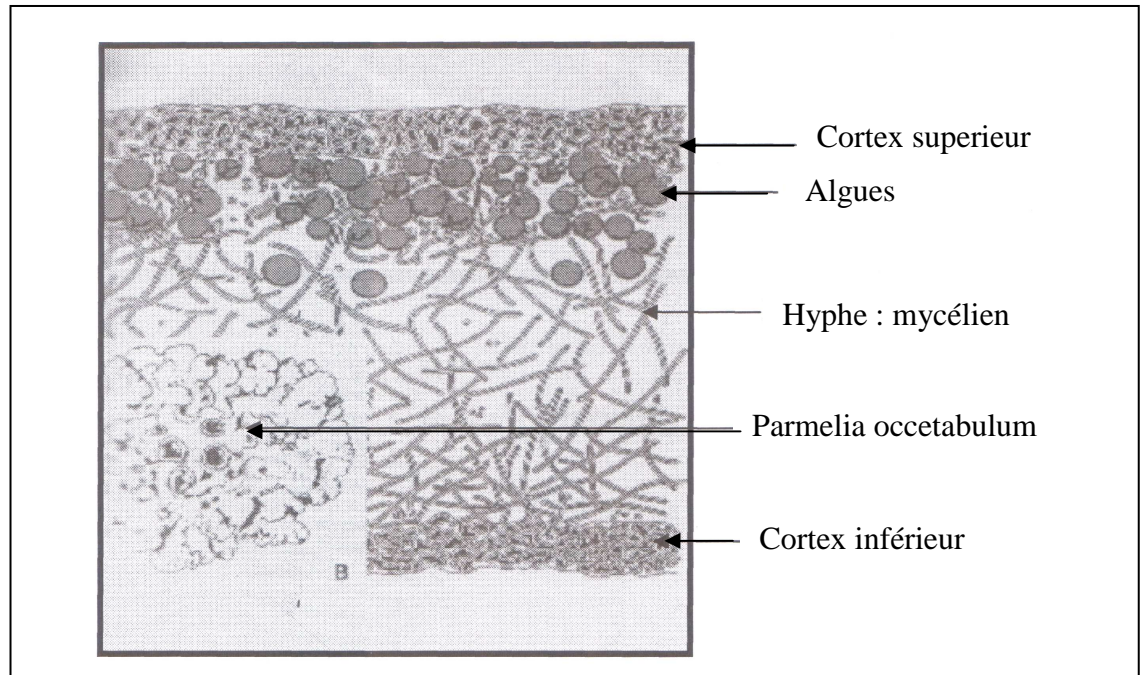


Figure02 : La symbiose lichenique (coupe transversale) de thalle (*Parmelia ocetabulum*).

Source : OZENDA et CLAUZADE, 1970.

II.3- Biologie et morphologie des lichens

II.3.1- Biologie des lichens

Une coupe transversale dans le thalle montre différentes parties de la face supérieure à la face inférieure. On distingue successivement le cortex supérieur, la couche gonidiale et la médulle, le cortex inférieur ; la première couche est formée par les filaments (dépourvus de chlorophylle) du champignon, appelés hyphes, l'ensemble enchevêtré de ces hyphes paraît homogène, mais on observe des lacunes, la couche gonidiale est caractérisée par la présence d'algues unicellulaires, ou gonidies, dans le cas de *Parmélia*, il s'agit d'algues de genre *cystococcus*. Les gonidies sont enserrées par les hyphes du champignon, la médulle est uniquement formée par les hyphes libres, qui sont entre lacées et rappellent une toile d'araignée. Le cortex inférieur présente la crampons assurent la fixation du thalle sur la support, en l'occurrence l'écorce de l'arbre. (photo1)



Photo 01 : Observation microscopique d'un lichen

Source : KHELIL, 2004

II.3.2- Constituants des lichens et morphologie du thalle

Le champignon est dans la plus part des cas "l'associé extrême" traduit du mot anglais "Ex habitant" .C'est lui qui va offrir en particulier la possibilité de reproduction .Sexuée et qui joue un rôle prépondérant dans la morphologie. L'algue est "l'associé interne" traduite du mot "in habitant" celui qui réalise les synthèses organiques.

Les lichens sont inclus dans les thallophytes. Leur appareil végétatif est donc un thalle qui ne présente ni feuille ni tige ni racine ni appareil conducteur. Le thalle constitué l'essentiel du lichen et porté les organes reproducteurs. On distingue sept types de thalles.

II.3.2.1- Thalles crustacés

Ils forment une croûte adhérent au substrat : *Lecanora*, *ochrolechia* *Pertusaria*. Parfois on trouve sous la médulle un feutrage noir l'hypothalle souvent visible sous forme d'une fine concentrique sombre à la périphérie du thalle (DES ABBAYS ,1951) (photo 02).

II.3.2.2- Thalles foliacés

Etalés sur le substrat et sont fixés par des rhizines ou crampon, en distingue deux types, soit thalles de forme de lames lobés : *Xanthoria* (OZENDA et CLAUZADE, 1970) (photo 03)

Soit thalles de forme de lames non lobées, ombilique : *Umbilicaria*.

II.3.2.32- Thalles fruticuleux

Dressés et n'adhèrent au substrat que par un seul point d'attache, répartis en deux groupes sont :

- Thalles en forme des tiges cylindriques plus ou moins ramifiés : *Usnea*.
- Thalles en forme de lanière : *Ramalina* (photo 04).

II.3.2.4- Thalles squamuleux

Formés de petites écailles qui se chevauchent partiellement. La partie de l'écaille décollée du substrat commence à différencier un cortex inférieur : *Pyxidata* (photo 05).

II.3.2.5 Thalles composites

Le thalle composite est un cas très particulier, il est souvent terricole, et formé par deux parties, l'une thalle primaire plus ou moins foliacé ou squameuse et l'autre thalle secondaire dressé plus ou moins ramifié : *Cladonia* (OZENDA et CLAUZA DE, 1970) (photo 06)

II.3.2.6- Thalles gélatineux

Le thalle gélatineux est comparable à celui d'une colonie de cyanobactérie comme un Nostoc, qui serait influée de champignon. Il est le thalle de couleur foncée : *Collema*. (OZENDA, 2000).

II.3.2.7- Thalles filamenteux

Sont formés par des filaments très fins en chevron, ils ont l'aspect de coussinets laineux étalés sur le support : *Lepraria* (OZENDA et CLAUZADE, 1970).

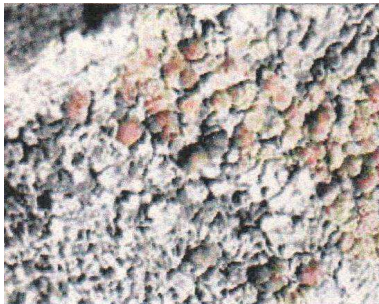


Photo 02 : Thallem crustacé
Lecanora



Photo 03 : Thallem foliacé
Xanthoria



Photo 04 : Thallem fruticuleux
Ramalina



Photo 05 : Thallem squamuleux
Pyxidata de cladonia

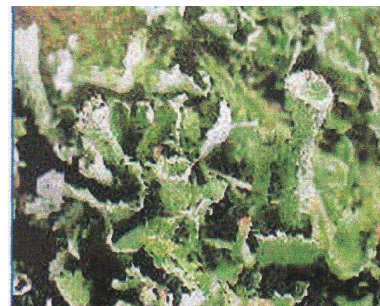


Photo 06 : Thallem composite
Cladonia

Source : [http://www2.ac.lille.fr/lichen/default .htm](http://www2.ac.lille.fr/lichen/default.htm).

II.4- Structure du thalle lichénique

A l'intérieur du thalle lichénique, la disposition des différents constituants ne se fait pas au hasard mais suit des règles bien pressées. Deux structures sont classiquement reconnues; homéomère et hétéromère (SEMADI, 2001).

II.4.1- Structure homéomère

Elle est homogène dans toute l'épaisseur du thalle, et sensiblement la même dans toutes les parties du thalle cette structure est réalisée chez deux types.

a) chez divers lichens gélatineux principalement chez *Collema*

b) chez les lichens à thalle lépreux : *lepraria* (OZENDA et CLAUZADE, 1970),(Figure 03)

II.4.2- Structure hétéromère

Elle est caractérisée par l'existence des plusieurs couches superposées, ils existent différentes structures hétéromères :

◆ Structure radiée; chez la plupart des lichens fruticuleuse, elle est facilement identifiable sur une coupe traversable par sa couche algale entourant la médulle et par la présence d'un seul cortex entourant la couche algale. (SEMADI, 2001).

◆ Structure stratifiée : elle se rencontre chez la plupart des thalles foliacés, chez un petit nombre de thalle fruticuleux et quelques thalles crustacées. (Figure 04)

◆ Structure filamenteuse : se rencontre chez les thalles filamenteux et quelques thalle gélatineux (OZENDA et CLAUZEDE, 1970).

◆ Structure radie – stratifiée : se rencontre chez le thalle composite (ZOUAOUI, 1984).

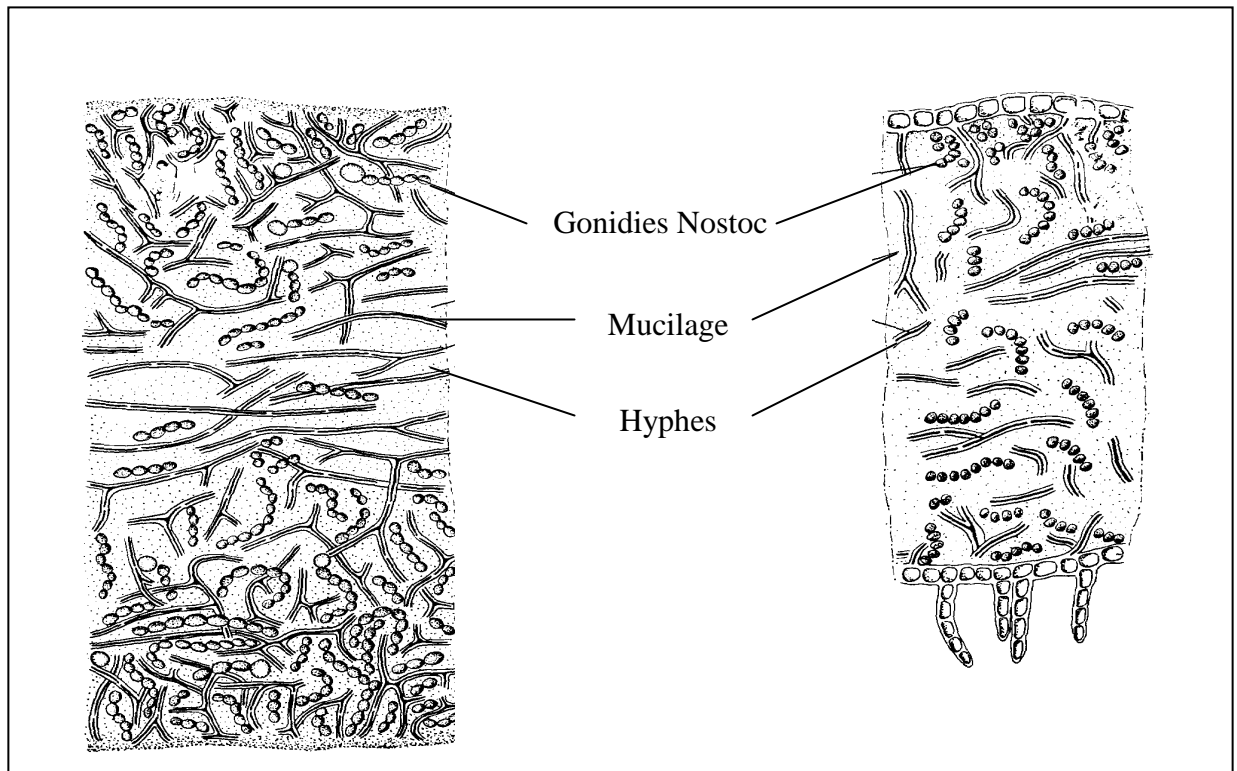


Figure03 : Structure homéomère des lichens gélatineux.

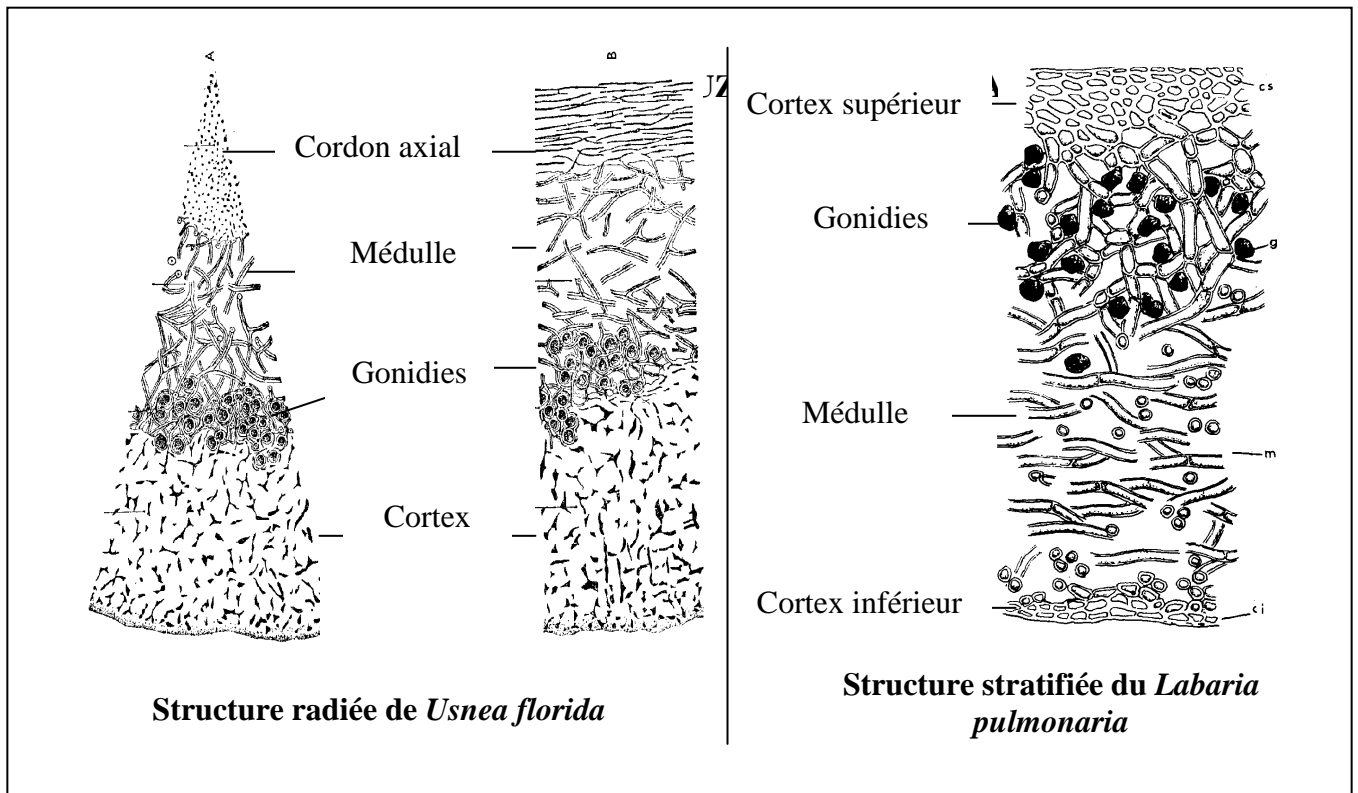


Figure 04 : Structure hétéromère des lichens fruticuleux et foliacés.

Source : OZENDA et CLAUZEDE, 1970.

II.5- Relation du thalle avec le substratum

Le substratum qui est un support nommé égorgement porophyte a un rôle important dans la compréhension des phénomènes qui régulent la présence ou l'absence des lichens dans un endroit donné :

Les lichens sont groupés en sept grands groupes selon le type du substratum :

- lichens saxicoles : substratum est une écorce de l'arbre;
- Lichens corticoles : substratum est une du bois mort;
- lichens follicoles: substratum est une feuille persistante;
- lichens terricoles : substratum est de la terre;
- lichens lignicoles : substratum est du bois mort;
- lichens muscicoles : substratum est les mousses;

II.6- Nutrition des lichens

Les lichens tirent une bonne partie de leur alimentation de l'atmosphère leur nutrition se fait grâce à l'eau de pluie; par l'ensemble des thalles, En réalité ils en tirent également de leur substrat (DES ABBYS *et al*, 1978).

II.6.1- L'eau

A la suite d'une pluie le champignon stocke l'eau dans ses hyphes et permet pendant un certain temps de faire fonctionner les deux partenaires la teneur maximal est d'environ 2g d'eau par gramme de matière sèche, ce qui correspond à environ 66% du poids total, mais, il est capable de suivre jusqu'à la prochaine pluie où il reviendra actif.

II.6.2- Nutrition carbonée et échanges gazeux

II.2.6.1- Respiration

Le quotient respiratoire CO_2/O_2 varie relativement peu d'une espèce à l'autre ,toutes dégagent moins de CO_2 qu'elles n'absorbent d' O_2 . Ce quotient oscille entre 0,69 et 0,89 chez les lichens non gélatineux, mais chez les lichens gélatineux descend aux environ 0,60.

II.2.6.2- Assimilation

L'assimilation est en fonction de la lumière, les lichens tirent leurs substances carbonées à partir de la photosynthèse, mais aussi de leurs substrats.

L'assimilation diminue plus vite que la respiration, elle peut encore être active à des températures où la respiration à déjà cessé : elle se manifeste encore à 40° C chez *Evernia Prunasti*.

Par contre aux hautes températures le comportement des lichens n'est pas différent de celui des plantes supérieures : l'assimilation cesse de se manifester après un séjour d'un jour à 45°C, d'une heure à 50°C et d'une demi-heure à 60°C.

II.2.6.3- Nutrition minérale

Les substances minérales nécessaires aux lichens leur arrivent par les mêmes voies que l'eau, l'atmosphère et le sol.

Les pluies contiennent dissous des éléments minéraux tels que le magnésium, potassium, sodium, calcium et aussi des sources d'azote soit ammoniacales, soit nitrique, les poussières que le vent véhicule sont déposées soit sur le thalle soit sur le substrat constituant ainsi une source importante de leur alimentation minérale (**DES ABBAYES, 1951**).

II.7- Systématique, reproduction et développement des lichens

II.7.1- Systématique des lichens

La classification des lichens est fondée sur des caractères purement morphologique et anatomique du thalle, les caractères des champignons, et plus particulièrement ceux de l'apothécie, des spores et des conidiophores avaient été très tôt retenues, la forme et la structure du thalle ainsi que la nature des gonidies étant par contre considérée comme accessoires (**OZANDA et CLAUZADE, 1970**).

Comme chez les champignons supérieurs, il est naturel de distinguer d'abord deux groupes d'importance très inégale, mais totalement indépendants : les lichens à ascques ou Ascolichens, et les lichens à basides ou basidiolichens (**DES ABBAYS et al, 1978**).

Et d'après ZAHLBRUCKNER (1907,1926), le schéma de la classe lichens :

1-Sous classe des Ascolichens : spores produites sur des ascques.

- **Série des Cynocarpeae** : ascocarpes, plus ou moins largement ouverts, thalles de tous les types.

- > Sous série des graphidineae : ascocarpes le plus souvent étroits et allongés, thalles en majorité crustacés ou fruticuleux; 05 familles.

- > Sous série des coniocarpineae : ascques et paraphyses se détruisant et formant avec les spores, dans l'ascocarpe, un amas pulvérulent; thalles en majorité crustacés ou fruticuleux; 03 familles.

- > Sous série des cyclocarpineae : ascocarpe de forme arrondie, c'est le groupe le plus nombreux, où se trouvent tous les types de thalles; 29 familles.

- **Série des pyrenocarpeae**: ascocarpe ne s'ouvrant que par un pore; thalles en général crustacés; 17 familles.

2- Sous classe des basidio-lichens (hymenlichens) : spores produites sur des basides. 03 genres avec en tout au moins de 20 espèces. Toutes tropicales, tous sont des basidiomycètes supérieurs néo-basidiés (à baside typiques). La plupart sont des polyporales lato sensu, à

hyménium à croissance continue. Trois seulement sont des agricoles du genre *Omphalina* (ANONYME 2, 2003).

II.7.2- Reproduction et développement des lichens

7.2.1- Reproduction des lichens

Les lichens peuvent se propager de deux manières (OZENDA, 2000).

- Soit par dissémination de fragment du complexe lichénique; il s'agit alors d'une "multiplication végétative" "bouturage" elle se fait par dispersion de fragment du thalle ou émission de sorédie ou isidiés.
- Soit par la production des spores du champignon qui en germant en suite donnent des hyphes qui capturent les algues.

a) La dissémination du complexe lichénique : le complexe lichénique peut se disséminer globalement, soit sous la forme de fragments de thalle, soit par le jeu d'origines spéciaux, les soralies, et les isidiés.

*Les sorédies : sont de petites granulations de 25 à 10 micro de diamètre formées par quelques gondes entremêlées et entourées de filaments mycéliens (OZENDA et CLAUZADE, 1970).

*Les soralies : de toute façon, les sorédies ne prennent pas en groupe appelés soralies d'aspect granelux on pulvérulent (farineux) (OZENDA et CLAUZADE, 1970).

* Les isidés : sont des petites bourgeons portés sur la surface des thalles, ces loin, elles assurent plutôt une colonisation du substrat : on les considère généralement comme des organes de multiplication (figure05).

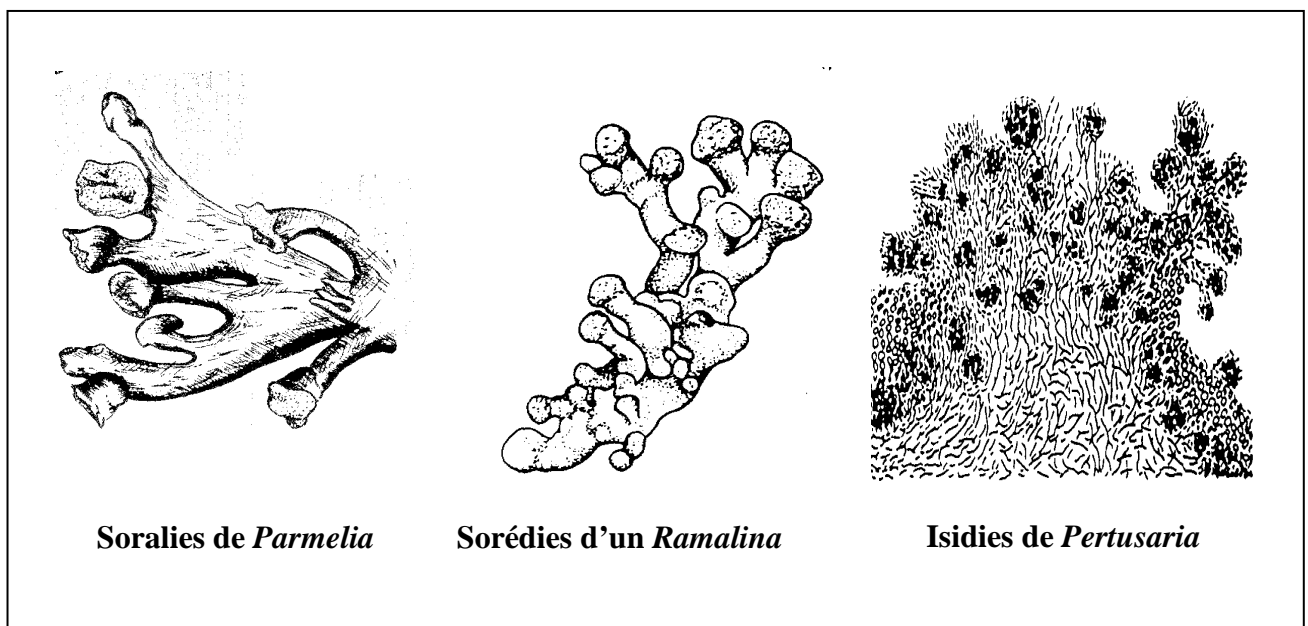


Figure 05 : Soralies et sorédies et isidies.

Source : (OZENDA et CLAUZADE, 1970).

b) La reproduction du champignon

Deux hyphes fongiques sexuellement différenciées fusionnent et donnent à la surface du thalle, des structures en forme de bouton (les apothécies) ou coupes plus ou moins fermées (les périthèces) dans les quelles des cellules, particulières (les asques) vont élaborer des ascocarpes (en général 8 spores par asques mais le nombre peut varier et des mitoses post-miotiques permettent d'obtenir dans certains cas 32,64,...ascospores, ou beaucoup moins).

II.7.2.2- Développement

La croissance des lichens est excrément lent mais elle est assez variable, selon les espèces et les conditions climatiques. C'est -à- dire que la croissance est ralentie en hiver par le froid. En été par la dessiccation, elle semble présentes un maximum printanier assez accusé. Il fous aussi attribuer la lenteur de la croissance du thalle à une activité photosynthétique relativement faible

* Chez les lichens foliacés à thalle découpé en lobes, la croissance se fait par leur extrémité qui se ramifie par dichotomie.

*Chez Les thalles fruticuleux s'accroissent par le sommet de leurs rameaux (**ANONYME 2, 1974**). C'est chez les lichens fruticuleux qu'elle est le plus active de 1 et 2 cm par an (**OZENDA, 2000**).

Chez les thalles crustacées, dotés d'une grande l'ongevité ne poussent que 2 ou 3mm par an, elles vivants dans des biotopes temporaires et instables peuvent être des colonisateurs rapides et efficaces (**PURVIS et WEDIN, 1999**).

II.8- Ecologie des lichens

Les lichens considérés dans leur ensemble constituent un groupe très plastique. Ils sont réponsus sur toute la terre .On à donc facilement regrouper en trois ensembles ; les facteurs substratiques, climatiques et biologiques (**SAMADI, 2001**).

II.8.1-Facteurs substratiques

Les lichens sont développent dans milieux très varies et sur des substrat, ces dernières pressentes des caractères physique ou chimiques (**OZENDA et CLAUZADE, 1970**).

II.8.1-Facteurs climatiques

Les lichens captent de l'atmosphère une partie de l'eau, le gaz carbonique et les sels minéraux apportés par la pluie et le vent (**SAMADI, 2001**).

La répartition licheniques et étroitement liée à la présence ou l'absence de l'eau qui hydrate les thalles conditionnant ainsi les fonction vitales.

La température est un facteur nécessaire au métabolisme de la végétation.

Deux aspects physiologiques importants tels que la respiration et la photosynthèse sont conditionnés par les températures. Le vent agit de manière directe sur l'évaporation qui par

conséquent à une influence sur l'humidité. De manière générale les lichens nécessitent de l'éclaircissement bien que certains se développent rapidement dans les endroits ombragés favorables à une grande humidité.

II.8.1.3 –Facteurs biologiques

L'action d'autres êtres vivants est également déterminante dans la répartition des lichens, soit parce qu'ils disputent leur place, détruisent ou modifient le milieu ou au contraire favorisent leur dissémination, la concurrence vitale s'exerce entre les lichens eux-mêmes, mais aussi avec d'autres plantes (mousses ou phanérogames).

L'action des animaux est principalement de l'homme, se manifestant surtout mécaniquement par piétinement, fragmentation des thalles de force; chimiquement par l'enrichissement de l'atmosphère en azote, phosphate, ...etc, propices à la colonisation des lichens de nouvelle station ou par la pollution atmosphérique qui est néfaste pour ce type de végétaux sensibles (NASH III, 1989).

II.9- Biochimie des lichens

Parmi les produits élaborés par les deux symbiontes (champignon et algue), certains restent à l'intérieur des cellules, et d'autres sont excrétés à l'extérieur des cellules (OZENDA et CLAUZADE, 1970).

II.9.1- Substances contenues dans les cellules

II.9.1.1- Constituants de protoplasme

-Constituants minéraux : eau et sels minéraux.

-Constituants organiques : glucides, enzymes, et vitamines, pigments chlorophylliens et caroténoïdes.

II.9.1.2- Produit d'accumulation

- Pigments : exclusivement les pigments caroténoïdes.

- Substance de réserve : lipides, glucides (amidon, glycogène, mannitol).

- Protides et acides nucléiques.

II.9.2- Substances contenues dans les membranes

a)- Gonidies : renferment la cellulose associée aux sels de calcium, de la callose et des composés actifs.

b)- Hyphes : contiennent les substances minérales, les glucides, les composés pectiques, la chitine et les pigments.

II.9.3- Substances rejetées à l'extérieur des cellules

Elles sont produites par les hyphes, oxalate de calcium, lipides, substances lichéniques. Ces substances sont divisées en trois séries majeures :

II.9.3.1- Série aliphatique

Ceux-ci sont incolores et sans réactions colorées avec les réactifs. Les plus colorés sont les acides gras saponifiables.

II.9.3.2- Série alicyclique

Ce sont des composés cycliques, saturés, neutres, ne donnant pas de réaction colorée avec les réactifs utilisés en lichenologie.

II.9.3.3- Série aromatique

C'est la série la plus riche et la mieux connue on y distingue du point de vue (pratique) les colorés et les incolores (acide pulvique).

II.10- Ethnologiques

Les lichens ont été utilisés dès l'antiquité comme plantes médicinales, et pour une foule d'usages, ils jouent un rôle relativement important dans l'économie locale, tout fois, leur utilisation possible comme source d'antibiotique ou comme indicateurs des conditions de milieu naturel peut leur conférer, sur un plan général une importance nouvelle (OZENDA, 2000).

II.10.1- Usages alimentaires

Plusieurs espèces lichéniques sont alimentaires. Elles doivent leur pouvoir nutritif à la lichénine, susceptible de libérer par hydrolyse au cours de la digestion.

Dans l'alimentation humaine, le lichen d'Islande ou *Certaria islandica* est utilisé d'une manière assez régulière dans les pays nordiques, sous forme de farine de valeur énergétique satisfaisante en pâtisserie ou pour la fabrication de pain diabétique (OZENDA et CLAUZADE, 1970).

Actuellement au Japon diverses espèces d'*Umbilicaria* sont consommées soit crues en salade, soit cuites dans la graisse (OZENDA, 2000).

Dans l'alimentation des animaux, les *Certaria* et *Cladonia* sont les plus utilisés surtout dans le grand nord où *Cladonia rangiferina* constitue la nourriture d'hiver des rennes et des caribous. *Alectoria jubata* serait consommé par les Indiens (ROMINGER et OLDEMEYER, 1989 in SAMADI 2001).

II.10.2- Usages industriels

-Teinture : il s'agit surtout de manières colorantes ce ordinairement des substances du groupe des depsides, colorables en rouge par les hypochlorites, leur emploi de colorants synthétique : *pertunaria*.

-glucose et alcool : Certaines lichens sont utilisés pour l'extraction de glucose et d'alcool, il s'agit généralement de *Cladonia*.

-Mucilages : Il s'agit essentiellement de *Chondrus crispus* qui peut donner des substances mucilagineuses qui ont été utilisées comme succédanés de gomme arabique notamment pour l'encollage des tissus.

-parfumerie : C'est la seule utilisation industrielle des lichens qui conserve aujourd'hui une importance notable; les espèces utilisées sont principalement *Evernia prunestri*, *parmelia furfuracea*, *lobaria pulmonaria*.

-Décoration : Les lichens sont remarquablement utilisés dans la décoration des tables, la confection des maquettes, des couronnes funéraires ...etc. (OZENDA et CLAUZADE, 1970).

II.10.3- Usages médicaux

Le principal intérêt des lichens en médecine semble être actuellement la possibilité d'en extraire des antibiotiques à partir:

- *Romalina reticulata* : elle est active contre divers *pneumocoques*, *streptocoques* et *staphylocoques*.
- *Lobaria Pulmonaria* : soigne les maladies de poitrine et les affections pulmonaires.
- *Peltigera canina* : utilise contre la rage.
- *Pertusaria albescens* : contre la fièvre et les névralgies.

II.10.4- Usage comme indicateur des conditions des milieux

Les lichens sont utilisés :

- pour localisation des zones de pollution et dater la terre, elles sont sensibles aux pollution atmosphériques (acide fluorée, plombique, radioactive...);
- Pour connaître la nature des roches et des substrats ;
- Pour l'évaluation de la hauteur des neiges ;
- Utilisée comme indicateur de la chimie du sol.

II.11- Utilisation des lichens comme indicateur de la pollution atmosphérique

Les lichens sont dépourvus de système de contrôle des entrées et sorties, ils n'ont pas des stomates pour contrôler les échanges avec l'atmosphère, de même ils ne possèdent pas de structure leur permettent de limités les effets de la pollution atmosphérique (DERULLE, 1999). Leur disparition est considérée donc comme un signe de pollution (DAJOZ, 1986). Cette sensibilité aux polluants atmosphériques fait que de nombreux espèces sont utilisées pour l'évaluation qualitative et quantitative de nombreux milieux parmi les espèces indicatrices; tous les lichens de couleur rouge jaune,(ex:*Xanthoria*. sp) aiment les composés azotés (NO_x, NH₃).

- Les lichens n' y'ont pas des cuticules.
- Contact direct avec l'atmosphère.
- Actif toute année après chaque pluie.

- Alimentation sous la dépendance de l'air et de l'eau de pluie.
- Absence de système de régulation des entrées et des sorties.
- Reproduction par des structures aériennes sorales, isidiés, spores ayant un contact immédiat avec les polluants de l'air.
- Hyphes issus de la germination immédiatement au contact de l'air.

Par la structure de leur thalle, les lichens sont les plus sensibles que les végétaux à la pollution atmosphérique, même lorsque cette pollution est faible, de nombreuses espèces disparaissent lorsque la qualité de l'air se dégrade, cette infériorité relative des lichens nous permet de les utiliser comme bio indicateurs.

III- Utilisation des végétaux supérieurs comme bio indicateurs de la pollution

III.1-Modes d'entrée- d'accumulation et les effets des pollutions atmosphériques chez les végétaux.

Les deux voies principales d'entrée des pollution dans le végétal sont les stomates et dans une moindre mesure, la cuticule. Toutefois, il ne faut pas négliger d'autres voies de pénétration telles que les bourgeons, les cicatrices foliaires, les lenticelles, l'écorce ou les blessures des pollutions dans le végétal sera fortement influencée par divers paramètres interférer au pollution, à la plante et divers milieu environnement (Figure 01 En annexe 2),

Les paramètres interféraient sur la pénétration par les stomates et par la surface foliaire sont résumés dans la figure 03 et 04 en annexe 2. La figure 05 et 6 en annexe 2 résumés les modes d'accumulation des pollution atmosphérique organique sur les surfaces et dans les tissus foliaires (GAREC et VAN HALUWYN, 2004).

III.2-Généralités sur les espèces des végétaux supérieurs utilisés comme bio indicateur

III.2.1-Casuarina

III.2.1.1-Position systématique

Règne : Plantae.

Embranchement : Spermaphytes.

Sous-embranchement : Angiospermes.

Classe : Dicotylédones.

Sous-classe : Hamamélidées. (Des *apétales*).

Ordre : Casuarinales.

Famille : Casuarinaceae.

Genre : *Casuarina*. (Filao).

Espèce : *Casuarina equisetifolia*.

III.2.1.2-Description botanique

L'un des principaux représentants de la famille de Casuarinaceae est le filao (espèce : *Casuarina equisetifolia*), est originaire de l'Australie et Est asiatique, mais développé dans d'autres pays.

Le Casuarina est un arbre assez grand, toujours vert, vivace de 40 mètres de hauteur (espèce la plus haute des filao) à durée de vie de 50 ans.

Le feuillage, persistant, particulier, est des aiguilles de 15-20 cm de long, les feuilles constituées de fins rameaux avec des entre-nœuds vert qui assurent la photosynthèse. (Photo 2)

Les fleurs sont aperiathées, regroupées en chaton (épi unisexué). chaque carpelle s'ouvre de manière indépendante pour donner un fruit (ANONYME 3,2007).

III.2.1.3-Biologie

Végétal autotrophe par photosynthèse chlorophyllienne. La pollinisation est assurée par le vent (espèce anémogame). Même la dissémination des semences se fait par le vent (espèce anémochore). (ANONYME 3,2007)

La multiplication de filao semis en hiver, et sa croissance est rapide, pousse vite (1m par ans).

III.2.1.4-Ecologie

Le Casuarina est une essence de lumière (espèce héliophile) ; qui supporte le fort éclairage et les longues périodes de sécheresse (espèce xérophile), il résiste aux ambiances salines (ANONYME 3,2007).

III.2.2- Palmier dattier**III.2.2.1 – Position systématique**

Règne : Plantae.

Embranchement : Angiospermes

Classe : Monocotylédones.

Ordre : palmales.

Famille : palmaceae.

Genre : *Phoenix*.

Espèce : *Phoenix dactylifera*.

III.2.2.2- Description botanique

Arbre stolonifère peuvent atteindre 30m et vivre 150 ans, sont tronc et recouvert par les basses feuilles persistants, avec en bouquet terminal de 1 à 6m de long et a pétiole élargie a sa base en gaine embrassante, sont limbe divisé en deux rangées de pinnule de 20 à 50 cm de long de couleur vert grisâtre, étroite, carénées, raides, aiguës.

Les fleurs du dattier sont déclines, c'est -à- dire; unisexués pratiquement sessiles, leur pédoncules sont très courtes, elle sont portées par des pédicelles rassemblés en épi composé (PEYRON, 2000).

Le fruit est une datte, groupées en régimes pendant sous la couronne des feuilles; chacune des dattes est une bai brun rougeâtre, cylindro- ellithique de 3 à 5 cm de long à pulpe plus au moins translucide, farineuse, sucrée, savoureuses et a une graine allongée, ellipsoïdes.

III.2.2.3- Biologie

Le dattier; se trouve comme arbre, arbuste et arbrisseau, autotrophe par photosynthèse chlorophyllienne, sa croissance plus lente (multiplication, rejets, semis), (MADJBER, 2004) dont sa florescence se fait au début de printemps. Une inflorescence peut donner 2000 dattes. (Photo3).

III.2.2.4 Ecologie

Les palmiers, d'origine inconnue, cette arabe est cultivé depuis au moins 5000 ans en orient et en Egypt et dans les Oasis d'Afrique du Nord.

Le dattier et une espèce thermophile, son activité végétative se manifeste à partir d'une température de +7 a +10C°, selon les individus, les cultivars et les conductions chimiques locales (PEYRON, 2000).

Le dattier est cultivé comme arbre fruitier dans les régions arides et semis arides chaudes du globe (PEYRON, 2000).



BEBBA et BEN DAROUICH



Source : File://a:\filao.htm.

Photo 07 : Les feuilles et les fruits de *Casuarina equisetifolia*



BEBBA et BEN DAROUICH

Source : Originale

Photo 08 : *Phoenix dactylifera*

Deuxième partie

Matériels et méthodes

Chapitre I

Présentation de la région d'étude et de la source de pollution

I- Présentation de la région d'étude

I.1- Cadre administratif

Le champ de Hassi Messaoud se situe à environ 850 km au sud-est d'Alger et à 350 km de la frontière tunisienne. Il a pour coordonnées Lambert du sud Algérie :

X: 790 000 à 840 000 Est.

Y: 110 000 à 150 000 Nord.

La zone d'étude, est située entre 31° et 32° de latitude , et entre 6° et 7° de longitude présente une partie du territoire ou se localise la commune de Hassi Messaoud qui s'entend sur une superficie d'environ 71,237 km² .

I.2- Cadre géographique

La région de Hassi Messaoud, administrativement de la Wilaya de Ouargla, cette région est limitée :

- Au nord par la Daïra de TOUGGOURT.
- Au nord-est par les Communes de BENNACER, TAIBAT et MNOUGUEUR.
- Au sud par la Wilaya d'ILLIZI, au sud-est par la Wilaya de TAMANRASSET.
- A l'est par la Daïra d'EL BORMA.
- A l'ouest par la Wilaya de GHARDAIA. (ANONYMEE 6,2001) (Figure 11).

I.3- Géomorphologie

Hassi Messaoud appartient à la zone homogène nommée Sahara oriental. La région peut être divisée en trois zones géographiques :

- partie occidentale du territoire : elle est occupée par la Hamada et la région des Haoud (Haoud est la dépression de Oued Mya) ;
- la partie centrale du territoire ; c'est une partie localise relativement plate. Ou se trouvait l'oued Mya, qui n'est plus l'empreinte du lit provenant d'un Fleuve ancien ;
- Partie orientale du territoire ; c'est la partie ou se localise le grand Erg Oriental. Il forme de vaste étendu de dunes de sable.

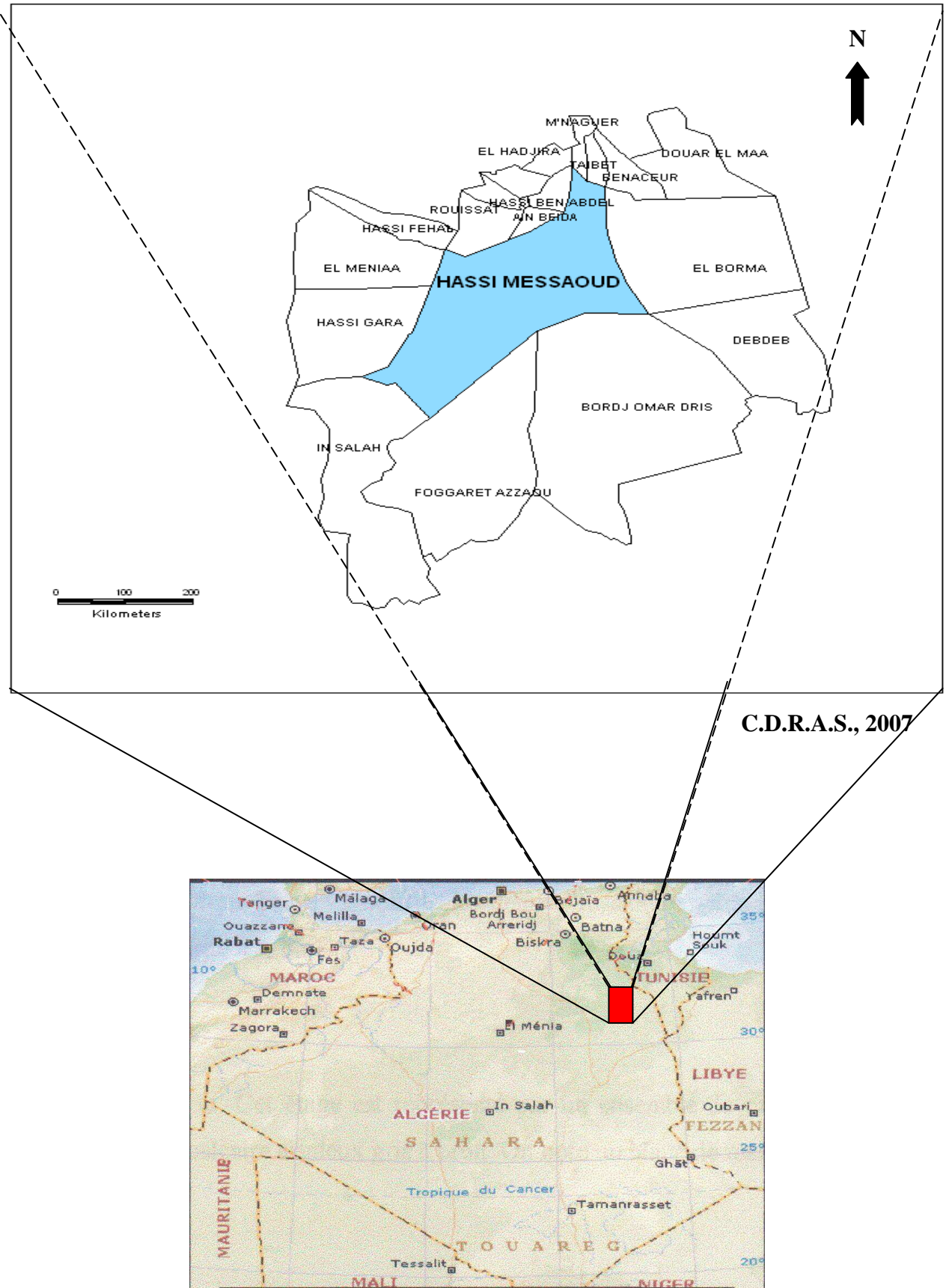


Figure06 : Présentation de la région de Hassi Messaoud

I.4- Hydrographie

I.4.1- Le réseau hydrographique

Les eaux de surface ne sont pas significatives en raison de la faiblesse des précipitations qui conditionnent en grande partie l'écoulement de surface.

La mobilisation des ressources en eaux se fait actuellement à partir des nappes aquifères du complexe terminal et du continental.

I.4.2- Les aquifères

Notre secteur d'étude se caractérise par les nappes d'eau suivante :

- Nappe du continental intercalaire : qui couvre une superficie de 600 000 km² et referme 50000 milliards de m³, elle contient l'Albin, le Barrémien le Néocomien et le Malm.
- Nappe du complexe terminal : ses eaux sont à l'origine de l'irrigation des palmeraies du bas Sahara, de TOUGGOURT à TOZEUR et BISKRA, plus favorables à l'agriculture que les précédentes, pourtant généralement moins salées. Cette nappe est constituée de : nappe de Moipliocène, Turonien, nappe du sénonien et la nappe phréatique (**DUBOST ,1991 in KHELIL, 2004**).

I.5- La faune et la flore

a) la flore : la couverture végétale dans la zone d'étude est plutôt rare et éparpillée. Et se localise essentiellement dans les dépressions et spécialement dans les fons des versants.

D'après l'étude "Ecology of erg el Ouar"(ANONYME 6,2001) ,14 espèce divisée en 11 familles on été recensées.

b) faunes : elle est peu nombreuses dans la zone d'étude (ANONYME 6,2001).

II- Représentation de la source de pollution Hassi Messaoud

II.1- Historique du champ Hassi Messaoud

Le gisement de Hassi Messaoud (HMD) est l'un des plus grands gisements au monde. Il a découvert en 1956 et s'étend sur une superficie voisine de 2500 km².

Il est situé à 85 km au sud-est de chef lieu de la wilaya de Ouargla et fait partie de la province triasique dont la superficie est plus de 280 000 km² et qui reste à l'heure actuelle la région pétrolifère la plus riche de l'Algérie.

La concession des 42000km² (superficie de HMD) avait été confiée à l'association SNREPAL-CFPA qui détenait respectivement 49 et 51% du champ de HMD qui a été divisé en deux parties distinctes champ nord pour la CFPA et la champ sud pour la SNREPAL.

- Le 16 Janvier 1956 : premier forage pétrolier à été implante par SNREPAL.

- Le 16 Mai 1957 : deuxième puits à été creusé à 7 km de premier forage sur la partie Nord la CFPA.

-Le 1957 à 1958 : le forage de 20 puits avait déjà été réalisé et la mise en production généralisée avait commencé en cette dernière année.

En Mai 1959: le premier oléoduc de 24 de diamètre à été mis en exploitation et relie le centre principale de stockage de HMD (Haoud El Hamra) au port pétrolier de Bejaia.

- Le 1972 à 1977 : 34 puits en moyenne par an ont été forés

- Le 1978 – 1984 : la SONATRACH investit dans la récupération de gaz torchés dans les deux complexes sud et nord.

Depuis ce temps 900 puits ont été forés sur le champ de HMD qui est découpé en 25 zones de production, chacune de ces zones correspond à un groupement de puits présente les même caractéristiques.

Le gisement de HMD à été très exploité les premiers années de sa découverte, mais malgré cela, un long et vaste programme de développement plus important est tracé, vu l'importance de la capacité du gisement.

II.2- Climatologie de la station de Hassi Messaoud

Le climat est l'ensemble des éléments qui dans leur succession habituelle, au cours d'une période déterminée, caractérisent l'atmosphère et concourent à donner à chaque point de la terre son individualité (ARLERY et *al*, 1970). Les facteurs climatiques contribuent à accentuer la pollution de l'environnement. Aussi faut-il les étudier et les quantifier pour pouvoir connaître leurs impacts sur la pollution de l'environnement.

La région étudiée comporte une station météorologique fonctionnelle. Nous disposons de données météorologiques de l'O.N.M. sur une période de 10 ans (1997-2006).

Dans notre région d'étude l'aridité est due aux faibles précipitations et irrégulières et des températures extrêmement élevées, d'où une évapotranspiration importante et une humidité faible. Toutes ces caractéristiques ont un impact direct ou indirect sur l'environnement et l'être humain.

II.2.1-Température

Le froid diminue la volatilité de certains gaz tandis que la chaleur est nécessaire pour les processus photochimique (PASCAL, 2002).

La région de Hassi Messaoud se caractérise par les très fortes températures mensuelles, surtout en saison estivale. Les températures moyennes mensuelles maximales et minimales augmentent progressivement pour atteindre un maximum au mois de Juillet avec 47,29 °C et diminuer de la même façon pour atteindre un minimum au mois de Janvier avec 4.84 °C.

II.2.2- L'humidité

L'humidité joue un rôle dans "le captage" des particules polluantes et les gouttelettes d'eau en suspension retiennent les polluants, ce qui accroît leur stagnation (**GUELLE et EMMANUEL ,1998**).

On remarque que l'humidité est très faible à HMD ceci est due à sa situation géographique. La moyenne annuelle (Tableau IV) est de 39,36% le taux d'humidité varie d'une saison à une autre, le Maximum d'humidité étant de 62,4% pour le mois de Décembre et le minimal de 20,47% au mois de Juillet a cause des fortes évaporations et des vents chauds durant ce mois

Tableau IV : Représentation des données climatiques (1997- 2006).

Paramètres	T (Max)	T (Min)	T (Moy)	H%	V du vent (m/s)	Evp (mm)	P (mm)
Mois							
Janvier	17,7	4,84	11,29	57,6	2,35	93,4	2,57
Février	19,74	6,28	13,2	48,7	2,96	129,7	1,87
Mars	25,93	11,62	16,16	37,1	3,25	187,5	1,37
Avril	30,34	15,69	23,07	32,4	3,94	263,6	1,24
Mai	35,66	18,53	28,13	28	4,5	346	0,64
Juin	40,38	28,55	33,71	26,7	3,88	401,8	0
Juillet	47,29	28,09	35,97	20,47	3,5	442,6	0
Août	42,51	27,84	30,15	25,4	3,64	405,2	1,09
Septembre	37,58	23,97	30,95	35,3	3,86	307	2,05
Octobre	32	18,73	25,34	45,7	2,97	214,9	6,9
Novembre	23,88	11,29	17,3	52,6	2,66	131,5	7,89
Décembre	18,52	6,18	12,24	62,4	2,85	94,4	2,59
Moyenne annuelle	30,96	16,80	23,13	39,36	3,36	251,47	28.21

Source : O.N.M 2007

II.2.3- L'évaporation

Selon le tableau IV, l'évaporation est maximale au mois de Juillet avec 442,6 mm et minimale au mois de Janvier 93,4 mm, l'augmentation avec la vitesse du vent durant la période du mois de Janvier au mois de Mai, est suivie par l'augmentation progressive de l'évaporation à

partir du mois de Mai, la vitesse du vent diminue alors que l'évaporation continue à augmenter pour atteindre son maximum au mois de Juillet et Août.

II.2.4-Les précipitations

Les précipitations qui conditionnent la disponibilité en eau agissent par leur quantité totale cumulée (annuelle ou mensuelle) et leur mode de répartition.

La région de HMD est caractérisée par une pluviométrie faible et irrégulière dans le temps et dans l'espace.

A partir de tableau IV où observe que la moyenne annuelle des précipitations est de 28, 21 mm.

Le mois de la précipitation est de 7,89mm au mois de Novembre, il s'agit de mois pluvieux, par contre les mois le plus sec, est Juin et Juillet avec 0mm.

II.2.5- Le vent

La vitesse et la direction du vent jouent un rôle important dans le déplacement des polluants; plus la vitesse est élevée plus la pollution est réduite ; cela est interprété par la rose de vent et la rose de pollution. (Figure 01 et 02 en annexe 04).

D'après le tableau IV, la vitesse moyenne annuelle des vents de la région de Hassi Messaoud est au mois de Mai 4,5 m/s et un minimum de 2,35 m/s au mois de Juillet.

Les vents dominants de la région de HMD sont celles du Nord et Nord -Nord Est.

II.2.6-Synthèse climatique

II.2.6-1. Diagramme ombrothermique

Les diagrammes ombrothermiques des types de BAGNOULS et GAUSSEN (1963) (BOUZID ,2003), il consiste à placer en abscisse mois de l'année et en ordonnée à gauche les températures et à droite les précipitations avec l'échelle $1^{\circ}\text{C} = 2\text{mm}$ de précipitation (**RAMADE, 2002**).

Le diagramme ombrothermique est utilisé pour mettre en évidence l'importance de la période sèche, en utilisant la moyenne de précipitation et de la température selon l'échelle $P=2T$.

D'après le diagramme ombrothermique, la région de Hassi Messaoud présente une période sèche qui s'étale sur toute l'année (Figure 12).

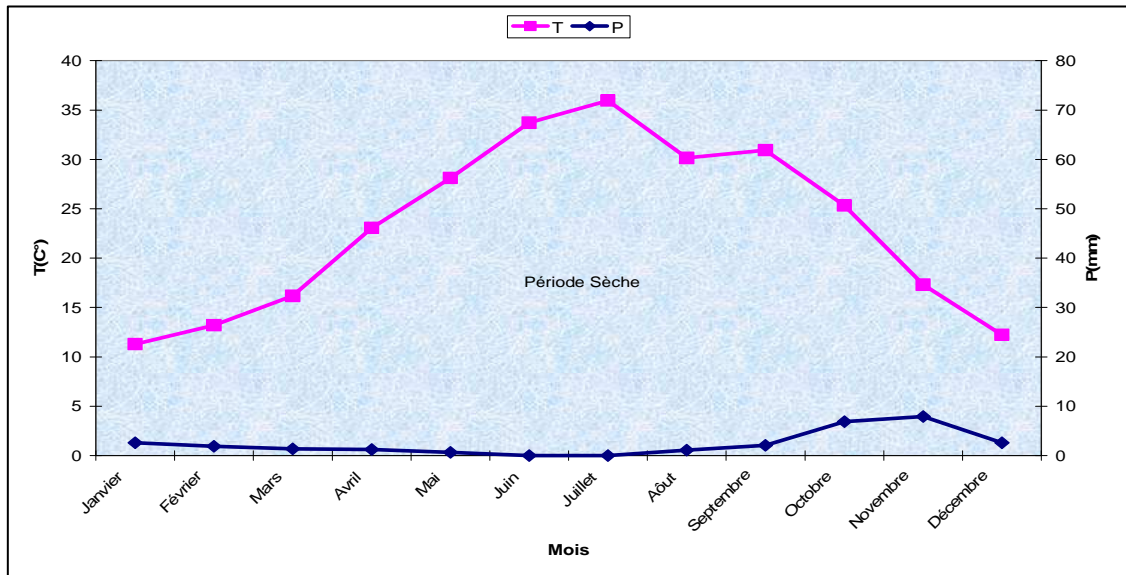


Figure 07 : Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN dans la région HMD (1995-2006).

II.2.6.2- Climagramme pluviothermique d'EMBERGER

Il permet de connaître l'étage bioclimatique d'une région pour notre région, nous avons utilisé la formule de STEWART 1969, adaptée pour l'Algérie et le Maroc qui se présente comme suit :

$$Q_2 = 3,43p / (M-m)$$

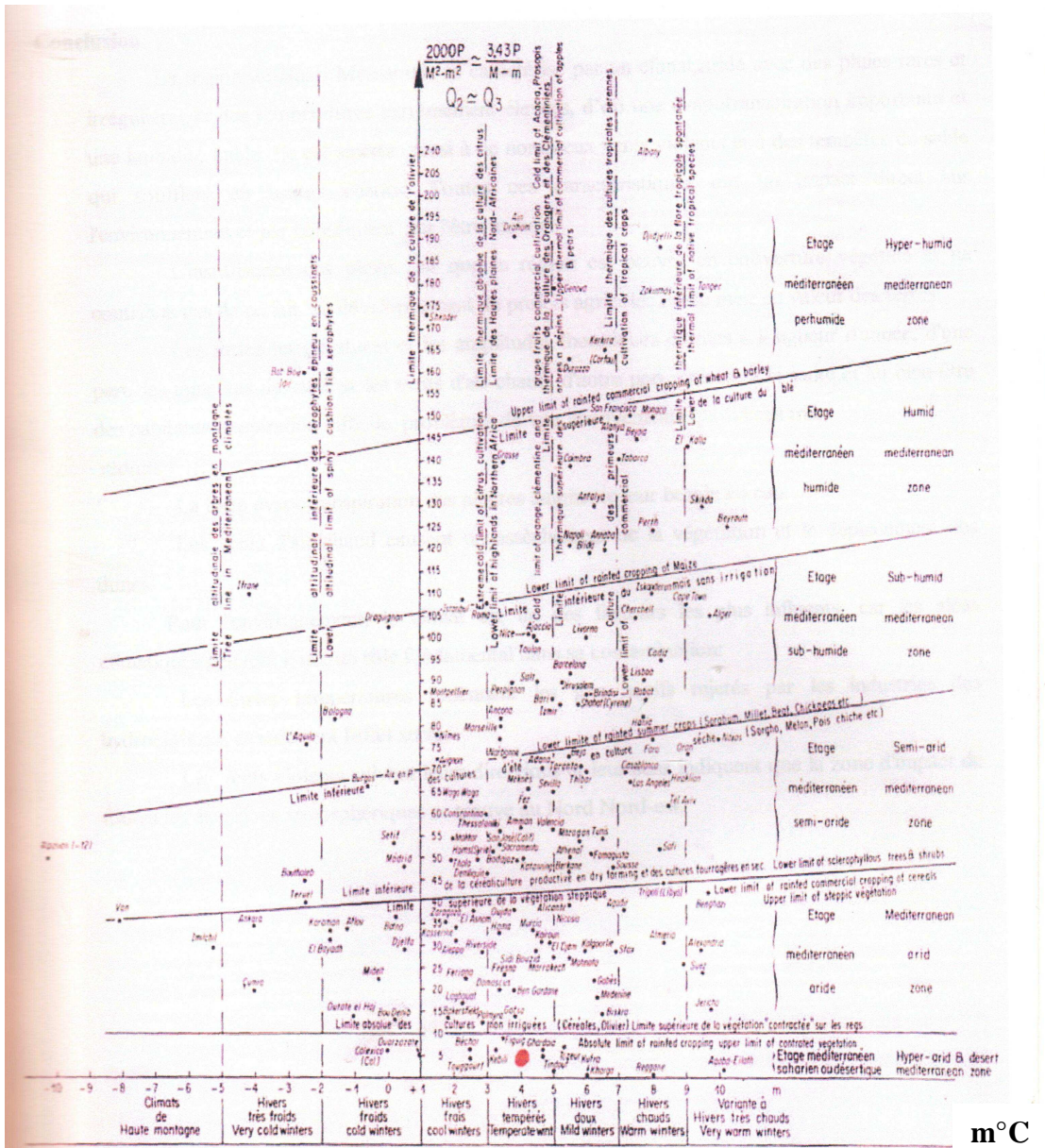
P: pluviosité moyenne annuelle exprimée (mm).

M : température maximale du mois le plus chaud (°C).

m : température mini male du mois le plus froid (°C).

Q₂: quotient pluviothermique d'EMBERGER. (BOUZIDE, 2003)

La région de Hassi Massaoud située dans l'étage bioclimatique Saharien à hiver doux le quotient pluviothermique d'EMBERGER Q₂=3.92 d'après le Climagramme d'EMBERGER (Figure 08).



Source: KHLIL, 2004

Figure 08: Etage bioclimatique de la région de Hassi Messaoud selon le climagramme d'EMBERGER.

Chapitre II

Etude expérimentale

I- Technique de transplantation des lichens

I.1- Définition de la transplantation des lichens et choix de l'espèce transplantée

La transplantation des lichens depuis une zone rurale peu ou pas polluée, vers une zone urbaine très polluée a été envisagée depuis longtemps.

La transplantation intéresse les lichens seuls, ou plus souvent le lichen et son substrat (**DUREULLE et LALLEMANT, 1983**).

De 1891-1901, ARNOLD a réalisé les premières transplantations des lichens épiphytes depuis deux techniques.

En 1961, BRODO a mis au point la première technique qui consiste à greffer un disque d'écorce supportant un lichen sur un phorophyte de même espèce. En absence d'arbres, SCHONBECK (1969) propose de fixer les disques d'écorce sur des planches.

La deuxième technique consiste à exposer en milieu pollué des branches recouvertes de thalle épiphytes (**SEMADI et DURUELLE, 1993**).

La technique de transplantation choisie consiste à transplanter des branches des arbres ou arbustes recouvertes par les thalles de l'espèce lichénique, fixé sur un autre support par une ficelle à une hauteur de 1,5 à 2 mètres au-dessus de sol durant un temps bien déterminé.

Le choix d'espèces de grande amplitude écologique, c'est-à-dire d'espèces largement répandues, indépendamment des conditions du milieu (**DURUELLE, 1978**).

Selon les conditions climatiques rigide dans notre région d'étude (fort ensoleillement, faible humidité, vents de sable,... etc), nous avons choisi une espèce lichénique qui peut s'adapter à ces conditions, il s'agit de *Xanthoria parietina* Cette dernière provenir à la famille des phyciées, à thalle foliacé. Leur structure est hétéromère. Vue de loin, les plaques ont une teinte verte au centre, dorée au bord, sensiblement circulaires, leur diamètre varie de quelques millimètres à 20 ou 30 centimètres (**JEAN-PROST, 1970**). (Photo 09)

Les échantillons transplantés ont été récoltés d'une région considérée comme une zone non polluée appelée "ELCHUT" en wilaya de Annaba, où l'espèce lichénique "*Xanthoria parietina*" recouvre les arbres et les arbustes qui existent tel que *Pistacia lentiscus* (le Pistachier), *Olea Oleaster* (Olivier), ...etc.

Pour notre cas ; nous avons choisi de transplanter des branches recouvertes de thalles que nous les avons fixés à l'aide d'une ficelle à une hauteur de 1,5 mètre du sol sur divers supports.

La transplantation a eu lieu le 13/02/2007 au niveau de sept sites.



Photo 09 : Espèce végétale *pistacia lentiscus* recouverte par l'espèce lichénique (*Xanthoria parietina*)

II- Technique de prélèvement des échantillons transplantés

Pour chaque échantillonnage ou prélèvement, nous avons détaché une partie des thalles sur le porophyte à l'aide d'un couteau et chez les végétaux supérieurs le prélèvement des échantillons se fait essentiellement par leur feuilles, puis les échantillons prélevés sont placés dans des sachets en plastique fermés à l'aide d'un élastique afin de limiter les pertes d'eau par évapotranspiration jusqu'à l'arrivée au laboratoire. Dans chaque sachet nous avons marqué le site de prélèvement et la date de prélèvement.

- > Pour l'ensemble des sites, les prélèvements se font chaque 30 jours pendant quatre mois.
- > Pour tous les sites, les thalles transplantés et les feuilles des végétaux supérieures ont été toujours prélevés le même jour.

III- Choix des sites de transplantation

Pour mieux couvrir toute la région d'étude nous avons essayé de choisir des sites en nombre suffisant et correctement répartis contre la direction des vents dominants de la ville de Hassi Messaoud.

Nous résumons la présentation des sites retenus dans le (tableau V)

Tableau V : présentation des sites d'échantillonnage.

Nom donné aux sites	Secteurs	Zone de transplantation	Localisation des transplantations
S1	Secteur III	1850 Logement	Villa 2880
S2	Secteur IV	BUAMAMA	Ecole primaire l'ancien TOUMIATE
S3	--	Base d'IRARA	Exploitation de la base d'IRARA
S4	Secteur II	1666 Logements	Lycée SILIMANI M ^{ed} EL AID
S5	Secteur V	136 Logements	Ecole primaire la nouvelle TOUMIATE
S6	Secteur III	1850 Logements	Ecole primaire Si El HAWASSE
S7	Secteur I	Zone Industrielle	Ecole primaire ROUABEH Messaoud

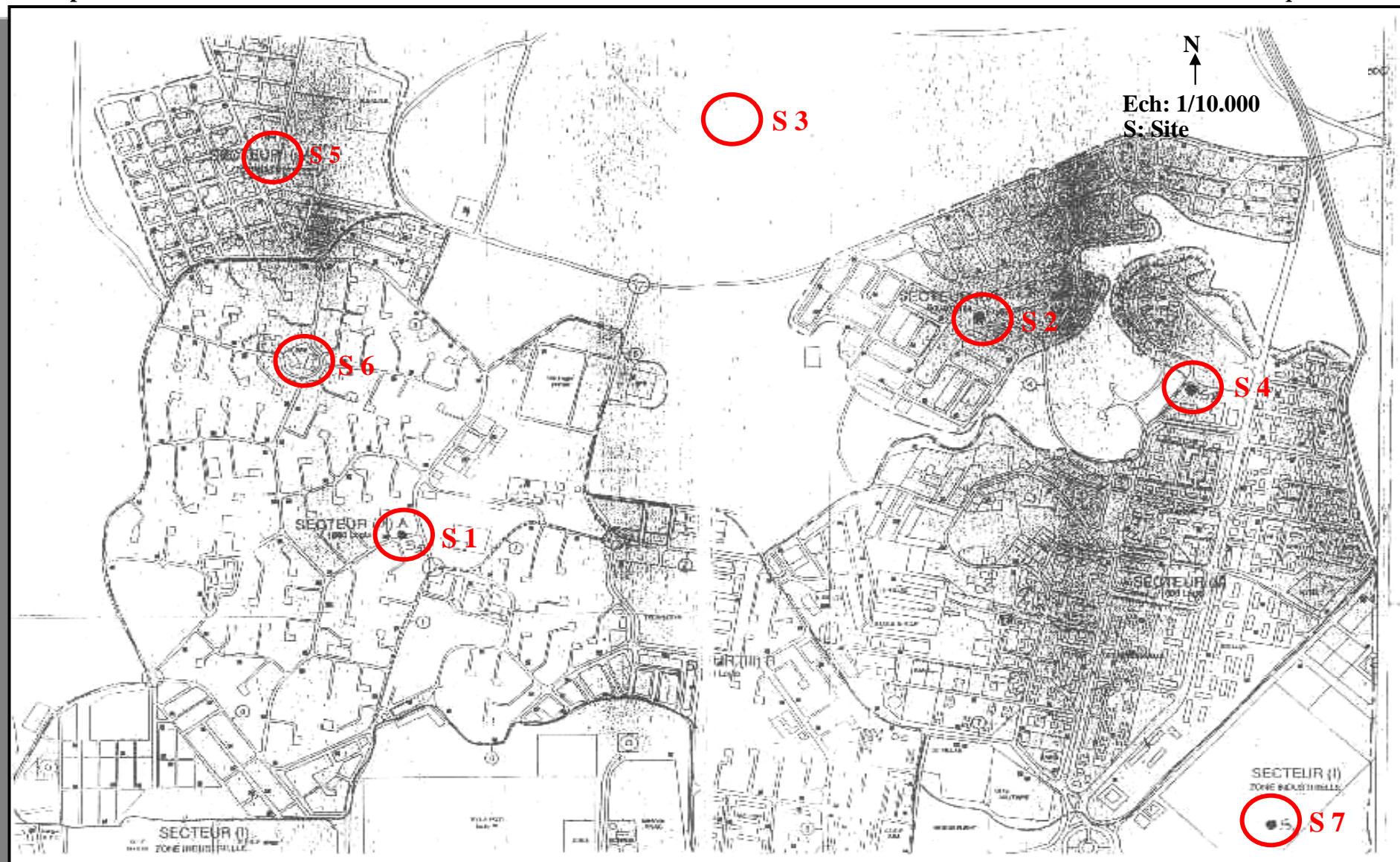


Figure 09 : Localisation des sites de transplantation lichénique au niveau de la région de HMD

Chapitre III

Techniques analytiques

I- Dosage des hydrocarbures totaux

I.1- Principe

Afin d'évaluer le taux en hydrocarbures totaux dans l'air, nous avons procédé à l'extraction de ces derniers à partir des lichens et les feuilles des végétaux supérieures à l'aide d'un solvant organique : N- Hexane.

Le dosage est ensuite effectué par la méthode gravimétrique (ROUIDI ,2002).

2-Réactifs

- > Le N- Hexane
- > Le sulfate de sodium anhydre.

3- Matériels

- > Soxhlet.
- > Bain-Marie.
- > Balance électrique.
- > Dessiccateur.

4. Mode opératoire

L'extraction des H.C.T à partir des lichens et les feuilles des végétaux supérieures ont été réalisées à l'aide d'un dispositif d'extraction dit "Soxhlet". Cette extraction se fait par dilution de la phase organique présente dans la masse biologique, dans le solvant (N- Hexane) (ROUIDI, 2002).

Dans une cartouche en cellulose préalablement conditionnée à l'Hexane (extraction à blanc pendant 4 heures), nous pesons 0,5 g de thalle de lichens et 0.5g des feuilles, aux quels on ajoute 1 g de sulfate de sodium anhydre qui permet d'éliminer toute trace d'eau.

L'extraction en elle-même est effectuée avec 300 ml de N- Hexane. Le tout est mis dans l'extracteur soxhlet qui est placé sur une plaque chauffante à la température d'ébullition du Hexane (60-70°C) durant 3à4 heures.

Une fois la phase de l'extraction terminée, nous procédons au dosage des H.C.T. La méthode employée lors de notre travail est la gravimètre.

Cette méthode consiste en :

1. la récupération du solvant est des H.C.T dissous dans un creuset et son passage au bain-Marie.
2. le passage du creuset au dessiccateur durant 30 minutes.
3. la pesée du résidu qui consiste en les H.C.T.

Malgré la possibilité de pertes des H.C.T légers suite à l'évaporation du solvant, l'emploi de cette méthode est accepté quand il s'agit de quantifier les H.C.T existant dans une zone à forte concentration en ces mêmes éléments.

Le calcul de la concentration X en H.C.T est pris en tenant compte du poids de l'échantillon analysé. La teneur en H.C.T est exprimée en milligrammes par kilogrammes de thalle lichénique.

$$X = \frac{[(P_1 - P_0) \times 10^{-4}]}{P}$$

X : taux en H.C.T en $\mu\text{g/g}$ (ppm).

P_0 : Poids du creuset vide en μg .

P_1 : Poids du creuset plein en μg .

p : Poids de l'échantillons à analyser en g

(QUEVAUVILLER, 2001 in ROUIDI, 2002).

II- Détermination du rapport MF/MS

Après avoir prélevé des échantillons (MF), ces derniers sont pesés puis placés à l'étuve à 105°C pendant 24 heures pour déterminer (MS).

III- Dosage de la chlorophylle "a+b"

1. Principe

Dans le but d'évaluer l'effet de la pollution sur la photosynthèse et spécialement sur la chlorophylle des thalles des lichens et les feuilles des végétaux supérieures, nous avons opté pour le dosage de la chlorophylle a et b en utilisant la méthode établie par (RAO et BLANC, 1965 in KHELIL, 2004).

2. Réactifs

- > Carbonate de sodium.
- > Acétone à 80%.

3. Matériels

- > Balance électrique.
- > Mortier.
- > Papier filtre.
- > Erlen meyer.
- > Spectrophotomètre.

4. Mode opératoire

Pour l'extraction de chlorophylle, le mode opératoire s'effectue dans l'ordre suivant :

- Pesées 0,3 g des échantillons bien broyés dans un mortier, avec 15 ml d'acétone à 80% et 0.15 g de carbonate sodium

- A prés broyage total, la solution est filtrée a l'aide d'un papier filtre dans un Erlen Meyer couvert de papier d'aluminium pour éviter l'oxydation de la chlorophylle par la lumière.
- La solution filtrée est conservée dans des tubes couverts de papier d'aluminium.
- Le dosage se fait par prélèvement de 3 ml de la solution dans la cuve à spectrophotomètre et le passage à la lecture.
- La lecture se fait en deux longueurs d'ondes 645 nm et 663nm après étalonnage de l'appareil avec la solution témoin d'acétone à 80%.
- Les densités optiques (DO) données par le spectrophotomètre utilisés dans les équations d'ARNON (1949) pour nous donner la teneur en chlorophylle en µg/ml.
- $\text{Chl a + b} = 8,02(\text{D}663) + 20,20(\text{D}645)$

(BROWN et WHITE HAED, 1986 in KHELIL, 2004)

DO : Densité Optiques.

Chla + b : Chlorophylle a+b.

On utilise la même méthode de dosage de la chlorophylle "a+b" pour les feuilles des végétaux supérieures.

Troisième partie

Résultats et discussion

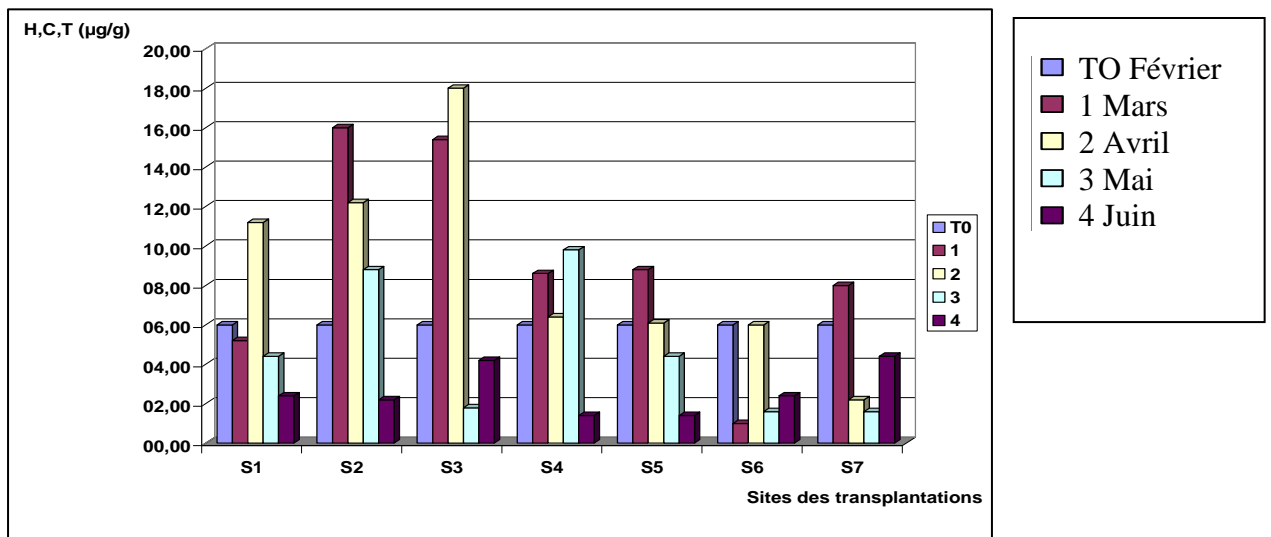


Figure 10 : Variations spatio-temporelles de l'accumulation des hydrocarbures totaux par les lichens

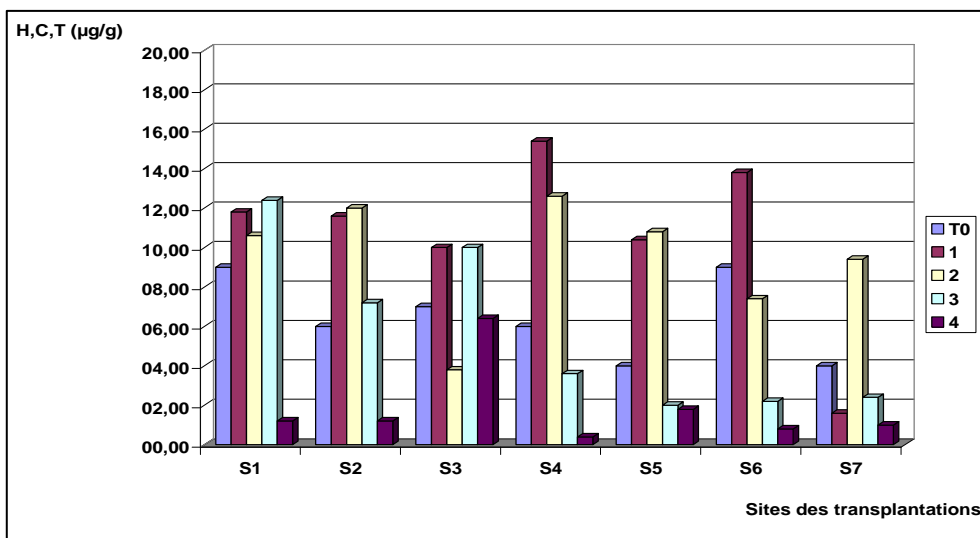


Figure 11 : Variations spatio-temporelles de l'accumulation des hydrocarbures totaux par de casuarina

I- Accumulation spatio-temporelle des hydrocarbures totaux H.C.T. par les transplants lichéniques et les végétaux supérieurs

I.1- Résultats

Les résultats concernant l'accumulation des H.C.T par les transplants lichéniques et les végétaux supérieurs, présentent des valeurs des H.C.T qui fluctuent dans l'espace et dans le temps. Ces résultats seront résumés dans les tableaux I.II.III en annexe 3.

I.1.1-Cas des lichens

Notre témoin montre une quantité de 11 µg des H.C.T par gramme de matière fraîche (figure 10).

Les sites 1; enregistre une accumulation des H.C.T qui varie durant la durée d'exposition à la pollution. Dont nous remarquons une diminution d'accumulation en H.C.T en premier mois, suivie d'une augmentation d'accumulation en deuxième puis il y a une réduction d'accumulation durant les autres mois d'exposition.

Dans les sites 2 et 5, nous remarquons une augmentation d'accumulation en H.C.T. en premier mois par rapport au témoin, puis une diminution durant les autres mois d'expérimentation. Le lichen dans ces sites; accumule les H.C.T en fonction de la durée d'exposition jusqu'à une certaine limite, puis il y a une réduction de cette accumulation. Nous expliquons cela par une saturation du lichen, d'où l'apparition du phénomène d'exsorption qui est connu chez les lichens notamment pour les métaux lourds tel que le Plomb (**SEMADI et DURUELLE, 1993**).

Pour le site 3 l'accumulation des H.C.T. par les lichens présentent une augmentation par rapport au témoin au premier et deuxième mois d'exposition jusqu'à un pic de 18 mg/g des H.C.T est enregistré au deuxième mois, suivie une diminution dans les taux des H.C.T pendant le troisième mois, puis une augmentation de ce ci en quatrième mois d'exposition.

Par contre dans les sites 4 et 7, les lichens enregistrent une augmentation de la teneur en H.C.T. par rapport au témoin au premier mois de l'exposition, suivie d'une fluctuation de la teneur des H.C.T. durant les derniers mois de l'exposition.

Tandis que dans le site 6 ; les lichens enregistrent une diminution de la teneur en H.C.T. par rapport au témoin au premier mois de l'exposition, suivie d'une fluctuation de la teneur des H.C.T. durant les derniers mois de l'exposition.

I.1.2- Cas des végétaux supérieurs

I.1.2.1-Casuarina

D'après la figure 11, nous observons la variation spatio-temporelle de l'accumulation des H.C.T comme suite :

Les sites 1 et 3; marquent une fluctuation d'accumulation des H.C.T, qui peut s'expliquer par une augmentation par rapport au témoin au premier mois, puis une chute d'accumulation au deuxième mois, suit un reprise d'accumulation en troisième mois et en fin une diminution au dernier mois d'expérimentation.

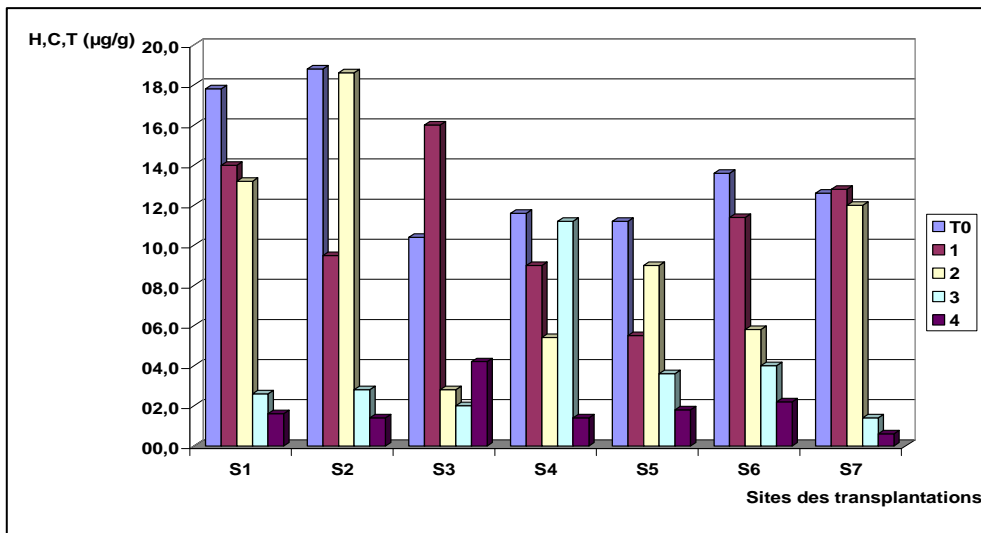


Figure 12 : Variations spatio-temporelles de l'accumulation des hydrocarbures totaux par du palmier dattier

Au niveau des sites 2 et 5, nous observons une augmentation d'accumulation des H.C.T au premier et deuxième mois d'expérimentation, puis une chute progressive dans les deux mois d'expérimentation qui reste.

Pour les sites 4 et 6; nous constatons une augmentation dans l'accumulation en H.C.T au premier mois, suivie d'une diminution progressive de cette accumulation durant les autres mois d'expérimentation.

Mais pour le site 7, nous constatons une diminution des H.C.T accumulé par rapport au témoin au premier mois, suivie d'une augmentation d'accumulation en H.C.T au deuxième mois, puis une chute significative de l'accumulation durant les dernier mois d'expérimentation.

I.1.2.2- Palmier dattier

Nous remarquons que les échantillons prélevés comme témoins présentent des concentrations en H.C.T différents en fonction des sites d'exposition (figure 12).

Les sites 1, 4 et 6 présentent une diminution régulière des valeurs des H.C.T jusqu'à la fin d'expérimentation.

Dans les sites 2 et 5, l'accumulation en H.C.T suit des fluctuations qui finissent par une diminution remarquable pendant les deux dernier mois d'expérimentation.

An niveau des sites 3 et 7 ; nous enregistrons une augmentation au premier mois par rapport au témoin, suivie d'une diminution successive durant les autres mois qui reste.

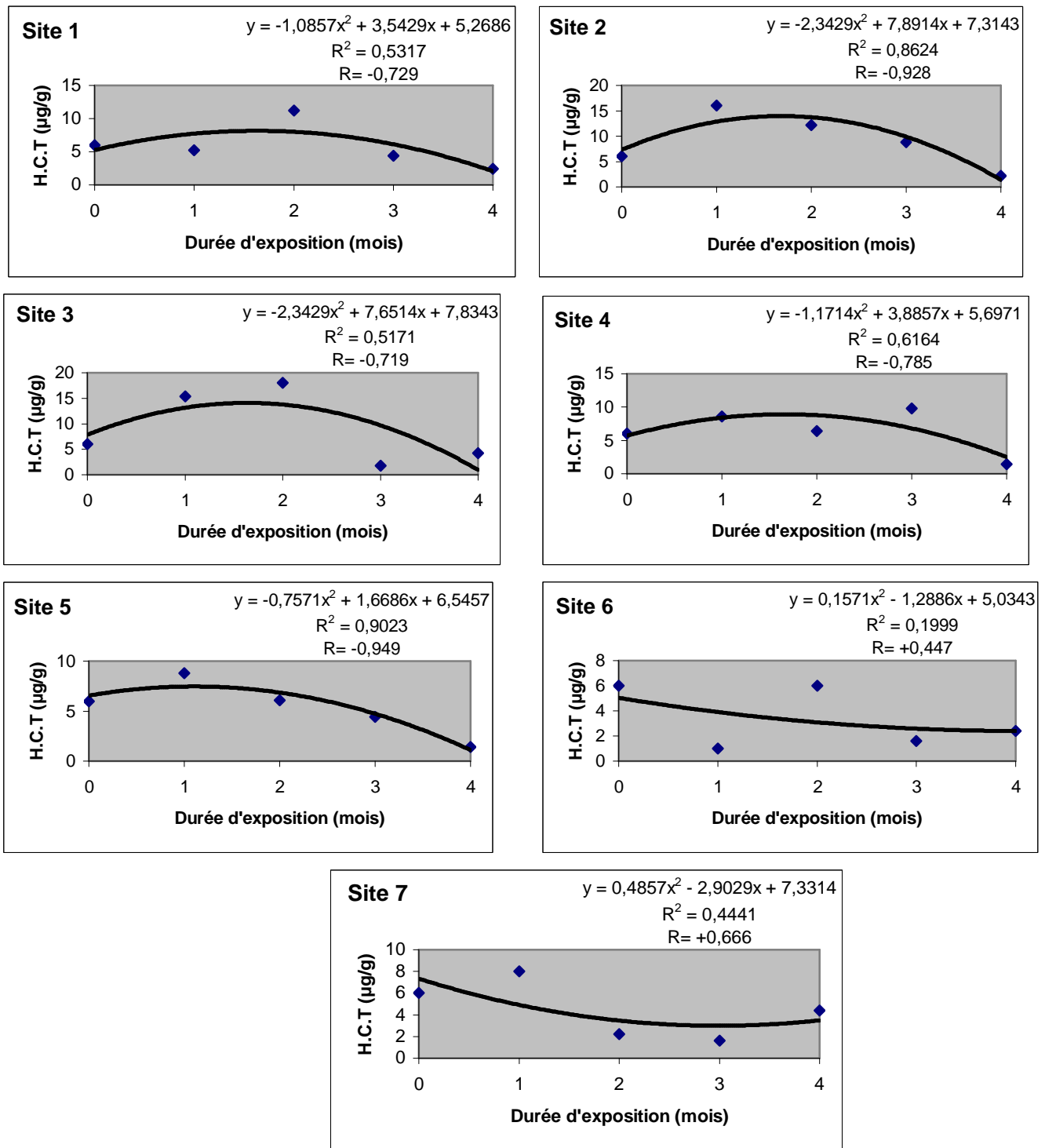


Figure 13 : Les courbes de tendance de l'accumulation des H.C.T par les Lichens

I.2- Discussions

Les résultats concernant la bio accumulation des H.C.T par les transplants lichéniques, et les végétaux supérieurs, nous permettent de distinguer que les valeurs des H.C.T dans certains sites fluctuent dans le temps et dans l'espace.

Cette fluctuation est due au phénomène d'accumulation, saturation, ex sorption et une reprise d'accumulation.

Le phénomène d'exsorption qu'est connu chez les lichens notamment par les métaux lourds. (**SAMADI et DERUELLE, 1993**)

Chez les végétaux supérieurs cette fluctuation est due que les stomates des feuilles capables de se fermer aux agents polluants (**GAVERIAUX, 1999**)

2-1- Cas des lichens

D'après les courbes de tendance (Figure 13). Nous constatons que la relation entre l'accumulation des H.C.T et la durée d'exposition est de type polynomiale. Ce ci est illustré par les courbes de régression, qui permettent d'estimer la valeur du degré d'accumulation à la base du temps de contamination avec exactitude 90% par exemple pour le site 5, ceci est représenté par le coefficient de détermination $R^2_5 = 0,902$ en relation avec la formule de régression $Y = - 0,7571 X^2 + 1,6686X + 6,5457$

Dans les sites 2 et 5, la corrélation est négativement significative entre la durée d'exposition à la pollution et l'accumulation des H.C.T avec des coefficients de corrélation $R_2 = -0,928$ et $R_5 = - 0,949$, cela veut dire que la relation entre ces deux paramètres est inversement proportionnelle avec des pourcentage de détermination de l'ordre de 86% et 90% respectivement pour les sites 2 et 5.

Par contre pour les sites 1, 3, 4, 6 et 7 la corrélation est non significative avec des coefficients de corrélation $R_1 = -0,729$, $R_3 = -0,719$, $R_4 = -0,785$, $R_6 = 0,447$, $R_7 = 0,66$, cela explique que pour ces sites; le temps d'exposition des lichens à la pollution n'influe sur l'accumulation des H.C.T que par un taux de détermination de l'ordre de 53%, 51%, 61%, 19% et 44% respectivement pour les sites 1, 3, 4, 6, et 7. Donc nous permettons de dire que le reste du pourcentage peut être due à d'autres facteurs écologiques comme la topographie locale (variation topographique), les conditions climatiques (modification locale et ponctuelles du climat). (**KHELIL, 2004**)

Nos résultats ne sont pas en accord avec celles de ROUIDI, 2001 et KHELIL, 2004 et GHOUGALI et MESSAOUDI, 2005, car les facteurs climatiques (la saison d'échantillonnage) ne sont pas les mêmes. (L'humidité de l'air, précipitation et la température) change la signification. Mais ces résultats sont en accord avec celles de DEBBA et KHERROUBI, 2006.

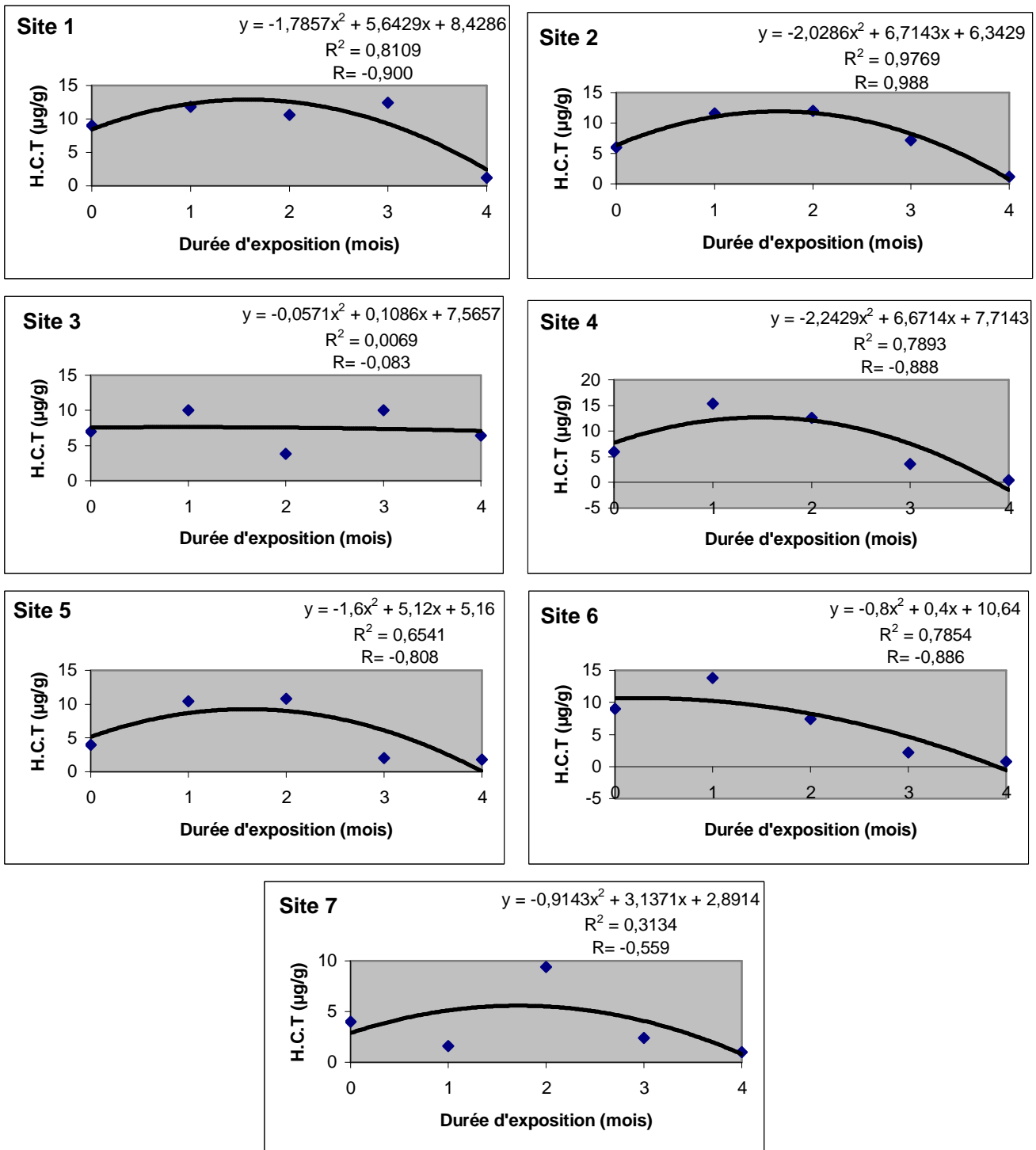


Figure 14 : Les courbes de tendance de l'accumulation des H.C.T par de Casuarina.

*** Conclusion**

D'après les résultats établis, nous concluons que l'accumulation temporelle des H.C.T par les lichens transplantés dans la plus part des sites n'est pas liée uniquement au facteur de temps, ceci est éventuellement peut être dû également à :

-L'effet de brise pollution jouer par les arbres qui servent de support pour les transplants lichéniques. La présence d'arbre à proximité de la route est aussi un facteur de rétention des polluants (**GUELLE et EMMANUEL, 1998**)

- La période de transplantation se fait en printemps aux les vents sont violent (voir le tableau I annexe 4). Un vent fort permet de disperser les polluants. (**GUELLE et EMMANUEL, 1998**)

- L'interaction entre plusieurs polluants, car il est en effet difficile de distinguer l'effet ponctuel d'un polluant lorsque les thalles sont soumis à une pollution complexe. (**DERUELLE et LALLEMANT, 1983**) .Localisation de la plus part des sites dans des zones domestiques.

- La variation de l'accumulation des H.C.T par les transplantations des lichens pour tous les sites ont été expliquée par DERUILE et LALLEMANT, 1983 qui annoncent que la variation des ces dernier dans les Thalles lichéniques peut être du à la toxisensibilité des lichens à ce polluant, vu que cette toxisensibilité est variable avec les conditions substratiques et climatiques.

- Dans la plus part des sites est due aux précipitations reçues dans les jours même du prélèvement de Avril néanmoins une pluviosité de 50 mm diminue considérablement la concentration des polluants (**ASTA, 1997**).

I.2.2-Cas des végétaux supérieurs

I.2.2-1- Casuarina

D'après les courbes de régression (Figure 14), nous constatons qu'il y a une corrélation négativement significative dans la majorité des sites : 81%, 97%, 78% et 78% pour les sites 1, 2, 4 et 6 respectivement. Cela s'explique par une corrélation qui est inversement proportionnelle entre la durée d'exposition aux polluants et l'accumulation des H.C.T avec des coefficients de corrélation $R_1=-0,900$, $R_2=-0,988$, $R_4=-0,884$ et $R_6=-0,886$. Tan disque les sites 3,5 et 7 la corrélation n'est pas significative entre les deux paramètres avec exactitude 0,69%, 65% et 31%, et une coefficient de corrélation $R_3=-0,083$, $R_5=-0,808$ et $R_7=-0,559$ cela veut dire que la durée d'exposition n'est pas l'unique facteur qui intervient dans la variation de l'accumulation des H.C.T par ce que les feuilles recouverte d'une cuticule protectrice et imperméable. (**GAVERIAUX, 1999**)

Nos résultats sont en accord avec celles de DEBBA et KHERROUBI, 2006.

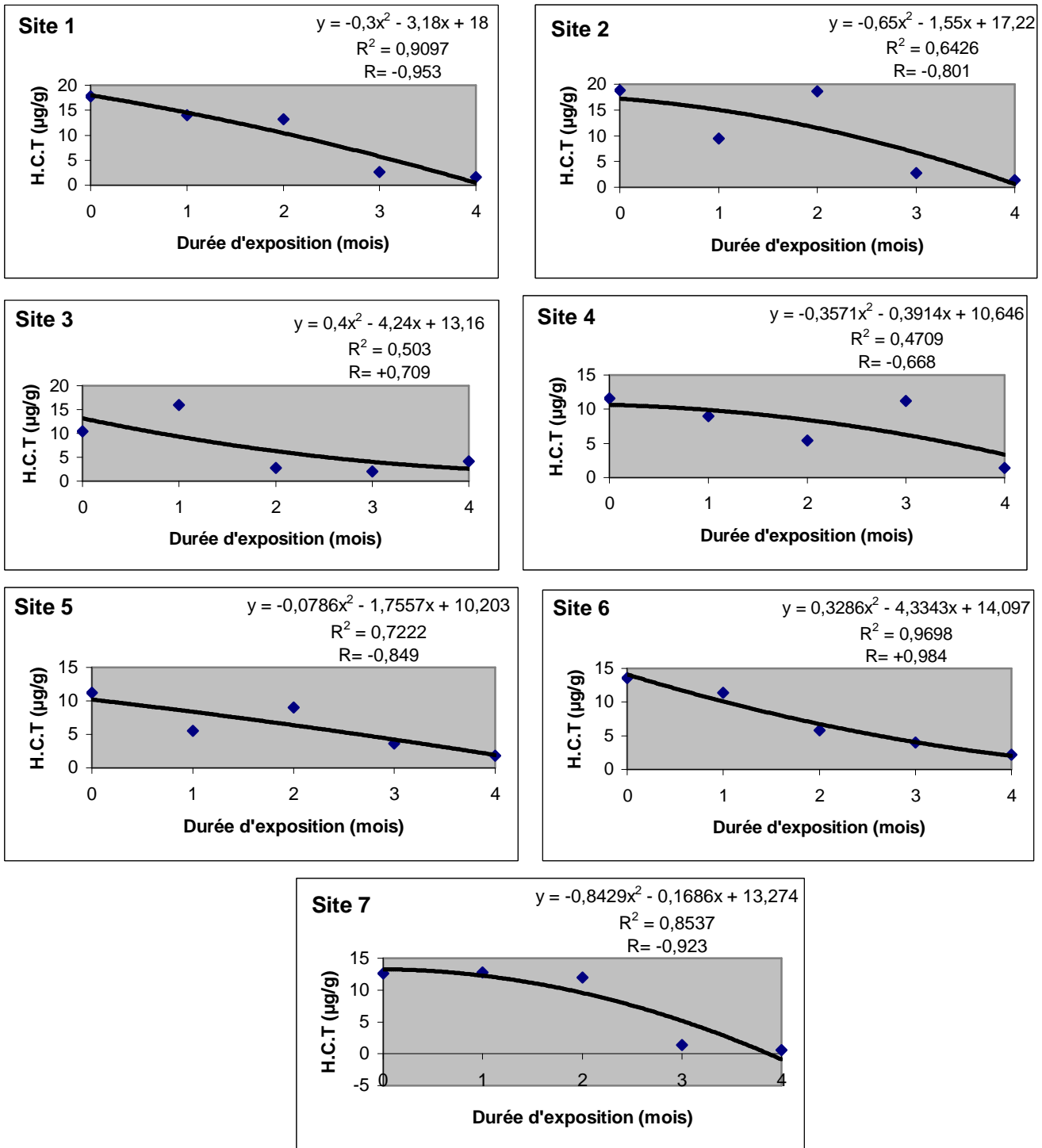


Figure 15 : Les courbes de tendance de l'accumulation des H.C.T par du Palmier dattier

I.2-2-2- Palmier dattier

D'après les courbes de tendance (Figure 15), nous notons dans la majorité des sites 1, 5, 6 et 7 que la corrélation est significative entre la durée d'exposition à la pollution et l'accumulation des H.C.T. Cela nous permettons de dire que la durée d'exposition des palmiers dattiers à la pollution a un effet sur l'accumulation des H.C.T, la corrélation est négativement significative pour les sites 5 et 7 avec des coefficients de corrélation $R_5=-0,849$ et $R_7=-0,923$ avec une exactitude 72% et 85% respectivement, cela veut dire que dans les deux sites 5 et 7; l'augmentation de la durée d'exposition est accompagnée de la diminution de l'accumulation des H.C.T. et d'autre part. Pour les sites 1 et 6, la corrélation est positivement significative avec des coefficients de corrélation $R_1=0,953$ et $R_6=0,984$, cela signifie que plus la durée d'exposition des palmiers dattier à la pollution est élevée plus ces derniers accumulent d'avantage des H.C.T les taux de cette variation ont été exprimés par 90% pour le site 1 et 96% pour le site 6.

Tandis que les sites 2, 3, et 4 ; une très faible accumulation a été remarquée peut être due à la physiologie des feuilles ; feuille recouverte d'une cuticule protectrice et imperméable (GAVERIAUX ,1999). Qui représente une corrélation non significative avec des coefficients de corrélation $R_2=-0,804$, $R_3=0,709$ et $R_4=0,686$, donc l'accumulation des H.C.T n'est pas liée seulement au facteur temps qui avec 64%, 50% et 47% respectivement pour les sites 2, 3 et 4.

***Conclusion**

D'après les résultats obtenus nous concluons que :

- Les plantes supérieures accumulent aussi les hydrocarbures dans les régions polluées mais beaucoup plus lentement que les lichens à cause de la régulation stomatique et le rôle protecteur de la cuticule. Les stomates des feuilles sont capables de se fermer aux agents polluants et les feuilles recouvertes d'une cuticule protectrice et imperméable. (**GUELLE et EMMANUEL, 1998**)

Selon DERUELLE et LALLEMANT, (1983) qui annoncent dans la période hivernale les feuilles persistantes accumulent les polluants dans les feuilles et par leurs troncs, par contre les arbres à feuilles caduques des végétaux herbacés les polluants atmosphériques sont captés essentiellement par leurs systèmes foliaires, mais pour les arbres les polluants peuvent être aussi captés par l'écorce des troncs à l'aide des l'anti-celles. Bien que, les racines ne captent pas les polluants atmosphériques, celle-ci peut être perturbée physiologiquement par la présence des polluants. (**GUELLE et EMMANUEL, 1998**)

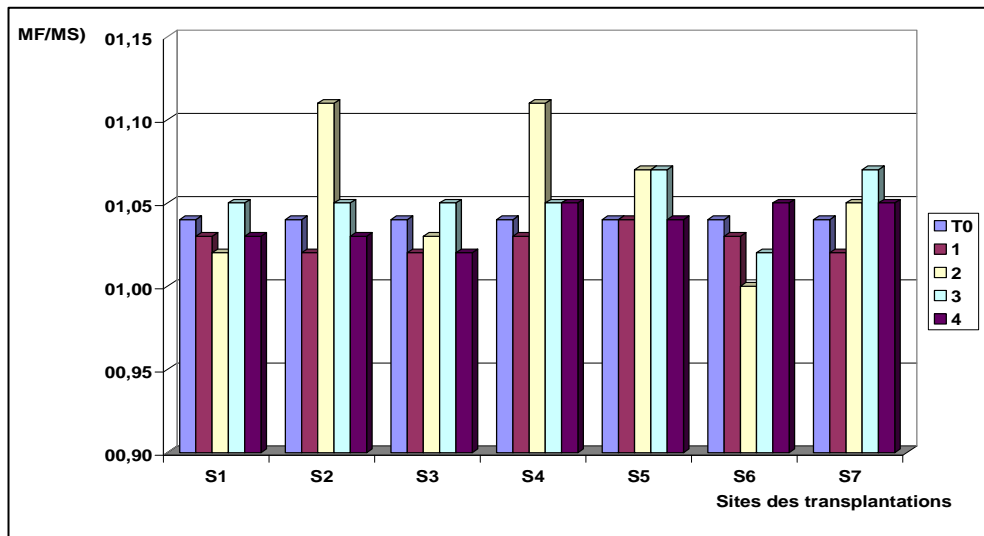


Figure 16 : Variations spatio-temporelles du rapport MF/MS des échantillons des lichens

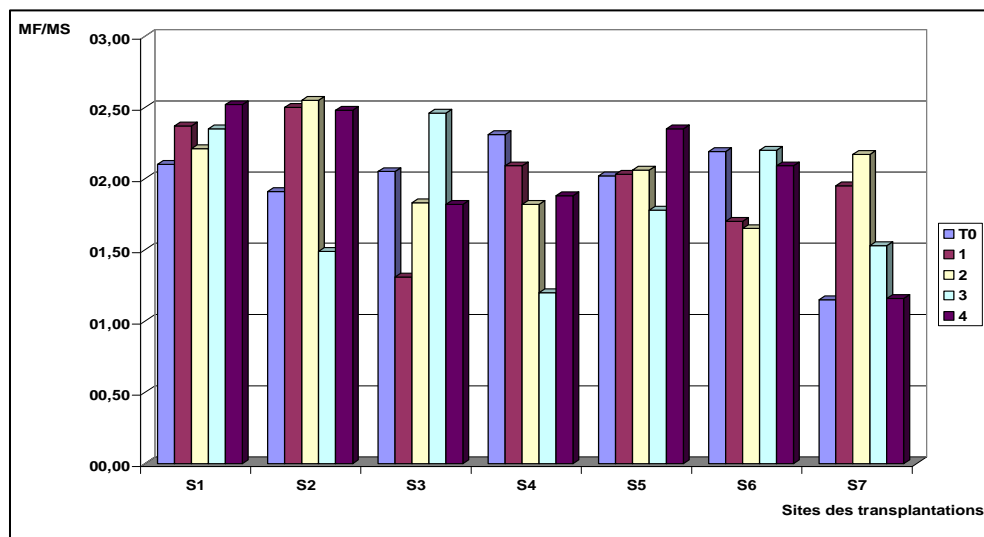


Figure 17 : Variations spatio-temporelles du rapport MF/MS des échantillons Casuarina

II- Variations spatio –temporelles du rapport MF/MS chez les transplants lichéniques et les végétaux supérieurs

II.1- Résultats

II.1.1-Cas des lichens

D'après les résultats représentés dans la figure 16 du tableau IV en annexe 3, nous constatons que le rapport MF/MS de témoin est de 1,04.

Ce rapport diminue dans le premier mois pour tous les sites sauf le site 5 la où nous enregistrons la même valeur du témoin pour le premier mois d'exposition.

Dans les sites 1 et 6 ; nous enregistrons une diminution du rapport MF/MS pendant les deux premiers mois d'exposition, suite une augmentation de ce rapport en troisième mois, ensuite une diminution de rapport MF/MS dans le dernier mois d'exposition.

Tandis que les sites 2, 4 et 5 ; là où nous observons une légère augmentation du rapport MF/MS pour atteindre son maximum au deuxième mois, ensuite ce rapport diminue d'avantage régulièrement pendant les deux derniers mois d'exposition.

Les sites 3 et 7 montrent une augmentation successive de rapport MF/MS pendant les trois premiers mois, suivie d'une diminution de ce rapport dans le dernier mois d'exposition.

II.1.2-Cas des végétaux supérieurs

II.1.2.1- Casuarina

D'après la figure 17 du tableau V en annexe 3, nous observons que les variations du rapport MF/MS de Casuarina sont comme suite :

Le site 1 ; montre une fluctuation du rapport MF/MS commençant par une augmentation dans le premier mois par rapport au témoin, puis une diminution suivie d'une augmentation de ce rapport pour les deux derniers mois d'expérimentation.

Pour les sites 2, 5 et 7 ; les échantillons de Casuarina enregistrent une augmentation du rapport MF/MS, cette augmentation est maintenue pendant les deux premiers mois, dans le troisième mois nous remarquerons une diminution du rapport MF/MS suivie d'une diminution dans le site 7 et une augmentation dans les sites 2 et 5.

Le site 3 présente une diminution du rapport MF/MS pendant le premier mois d'expérimentation, suivie d'une augmentation pendant les deux mois suivants, puis nous observons une chute du rapport dans le dernier mois d'expérimentation.

Enfin dans les sites 4 et 6, nous remarquons une diminution significative du rapport MF/MS dans les deux premiers mois suivie d'une fluctuation différente dans les derniers mois d'expérimentation.

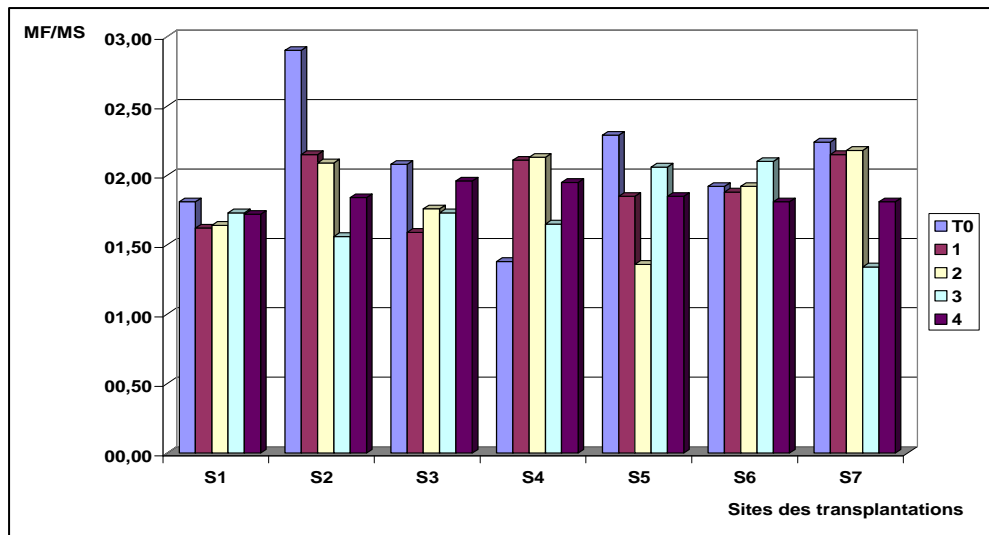


Figure 18 : Variations spatio-temporelles du rapport MF/MS des échantillons du Palmier dattier

II.1.2.2-Palmier dattier

La figure 18 du tableau VI en annexe3 ; montre une fluctuation du rapport MF/MS du palmier dattier dans les différentes sites, nous remarquons une diminution du rapport MF/MS pour tous les sites par rapport au témoins pour le premier mois sauf dans le site 4. Comme nous remarquons que les témoins enregistrent un pic de 2,90 pour le site 2.

D'après les sites 1,3, et 7 le palmier dattier enregistrent une augmentation des rapport MF/MS pendant les deux premiers mois de l'expérimentation, puis nous remarquons une fluctuation différent de ce rapport dans les deux dernier mois, qu'il atteint une valeur minimale au niveau du site 7 dans le deuxième mois d'expérimentation.

Tandis que les sites 2 et 5; la ou nous observons une chute du rapport MF/MS pour le deuxième mois d'expérimentation, mais nous observons une fluctuation de ce rapport été explique par une diminution suivie d'une augmentation du rapport MF/MS pour le site 2 et le contraire dans le site 5 pour les deux mois qui reste.

Pour le site 4, nous constatons une fluctuation du rapport MF/MS dans le temps, commence par une augmentation du rapport MF/MS de palmier dattier dans les deux premier mois d'expérimentation, suivie d'un diminution de ce rapport pendant le troisième mois, en suite une augmentation du rapport MF/MS dans le dernier mois d'expérimentation.

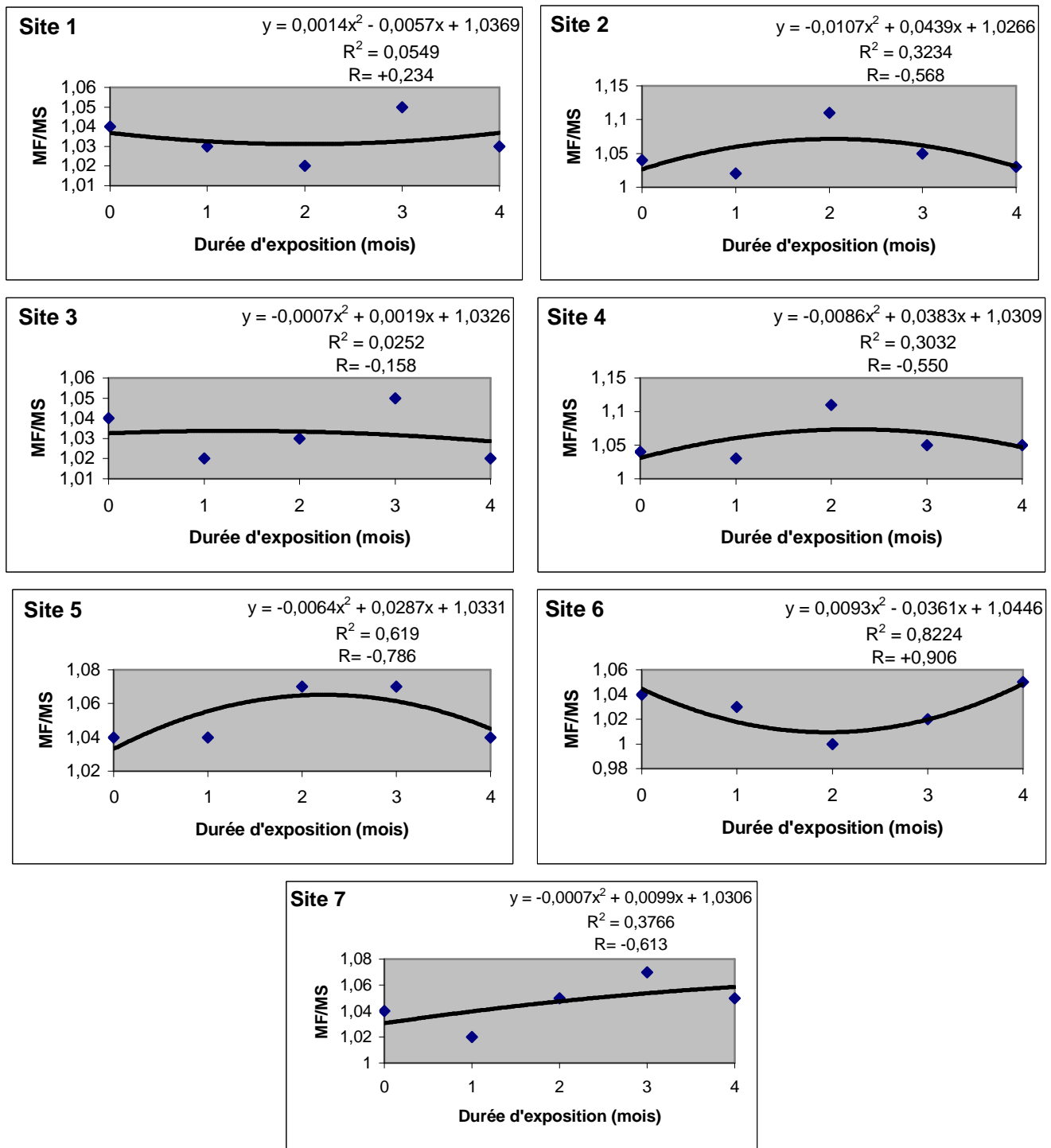


Figure 19 : Les courbes de tendance de la variation du rapport MF/MS par les transplantations lichéniques.

II.2- Discussions

Le rapport MF/MS constitue un indice caractérisant l'état de l'air; MF/MS dans une zone polluée est inférieur au même rapport dans une zone non polluée. (**KHELIL, 2004**)

II.2-1- Cas des lichens

D'après les courbes de tendance qui sont représentés par le figure 19; nous avons remarques qu'il y a une corrélation positivement significative dans le site 6 qui représente avec exactitude 82%, cela s'explique par une coefficient de corrélation $R_6= 0,906$ qui annoncer que plus la durée d'exposition des transplants lichéniques augmente plus le rapport MF/MS est élevée.

Tandis que les sites 1, 2, 3, 4,5 et 7 ; la corrélation est négativement non significative avec des coefficients de corrélation $R_1=0,234$, $R_2=-0,568$, $R_3=-0,158$, $R_4=-0,550$, $R_5=-0,786$ et $R_7=-0,613$, c'est – à – dire que la variation du temps d'exposition aux polluants n'influe sur la variation du rapport MF/MS que avec 0,5%, 32%, 0,2%, 30%, 61% et 37% pour les sites 1, 2, 3, 4, 5 et 7 respectivement donc on peut dire qu'il y a d'autres facteurs environnementaux et climatique (l'humidité) qui interfèrent causent la variation de ce rapport pour ces sites.

Nos résultats ne sont pas en accord avec ceux de **KHELIL, 2004** et **GHUOGALI et MESSAOUDI, 2005**, car la période de l'expérimentation n'est pas la même. Mais sont en accord avec ceux de **DEBBA et KHERROUBI, 2006**.

*** Conclusion**

Nous concluons, d'après les résultats que le rapport MF/MS varie en fonction de la durée d'exposition des échantillons à la pollution dans certains sites et d'autre site il existé d'autres factures qui peut influe sur la rapport MF/MS qui peut être expliquer par :

- Nombreuse cellules du Phycosymbiote se représente état de plasmolyse permanente lorsque elles sont soumises à de fortes pollutions (**DERUELLE et LALLEMANT, 1983**)
- La formation d'une couche blanchâtre imperméable à la surface des thalles. Cette couche probablement lipidique joue un rôle de barrière contre l'absorption de l'eau et influence l'équilibre hydrique du thalle. (**DERUELLE et LALLEMANT, 1983**)
- Le transplant lichéniques se fait sur des troncs d'arbres sous la cime.

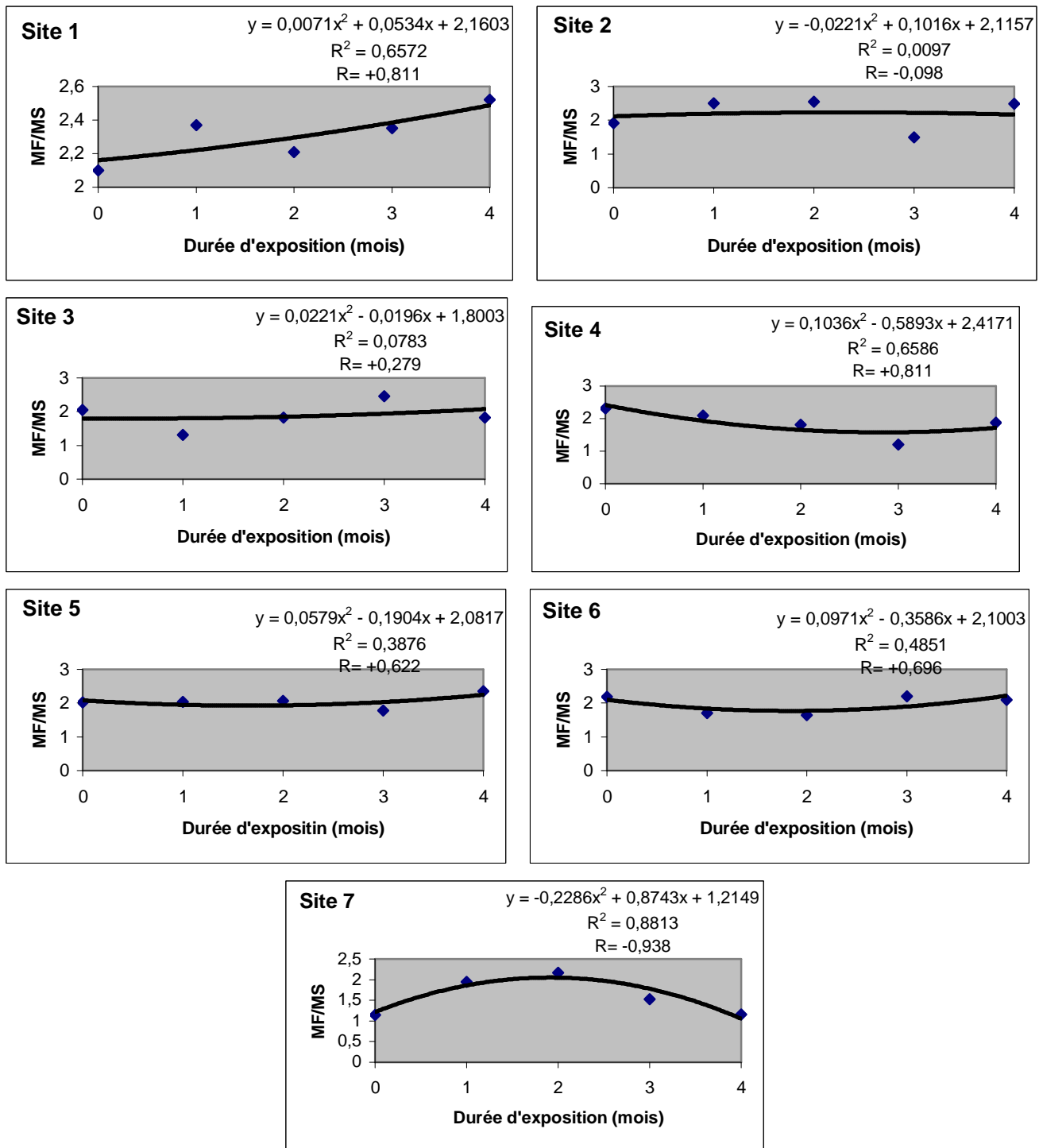


Figure 20 : Les courbes de tendance de la variation du rapport MF/MS par de Casuarina

II.2-2- Cas des végétaux supérieurs

II.2-2-1- Casuarina

D'après les courbes de tendance représentent par la figure 20 ; qui nous permettons de montrer les observations suivantes :

Pour les sites 1, 4 et 7 ; nous constatons une corrélation positivement significative à des valeurs des coefficients de corrélation $R_1=0,811$, $R_4= 0,811$ et $R_7= 0,938$ cela permet d'annoncer que plus la durée d'exposition aux polluants augmente plus le rapport MF/MS est élevé. Ce pendant an niveau des sites 2, 3, 5 et 6 la corrélation est non significative ceci est représentes par les coefficients de corrélation $R_2= -0,098$, $R_3=+0,279$, $R_5=+0,622$ et $R_6=+0,696$ donc nous constatons que le rapport MF/MS n'est pas liée seulement à la durée d'exposition.

Nos résultats sont en accord avec celles de BENHAMADA, 2004, et DEBBA et KHERROUBI, 2006.

II.2-2-2- Palmier dattier

D'après la figure21; on observe les variations du rapport MF/MS du palmier dattier suivants :

Dans les sites 2 et 3, la corrélation est positivement significative avec des coefficients de corrélation $R_2=0,955$ et $R_3=0,854$, c'est- à – dire que plus la durée d'exposition aux polluants augmente plus le rapport MF/MS élevée; par ce qu'il est soumis à une croissance rapide (GAVERIAUX, 1999). Par contre pour les sites 1, 4, 5 et 7, la corrélation est non significative avec des coefficients de corrélation $R_1=0,766$, $R_4=0,654$, $R_5=0,711$, $R_6=0,448$ et $R_7=0,705$. Cela explique que dans ces sites, le temps d'exposition des palmiers dattiers à la pollution n'influe sur le rapport MF/MS que par 58%, 42%, 50%, 20% et 49% pour les sites 1, 4,5, 6 et 7, respectivement, c'est – à – dire le rapport MF/MS n'est pas liée seulement à la durée d'exposition à la pollution, mais peut être liée à d'autre factures, tel que l'état physiologique du végétal et les conditions édaphiques.

*** Conclusion**

Le rapport MF/MS, varie selon l'état physiologique de chaque plantes et les conditions édaphiques dans les différents sites cela s'expliquée par :

- Les végétaux présentent une autre source d'eau accompagne l'absorption foliaire sont les racines. (DERUELLE et LALLEMANT, 1983)
- la pérennité des ces espèces toujours vertes (les palmiers dattiers et le Casuarina sont des plantes vivaces). (BENHAMADA, 2004)
- La plus part des sites sont soumis une irrigation quotidienne.

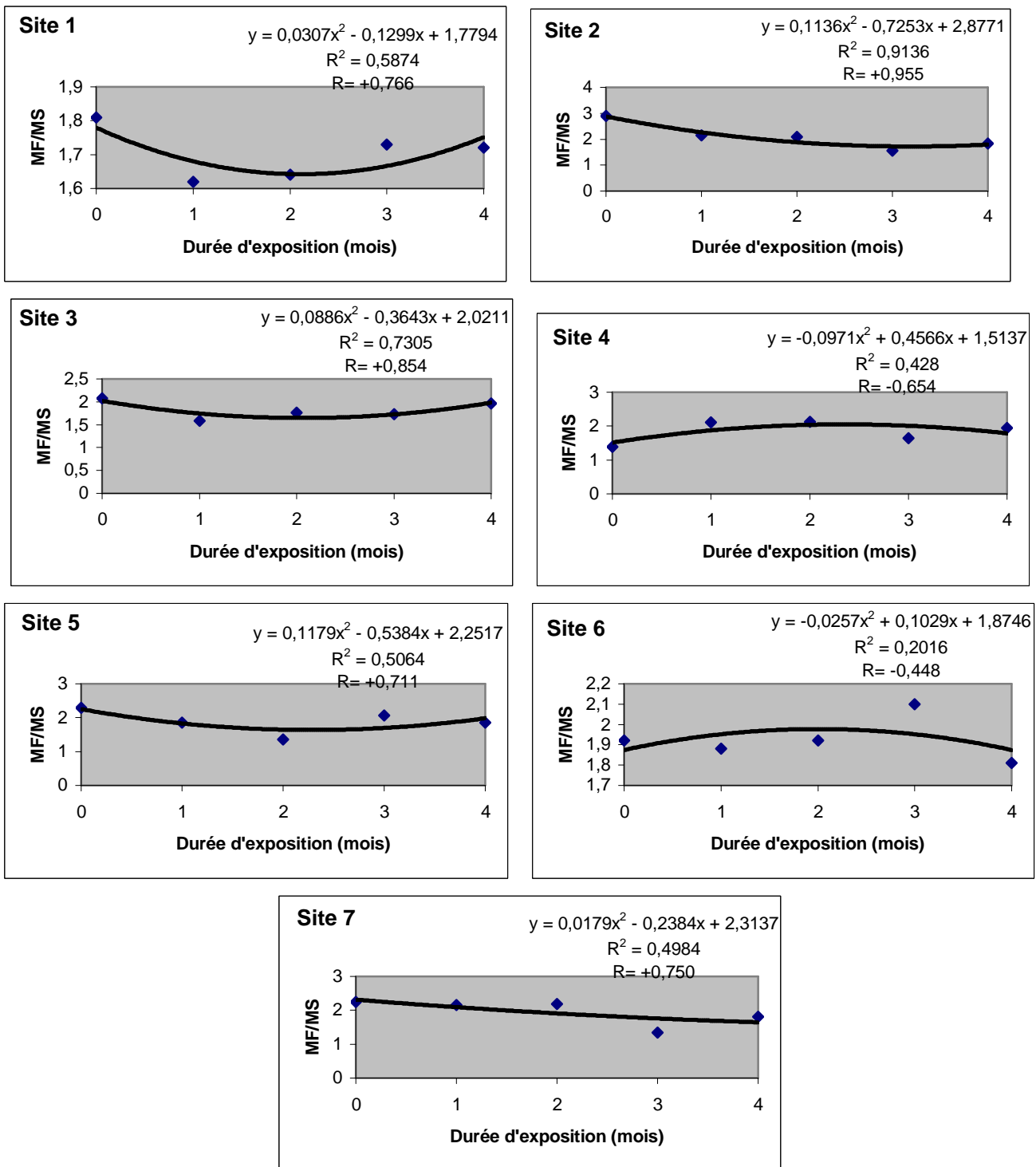


Figure 21 : Les courbes de tendance de la variation du rapport MF/MS par du palmier dattier

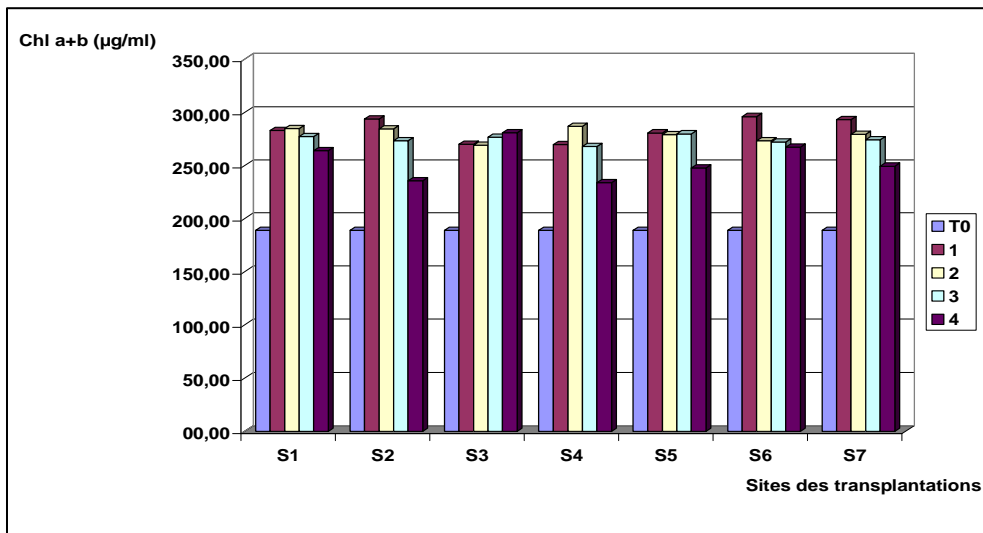


Figure 22 : Variations spatio-temporelles de la chlorophylle "a+b" des transplantes lichéniques.

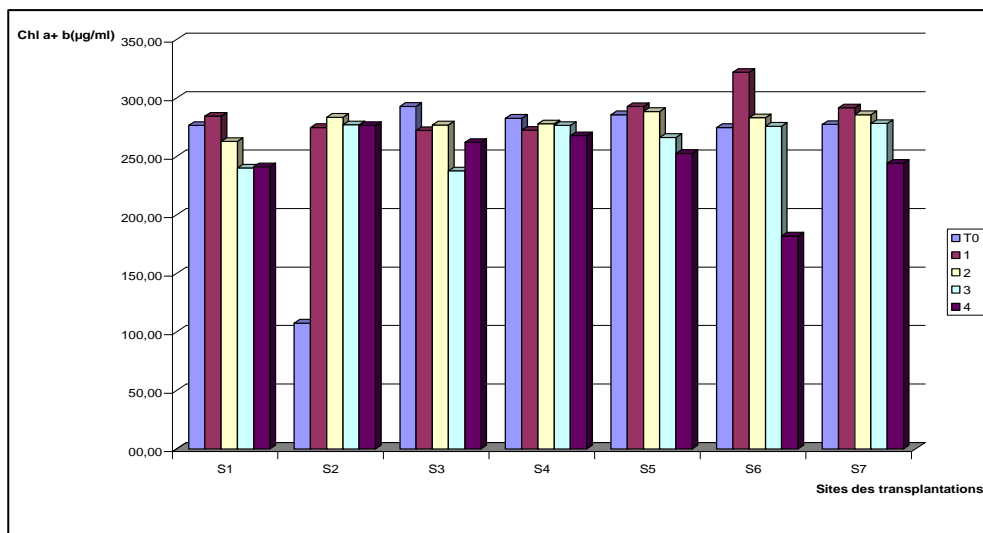


Figure 23 : Variations spatio-temporelles de la chlorophylle "a+b" de Casuarina

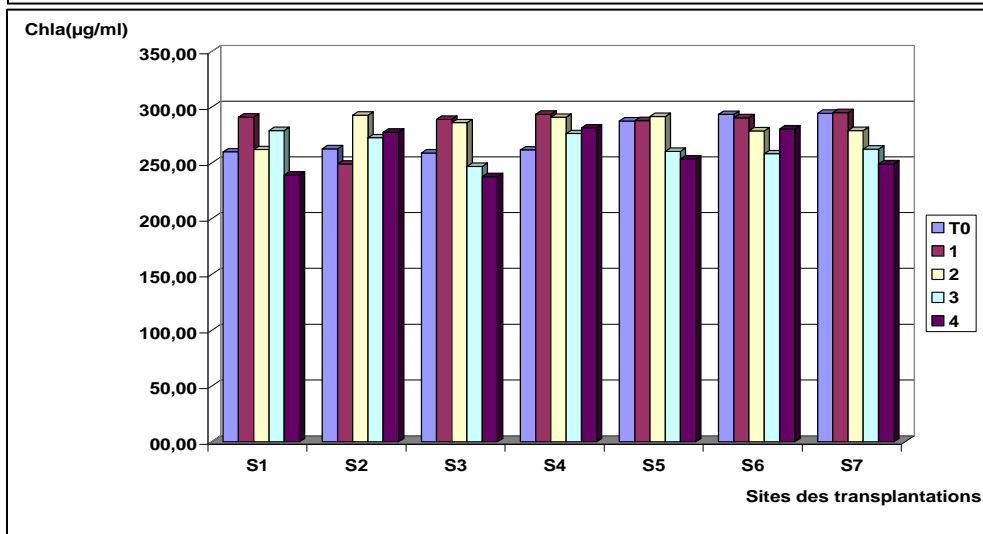


Figure 24 : Variations spatio-temporelles de la chlorophylle "a+b" du Palmier dattier

III- Variations spatio- temporelles de la chlorophylle "a+b" dans les transplantés lichéniques et les végétaux supérieurs

III.1- Résultats

III.1.1- Cas des lichens

La variation spatio- temporelle de la teneur en chlorophylle "a+b" représentée dans la figure 22 du tableau VII en annexe3.

Les sites 1 et 4, montrent une augmentation progressive des teneurs en chlorophylle "a+b" des transplantés lichéniques pendant les deux premiers mois suivie d'une régression de la teneur en chlorophylle dans les deux derniers mois d'expérimentation.

Nous observons dans les sites 2, 5, 6 et 7 ; une augmentation dans les teneurs des transplantés en chlorophylle "a+b" au premiers mois, suivie d'une diminution régulière pendant les trois mois qui restent.

Et enfin dans le site 3 ; nous enregistrons une augmentation en chlorophylle "a+b" régulière durant toute la durée d'exposition des lichens à la pollution.

III.1.2- Cas de végétaux supérieurs

III.1.2.1- Casuarina

Les résultats du dosage de la chlorophylle "a+b" dans les différents sites sont représentés dans la figure 23 du tableau VIII en annexe3.

Les sites 1, 2, 5, 6 et 7 ; montrent une augmentation des teneurs en chlorophylle a+b dans le premier mois, suivie d'une diminution progressive dans les mois d'expérimentation qui restent, comme nous enregistrons un pic de la teneur en chlorophylle a +b de 321,90 µg/ml dans le site 6 en premier mois d'expérimentation.

Dans les sites 3 et 4 ; nous constatons une diminution de la teneur en chlorophylle "a+b" dans le premier mois, suivie d'une fluctuation de cette teneur dans les derniers mois d'expérimentation

1.2.2- Palmiers dattier

La figure 24 du tableau IX en annexe3, montre les résultats du dosage de la chlorophylle "a+ b" du palmier dattier.

Le site 1, présente une fluctuation de la teneur en chlorophylle "a+b" des échantillons, après l'augmentation de cette teneur en premiers mois d'expérimentation, nous remarquons que cette teneur fluctue dans le temps.

Par contre au niveau du site 2, qui présente une diminution de la teneur en chlorophylle "a+b" dans le premier mois d'expérimentation, suivie d'une fluctuation de cette teneur pendant les derniers mois d'expérimentation.

Dans les sites 3 ,4 ,5 ,6 et 7 ; nous constatons une augmentation des teneurs en chlorophylle a+b dans le premier mois suivie d'une diminution progressive dans les autres mois, sauf que nous remarquons une augmentation de la teneur en chlorophylle "a+b" dans le site 5 dans le deuxième mois d'expérimentation, et dans les sites 4et 6 dans le dernier mois d'exposition.

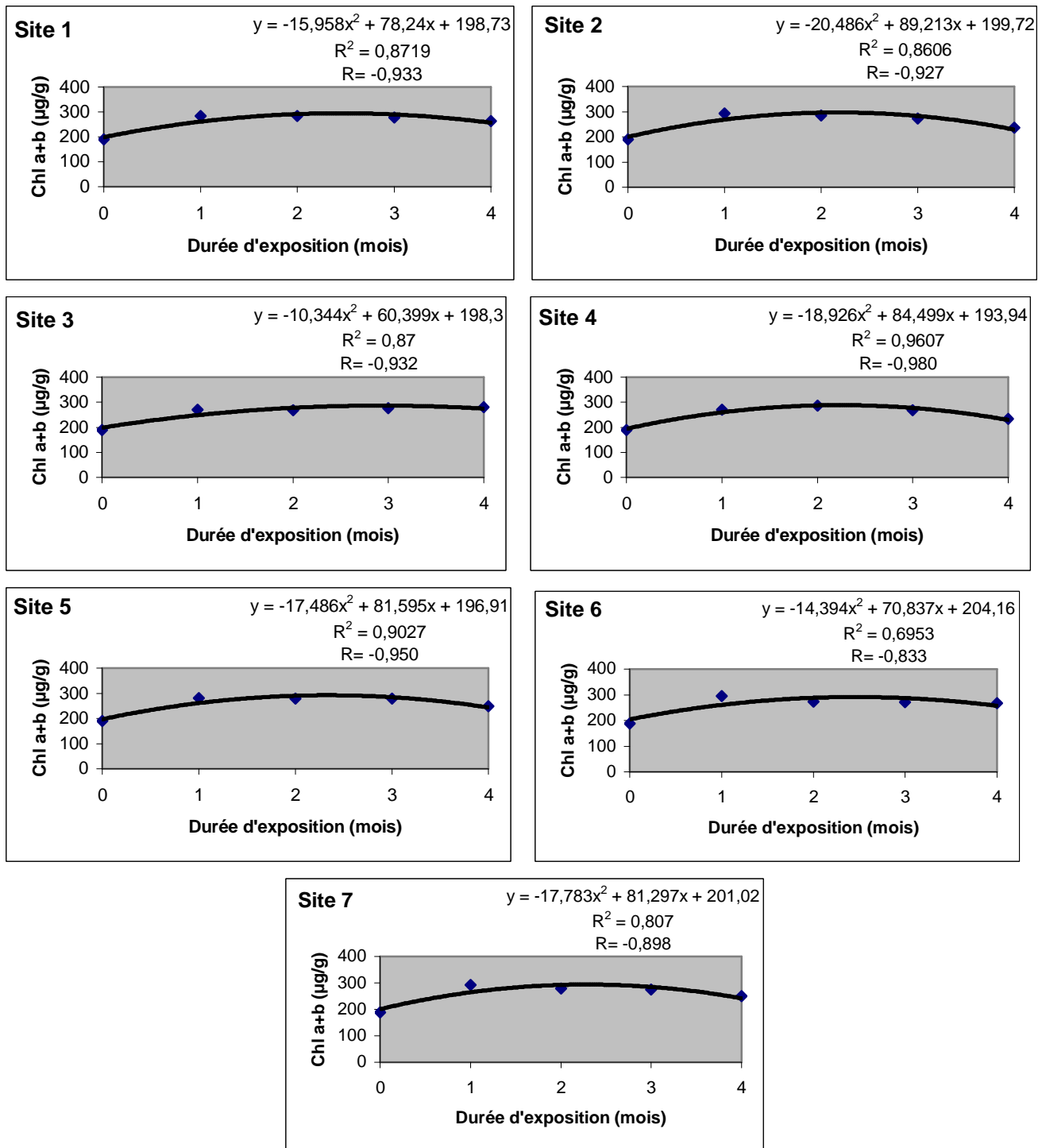


Figure 25 : Les courbes de tendance de la variation spatio-temporelle de la Chlorophylle "a+b" des transplantes lichéniques.

III.2- Discussions

III.2-1- Cas de lichens

D'après les courbes de tendance de la figure 25; nous remarquons que la relation entre la chlorophylle "a+b" et le temps d'exposition est significative pour tous les sites 1, 2, 3, 4, 5, 6 et 7. C'est – à –dire que la durée d'exposition des lichens à la pollution est inversement proportionnelle à la variation de la teneur en chlorophylle "a+b" dans les transplants lichéniques avec des coefficients de corrélation $R_1 = -0,933$, $R_2 = -0,927$, $R_3 = -0,932$, $R_4 = -0,980$, $R_5 = -0,950$, $R_6 = -0,833$ et $R_7 = -0,898$. Cela veut dire que chaque fois que la durée d'exposition des lichens augmente nous enregistrons une diminution dans la teneur en chlorophylle "a+b".

*** Conclusion**

A partir des résultats d'analyse de la teneur en chlorophylle "a+b" au niveau des thalles lichéniques une diminution de la teneur en chlorophylle "a+b" est expliquée par :

- le fort ensoleillement qui provoque l'élévation de la température en effet à baisse température, le bilan des échanges gazeux est favorable à l'assimilation chlorophyllienne (**ANONYME 2, 1974**) ;
- le dessèchement diminue la quantité de lumière qui parvient aux algues ce qui est un avantage à l'augmentation de la résistance aux fortes températures par contre, il suspend l'assimilation chlorophyllienne (**ANONYME 2, 1974**) ;
- la diminution de la teneur en chlorophylle des transplants lichéniques a été expliquée par (**DERUELIE et LALLEMANT, 1983**) par plasmolyse progressive des cellules algales qui perdent finalement leur coloration verte. Ceci est dû à la destruction des chlorophylles "a+b", transformées en phéophytine avant la dégradation complète de tous les pigments y compris carotène et xanthophylle ;
- des modifications de la photosynthèse qui peuvent réduire la formation de la chlorophylle sous l'effet de l'intensité et la durée de la pollution.

Nos résultats sont en accord avec celles de BENHAMADA, 2004 et KHELIL, 2004 et MESSAOUDI et GHOUGALI, 2004 et DEBBA et KHERROBI, 2006.

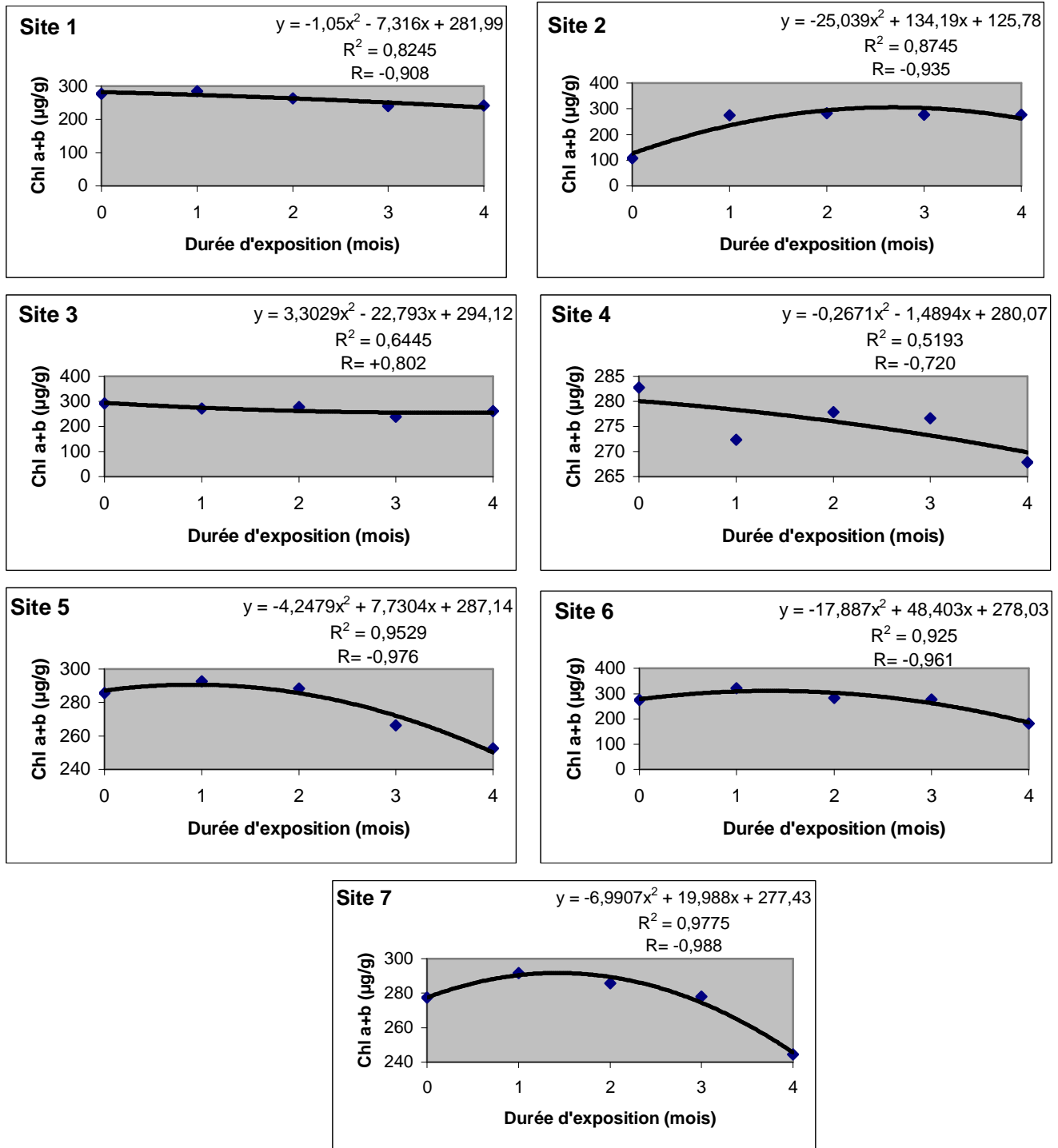


Figure 26 : Les courbes de tendance de la variation spatio-temporelle de la Chlorophylle "a+b" de Casuarina

III.2-2- Cas des végétaux supérieurs

III.2-2-1- Casuarina

D'après les courbe de tendance dans le figure 26; nous constatons que la relation entre la teneur en chlorophylle "a+b" du casuarina et le temps d'exposition pour la majorités des sites 1, 2, 5, 6 et 7 ; est significative, cela est représenté par les coefficients de corrélation $R_1=-0,908$, $R_2=0,935$, $R_5=-0,976$, $R_6=-0,961$ et $R_7=-0,988$, cela s'explique par une corrélation qui est inversement proportionnelle entre la durée d'exposition aux polluants et à la variation de la teneur en chlorophylle "a+b" avec exactitude 82%, 87%, 95%, 92% et 97% respectivement pour les sites 1, 2, 5, 6 et 7.

Cependant les deux sites qui reste 3 et 4, la corrélation est non significative avec de coefficients de corrélation $R_3=0,802$ et $R_4=-0,720$, c'est -à- dire que la variation de la chlorophylle "a+b" n'est pas liée seulement à la durée d'exposition, ce qui peut être due à d'autres facteurs (environnementaux, physiologiques des plantes).

Nos résultats sont en accord avec celles de BENHAMADA, 2004 et DEBBA et KHERROBI, 2006.

III.2-2-2- Palmier dattier

D'après les courbes de tendance de la figure 27 ; nous constatons que la relation entre la teneur en chlorophylle "a+b" de Casuarina et le temps d'exposition pour les sites 3, 5 et 7, est significative cela est représenté par les coefficients de corrélation $R_3=-0,883$, $R_5=-0,925$ et $R_7=-0,898$ qui s'explique par une corrélation qui est inversement proportionnelle entre la durée d'exposition aux pollution et la variation de la teneur chlorophylle "a+b".

Tandis que les sites 1, 2, 4 et 6; la corrélation n'est pas significative entre les deux paramètre avec une exactitude 59%, 31%, 54% et 60%, et des coefficients de corrélation $R_1=-0,773$, $R_2=-0,559$, $R_4=-0,738$ et $R_6=-0,778$, c'est - à - dire que la teneur en chlorophylle "a+b" des palmier dattier n'est pas liée seulement à la durée d'exposition ces résultat permettons de constater qu'il y a d'autres facteurs qui interviennent dans cette variation tel que la surface de leur feuille, l'état sanitaire des plantes (voir le figure 03 en annexe 2).

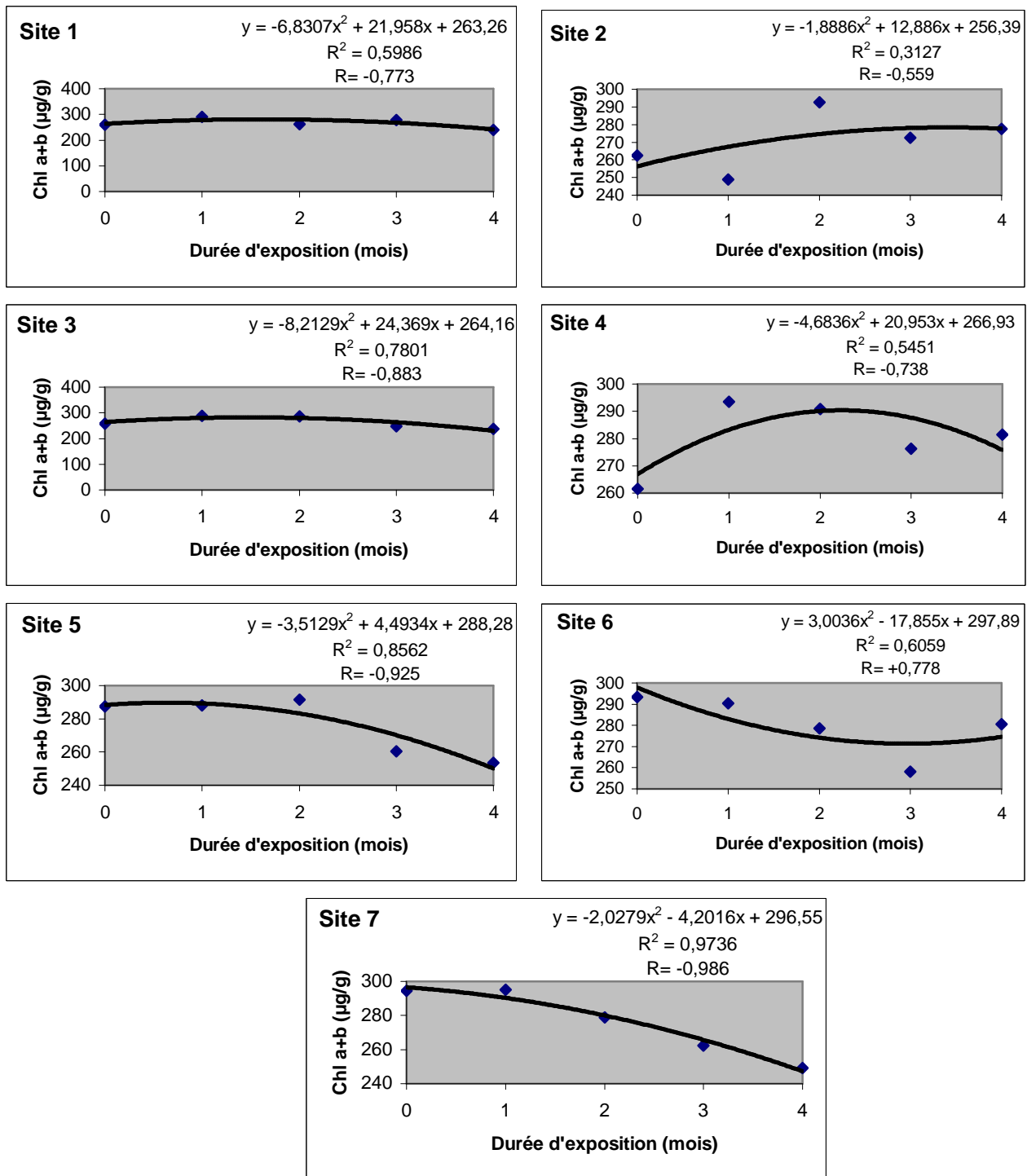


Figure 27 : Les courbes de tendance de la variation spatio-temporelle de la Chlorophylle "a+b" du palmier dattier

Conclusion

La variation spatio-temporelle de la chlorophylle "a+b" des végétaux supérieurs est significative pour certains nombres des sites, la fluctuation est en fonction de la durée d'exposition, et la non-signification pour le reste des sites avec des pourcentages différents est expliquée par :

- Les plantes peuvent subir une inhibition temporaire de la photosynthèse en présence d'une pollution fiable, cette inhibition cesse avec la pollution des résultats identiques ont été observés chez les lichens qui affectent fortement la physiologie des plantes supérieures. **(DERUELLE et LALEMANT, 1983)**
- Quelques pesticides ont une action directe sur les végétaux comme le mouron (herbicide), pénètrent par les racines et vont bloquer la photosynthèse dans les feuilles en agissant sur le cycle de Calvin. **(LEMEE, 1978).**
- L'action de smog se manifeste par des nécroses, une décoloration des feuilles. **(LEMEE, 1978)**

Les effets des polluants atmosphériques sur la photosynthèse (altération des enzymes associées des pigments des membranes des thylakoïdes, du transfert d'électrons) **(GARRE et VAN HALUWYN, 2004).**

Conclusion générale

Conclusion générale

La pollution atmosphérique qui se traduit par l'altération et la dégradation de notre écosystème n'a pas cessé d'évoluer surtout dans les villes industrielles, suite à l'augmentation des diverses pollutions dans l'atmosphère et leur large répartition avec toutes les conséquences environnementales.

Le gaz torché est l'un des résultats de la pollution pétrolière qui présentent sans doute des effets néfastes sur l'écosphère.

Les résultats obtenus sont en accord avec beaucoup d'autre recherches effectuées dans différentes milieux, les hydrocarbures s'accumulent dans toutes les espèces végétales utilisées, mais cette accumulation est plus significative chez les plantes supérieures (*Phoenix dactylifera*, *Casuarina equisetifolia*) que chez les plantes inférieures (*Xanthoria parietina*) cela est expliqué par l'existence d'autre facteur qui interviennent dans cette accumulation tel que les paramètres climatiques et la gestion des territoire.

L'accumulation des H.C.T varie dans le temps et dans espace. Elle augmente avec la prolongation de la durée d'exposition et elle dépend des conditions climatiques, topographiques et plus particulièrement du sens des vents.

Le rapport MF/MS constitue un indice de pureté de l'air (MF/MS dans une zone polluée est inférieur au même rapport dans une zone non polluée) et la majorité de nos résultats concernant les lichens transplantés et les végétaux supérieures, présentent une corrélation significative par rapport à la durée d'expérimentations.

La teneur en chlorophylle "a+b" montre une relation significative pour la plupart des sites.

Les résultats obtenus montrent bien la présence d'une pollution en H.C.T, non seulement décelée par l'utilisation des transplantés lichéniques, mais aussi par certains espèces phénogamiques qui à notre sens présentent des degrés différents vis-à-vis cette pollution. Il faut aussi signaler que la pollution par les H.C.T dans la région d'étude n'est pas liée seulement aux gaz torchés de la région de Hassi Messaoud, mais d'autres facteurs (rejets des gaz de combustion des automobiles), surtout que la plus parts des sites sont localisées dans un foyer domestique.

Il est regrettable que des agglomérations tel que Hassi Messaoud soit située à proximité d'une zone industrielle appelée à accroître ses produits industriels et dont les moyens de lutte utilisés contre cette forme de pollution sont très limités.

Pour ce la il est essentiel d'investir dans la recherche pour tenter de trouver des méthodes de dépollution, comme il est indispensable d'attaquer la pollution tout au long du processus

industriel par l'entretien et le réglage des installations et surtout des installations d'épuration qui restent comme une thérapies de base.

Enfin, nous suggérons une poursuite de cette étude avec d'autre types de pollution qui touche la région de Ouargla et aussi autre étude de l'effet de la pollution toujours par les hydrocarbures sur les eaux et les sol de cette région, et aussi l'utilisation des végétaux supérieures endémique comme des bio indicateurs et bio accumulateurs de la pollution atmosphérique.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

1. **ALIUOA A.,1995-** Détection de la pollution mercurielle dans la région de AZZEBBA (Algérie- orientale) à l'aide de la bio accumulateurs *Xanthoria parientina*, *Oléa cupea*, *Cupressus sempervineurs*, *Casuarina equisetifolia* et *Triticumdurum*. Mém. de magister uni Annaba.103p.
2. **ANONYME 1,2001-** Cour de Mr SEMADI A
3. **ANONYME 2,1974-**les sciences les grandes encyclopédie alpha des sciences et des techniques volume 1 fascicule 7 p188
4. **ANONYME 3, 2007-**Copyright©2000-2007 PYL. <File://a:\filao.htm .1/1>
5. **ANONYME 4 ,2004-** Cour de 3^{eme} année en écologie de Mr SLIMANI S.
6. **ANONYME 5,2004-** Cour de 4^{eme} année en écologie de Mme MADJBER T.
7. **ANONYME 6, 2001-**Rapport A. Geoecosysteme naturel de Hassi Mesaoud 105p.
8. **ARLERY R., GRISOLLET h. et GUIMET B., 1970-**climatologie méthode et pratique Gauthier - Villars paris 408p.
9. **ARQUES P., 1998-**La pollution de l'air causes, conséquences, solution. Ed. Sud France, p44.
10. **ARQUES P., 2001-**La pollution de l'air. Ed. disud, p26.
11. **ASTA J., 1997-**Cours de bio indication et bio évolution université de joseph fourier.grenoble, 40p.
12. **AYADI F., 2002-** Bio indication spatio-temporelle de la pollution par les hydrocarbures de la zone pétrochimique de SKIKDA à l'aide d'une espèce lichenique épiphyte *Xanthoria parientina*.
13. **BENHAMADA. ,2004-**Utilisation des techniques de transplantation licheniques dans l'appréciation de la pollution fluorée générée par la briqueterie da Jijel et son impact sur l'environnement, 113p.
14. **BLANDIN P., 1986-** Bio indicateur et diagnostique des systèmes écologiques. Bull-Ecd, pp4-17.
15. **BOURNELLE H. et GUIDICELLI CP., 1993-**Protection de la santé hygiène et environnement. Ed Fris ou Rock pp 341-342.
16. **BOUZID A., 2003-**Bioecologie des oiseaux d eau dans les chotts d Ain EL-Beida et d'Oum Er-Raneb (Régions d' Ouargla).thèse, Magister Sci.Agro; Inst.Nati.Agro; EL-Harrach, Alger, pp 19-21.
17. **DAJOZ R., 1986-** Précise d'écologie 5 ème Ed. Dunod Paris pp 323-341.

18. **DEBBA N., KHERROUBBI H., 2006**-L'effet de la pollution atmosphérique par les hydrocarbures sur la composition biochimique de l'espèce lichénique *Xanthoria parietina* et des végétaux supérieurs, 105p.
19. **DES ABBYAES H., 1951**-Encyclopedie biologique.Lt : traite de lichenologie. Ed. Masson et cie.paris.p1.
20. **DESABBYS H. et al., 1978**- Précis de botanique. Tome 1 Ed. Masson, Paris. P551.
21. **DJENDI M^{ed} A., 2006**-Contribution à l'étude de la pollution par le pétrole brut et son interaction sur certaines caractéristiques physico-chimiques des sols d' AIN- SMARA dans la wilaya de CONSTANTINE .Mém. d'Inge. Uni. Annaba pp9-12.
22. **DURUELLE S. et LALLEMENT R., 1983**- Les lichens témoins de la pollution Ed.VUIBER PARIS. 108p.
23. **DURUELLE S., 1978**- Les lichens et la pollution atmosphérique BULL ECO. Pp87-128.
24. **DURUELLE S., 1999**-Enjeux et perspectives de l'utilisation des lichens pour la surveillance de ce qualité de l'air- trois exemple dans le bassin parisien. Affiche 59. Institut d'écologie, équipe de lichenologie. Paris p1.
25. **EMILION k., 2004**- Traitement des pollution industrielles Eau- Air- Déchet- Sols boues : Ed. Du mode. P177.
26. **GARREC F et VAN HALUWYN C., 2004**-Biosurveillance végétale de la qualité de l'air .concepts .méthodes et application. Ed .TEC et Doc, paris. 117p.
27. **GAVERIAUX J.P., 1999**-« Les lichens et la bio induction de la qualité de l'air » broc hune 52p.<http://www.w2.ac-lille.fr/lichen/default.htm>.
28. **GUELLE D. et EMMAUEL., 1998**-Etat de l'air pour l'étude des impacts des transports routiers a proximité des autoroutes .Ed. ADEME 144p.
29. **GUIGNARD. JL. , 1998**-Botanique, Edition Masson, p16
30. **HAMELIN R., LAPORTE J. et PTC A., 2000**-Environnement et nuisances .Ed. Clartés 157p.
31. **JACQUES P.2000**-Dictionnaire de biologie. ED parra graphique.
32. **JEAN-MICHEL C., 1990** La rousse agricole publié, Editeur 15691 imprimé en France 5143017p.
33. **JEAN-PROST P., 1970** –Biologie végétal .tome II. Ed. bailli ère et fils. Paris pp 116-119.
34. **KHELIL R., 2004**-Utilisation des lichens comme bio inducteurs de la pollution atmosphérique dans la région de H.M. D .thés Magistère .agro .sah. Uni de Ouargla 115p
35. **KRANNER I, et Al. 2002** – Protocols in lichenology culturing eco physiology and use in biomonitoring (sprigar lab manual).phytochen vol 61 pp 217-218.

36. **LALLEMEMANT R.** et **VAN HALUWYN C., 1981**-Fates and effects of the oil spill « effets des hydrocarbures sur les peuplements lichéniques marins et phénomènes de recolonisation. proceeding of the international symposium, centre océanologique de Bretagne. publiée par le centre national pour l'exploitation des océans. Paris, pp405-413.
37. **LEMEE G., 1978**-Précis d'écologie végétale. Ed : Masson, Paris. pp167-170.
38. **LOUISOT P., 1983** –Biochimie générale et médicale structure métabolique et simiologique
39. **MACKENZIE A., BALL A., et VINDEE S., 2000** – L'essentiel en écologie .Ed BERTI, Paris pp327-329.
40. **MAHI TA., 1998**- Développement durable et stratégie de l'environnement Algérie p25.
41. **MAHIOUI R., 1974**-Le pétrole Algérien. Edition A.P. Alger, 1974. P 54
42. **MARTIN J., 1988**- Santé et pollution de l'air suisse 250P.
43. **MESSAOUDI S .et GHOUGALI A., 2004**-Détection de la solution atmosphérique par les hydrocarbures à l'aide de l'espèce lichénique *Xanthonia parietina* dans la région de Ouargla. Mémoire. Ingénieur en Université de Ouargla 87P.
44. **NASAH III, 1989**- lichens as indicators of air pollution. natur wissenschaften p63.
45. **O.N.M., 2007**- Office national de la météorologie; (2007), Recueil des données climatiques de la wilaya de Ouargla.
46. **OZENDA P. et CLAUZADE G., 1970**-Les lichens, étude biologique et flore illustrée. Edition Masson pp7. 69. 133.
47. **OZENDA P., 2000**- Les végétaux organisation et diversité biologique. 2Ed. DENOD. p 314.
48. **PASCAL S., 2002**- Stimulation de la quantité de l'air sur la ville de MEXICO, EPFL, Lausanne p60.
49. **PEYRON G., 2000**-Cultiver le palmier d'attier.ed.g.r.i.d.a.o.montpellier.109p.
50. **PIERRE V., 1975**- La pollution de l'air, effet, moyen de lutte prévention, mesure et détection, Encyclopédie de l'environnement. Collection dirigée par Jean A. TERNISIEN.
51. **PURVIS W. et WEDIN M, 1999**- Recherche les frontières du vivant France P 96-97.
52. **RAMADE F., 1979**- Eco toxicologique, collection d'écologie 2eme. Ed. Masson. P 41.
53. **RAMADE F., 1995**- Elément d'écologie; écologie appliquée 5eme Edition, Paris P 72.
54. **RAMADE F., 2002**- Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des sciences de l'environnement, Edition DUNOD, Paris 1170P.
55. **RENZONI A., 1975**-Toxicity of tree oils to bivalve gametes and larval MAR. BIO. P28.
56. **ROLAND J. et VIAN B., 1999** : Biologie végétal, Edition DUNOD, P 16.

57. **ROUIDI S., 2002**-Cartographie de la pollution par les hydrocarbures totaux au niveau de la plate forme industrielle de SKIKDA, Mémoire de Magistère, Université de Constantine 111P.
58. **SCHRAM W., 1972**- Investigation on the influence of oil pollutions on marine algae, the effect of rude oil films on the CO₂ gaze exchange out side the water, Ed. MAR. BIO. P14.
59. **SEMADI A. et DURUELLE S., 1993**-Détection de la pollution plombique à l'aide de transplantation lichénique dans la région de Annaba. P 86-102.
60. **WAUQUIER JP., 1994**-Pétrole but produit pétrolier schéma de fabrication. Ed: TECHNIP. Paris P3.
61. **WOLTERBEEK B., 2002**-Bio monitoring of trace élément air pollution: principales possibilités and perspectives, environ poll vol 120 p11.
62. **ZOUAOUI S., 1984**- Contribution à l'étude de la flore lichénologique de l'activité antibiotique chez quelques espèces des lichens de forêt de Beni- GHORBRI (YAKOREN). Mémoire. DES. Université de TIZI-OUZOU 55P.

Annexes

ANNEXE 1

Tableau I : les travaux sur la flore lichénique dans le monde.

Année	Auteurs	Observations
1664	TOURNEFORT	Séparation des lichens, des algues et des bryophytes.
1729	MICHELI	Description des lichens suivis de leur développement.
1741	DJELEUIS	Classification des lichens parmi " <i>Historia muscorum</i> "
1753	LINNE	Classification des lichens parmi les algues dans un genre unique dit "lichen"
1798	ACHARIUS	Classement de la lichenologie comme une branche spéciale de la cryptogamie et distinction des lichens des autres cryptogames.
1825	WALLROTH	Distinction des éléments verts du thalle.
1846	DE NOTARIS	Classification des lichens et établissement des genre en basant sur les spores
1852	TULSANE	Publication d'un mémoire sur l'anatomie des lichens et sur les organes reproducteurs
1855	SACHS	Hypothèse: les lichens résultent de l'association d'une algue et d'un champignon
1860	RAVAUD	Identification de 180 espèces de lichens.
1863	PAYOT	Identification de 310 espèces lichéniques
1866	NYLANDER	Exploitation des propriétés bios indicatrices des lichens
1867	GASSINI	Considération des nostocs comme des collemes stériles.
1867	FAMINITZIN et BARNETZKY	Culture des conidies dans l'eau.
1874	STAHL et BACHMANN	Etude des problèmes de la sexualité.
1889	NYLANDER	Description d'environ 3000 espèces lichéniques.
1900	L'ABBAHUE	Anatomie de nombreux lichens.
1904	MESSE	Isolement des produits chimiques élaborés par les lichens.
1907	ZOPF	
1930-1955	ASCHINA	
1905-1913	HRMAND	Systematique des lichens.
1926	SERNANDER	Distinction de plusieurs états de la végétation lichénique autour d'une agglomération.
1959	CLAUZADE et RONDON	Etude de la végétation lichénique alpine
1963	OZENDA	Publication d'un ouvrage sur "l'anatomie des lichens"
1970	OZENDA et CLAUZADE	Publication d'un ouvrage sur les lichens; Etude de la biologique et flore illustrées".
1984	ASTA	Etude de la pollution de SO ₂ sur les lichens.
1993	ASTA	Etude de plusieurs types de pollution à l'aide des lichens dans la région Rhône-Alpes.
1991	MARIAN et al	Utilisation des lichens comme bio indicateurs de la pollution atmosphérique.
1994	SLOOF	
1995	NASH III et GRIES	
2001	PIERVITTORI etMAFFIE	

2002	JERAN et al	
2002	WOLTERBEEK	
1997	ASTA	Etude des mécanismes physiologiques d'adaptation des lichens en condition extrêmes.
2000	ZAMBRANO et NASH III	Etude de la toxicité à court terme des polluants atmosphériques et leurs effets toxiques sur les lichens.
2000	GONZALEZ et PIGNATA	Etude des réponses chimiques du lichen <i>Canonuculina pilosa</i> transplanté à différents sites pollués.
2001	CONTI et CECCHETTI	Utilisation des lichens pour l'étude de plusieurs formes de pollution atmosphérique (fluorée, soufrée...)
2001	DOB BEN et al	Etude de la relation entre les lichens Epiphytes, les traces d'éléments et les polluants atmosphériques.
2003	LUCKING	Etude de la biogéographie des lichens foliacés.
2002	BAFFI et al	Détermination des différents éléments accumulés par les lichens (Al, Br, Cd, Co, Cu, Fe, Mn, Zn, Ni, Pb).
2003	ADAMO et al	
2002	CERCASOV et al	Etude comparative de la sensibilité de trois lichens (<i>Cetraria islandica</i> , <i>Evernia prunastri</i> et <i>Ramalina farinacea</i>)
2002	SAMUEL et al	Utilisation des lichens comme bio accumulateurs du cuivre.
2002	WISEMAN et WADLEIGH	Réponse des lichens au changement du soufre atmosphérique.
2002	GIORDANI et al	Effet de la pollution atmosphérique sur la biodiversité des lichens dans les régions méditerranéens (Italie)
2002	BERGAMASCHI et al	Utilisation des lichens pour la détermination des traces des éléments accumulés à partir de l'air.
2002	CARRERAS et PIGNATA	Utilisation des lichens comme bio indicateurs dans l'étude de la pollution de l'air par les métaux lourds.
2003	HAUCK et al	Etude de la toxicité du magnésium sur les lichens.
2003	LOPPI et PIRINTSOS	Utilisation des lichens épiphytes dans l'étude de la pollution par les métaux lourds.

Tableau II: travaux sur la flore lichénique en Algérie.

Année	Auteur	Observations
1876	NYLANDER	publication du catalogue "prodomus lichénographique"
1938	WERNNER	La plasticité écologique de cryptogames méditerranéens où il a bien noté la distribution spatiale des espèces en fonction des bioclimats.
1949	WERNNER	L'auteur rédigé un article sur l'origine de la flore lichénique de l'Algérie.
1951à1954	OZENDA et SCHOTER	Etude de la flore lichénique d'Algérie.
1965	TROTET	Etude de la flore lichénique de Sahara
1983à1989	SEMADI	Etude de la flore lichénique de la région d'Annaba en portant l'accent sur leur qualité de bio indication.
1984	ZOUAOUI	Etude des lichens de la grande Kabylie, en portant son intérêt à l'étude de la flore lichénique de la forêt de BENIGHORBI
1985à1986	ZAIMACHE	Etude des espèces poussant dans la région de Jijel.
1986	BELBECOUCHE	Traitement des lichens de la région de Constantine et de Oum El Bouaghi.
1987	ROUIDI	Etude des différentes espèces lichénique de la forêt de Lakhdaria (Bouira).
1989	RAHALI	Cartographie de la pollution plombique du Fran d'Algérie à l'aide des lichens.
1990	MOUATS	Contribution au recensement de la végétation lichénique en fonction du niveau de pollution de la région de Skikda.
1991	GRAN et al	Utilisation des lichens comme bio indicateurs de la pollution par les métaux lourds.
1992	DJEBAR et FRADJA	Etude des espèces lichénique de la région d'El KALA.
1995	ALIOUA	Détection de la pollution mercurielle dans la région de AZZABA à l'aide des bio- accumulateurs.
1996	SEMADI	Recherche et utilisation de bio indicateur de la pollution d'origine industrielle dans la région "Est" de l'Algérie.
1999	ROUIDI	Se base sur le recensement de la flore lichénique de la région de Skikda pour cartographie la pollution atmosphérique.
2000	BOUTABIA	Etude de la dynamique de la flore lichénique du parc national d'El kala.
2001	ALIOUA	Détection de la pollution plombique d'origine automobile à l'aide de bios indicateurs lichénique de l'agglomération de Skikda.
2002	ROUIDI	Cartographie de la pollution atmosphérique de la région de Skikda par la flore lichénique.

Tableau III: Les travaux sur la flore lichénique en Sahara.

Année	Auteur	Observation
1911	BOULIDE LESDAIN	A publie une liste des lichens recueilles SEURAT au sud d'Algérie
1958	OZFNDA et al	Représentent théorique quelque 90 espèces mais ce n'est qu'une apparence
2004	KHELIL	Sous la direction de ALIOUA étudie la pollution atmosphérique par l'utilisation des lichens comme bio-indicateurs dans la région de Hassi Massoud (Ouargla)
2004	BELLABIDI	La pollution fluorée à l'aide de bio indicateur dans la région TOUGGOURT
2005	MESSAOUDI et GHOUGALI	Détection de la pollution atmosphérique par les hydrocarbures à l'aide de l'espèce lichénique <i>Xanthoria parientina</i> dans la région «Ouargla »
2006	DEBBA et KHERROUBI	L'effet de la pollution atmosphérique par les hydrocarbures sur la composition biochimique de l'espèce lichénique <i>Xanthoria parientina</i> et des végétaux supérieurs
2006	BACHI OEM EL KHEIR	Contribution à l'étude de la pollution plombique de la zone de Ouargla

ANNEXE 2

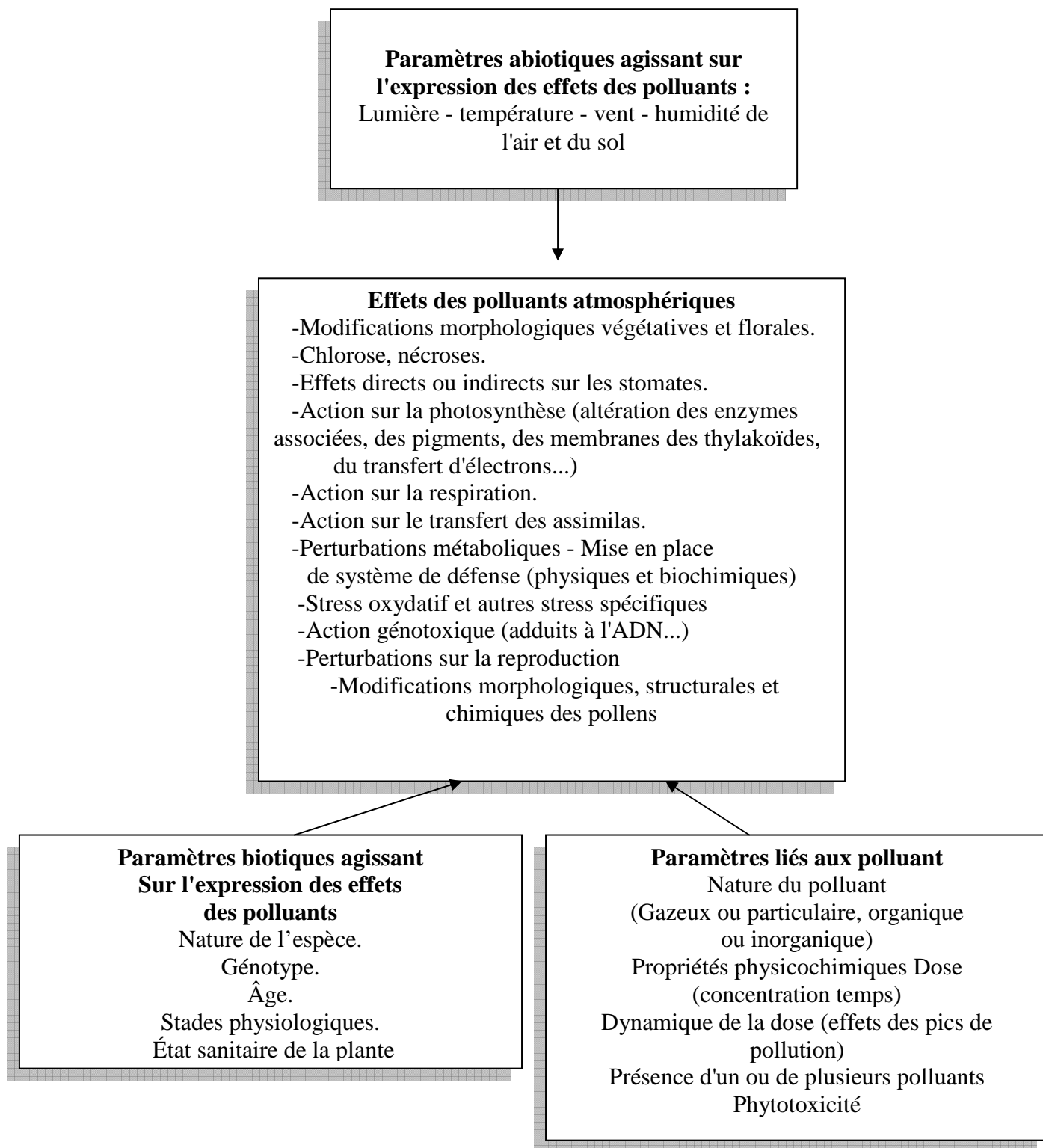


Figure01 : Principaux effets des polluants chez les végétaux - Interférence de divers paramètres.

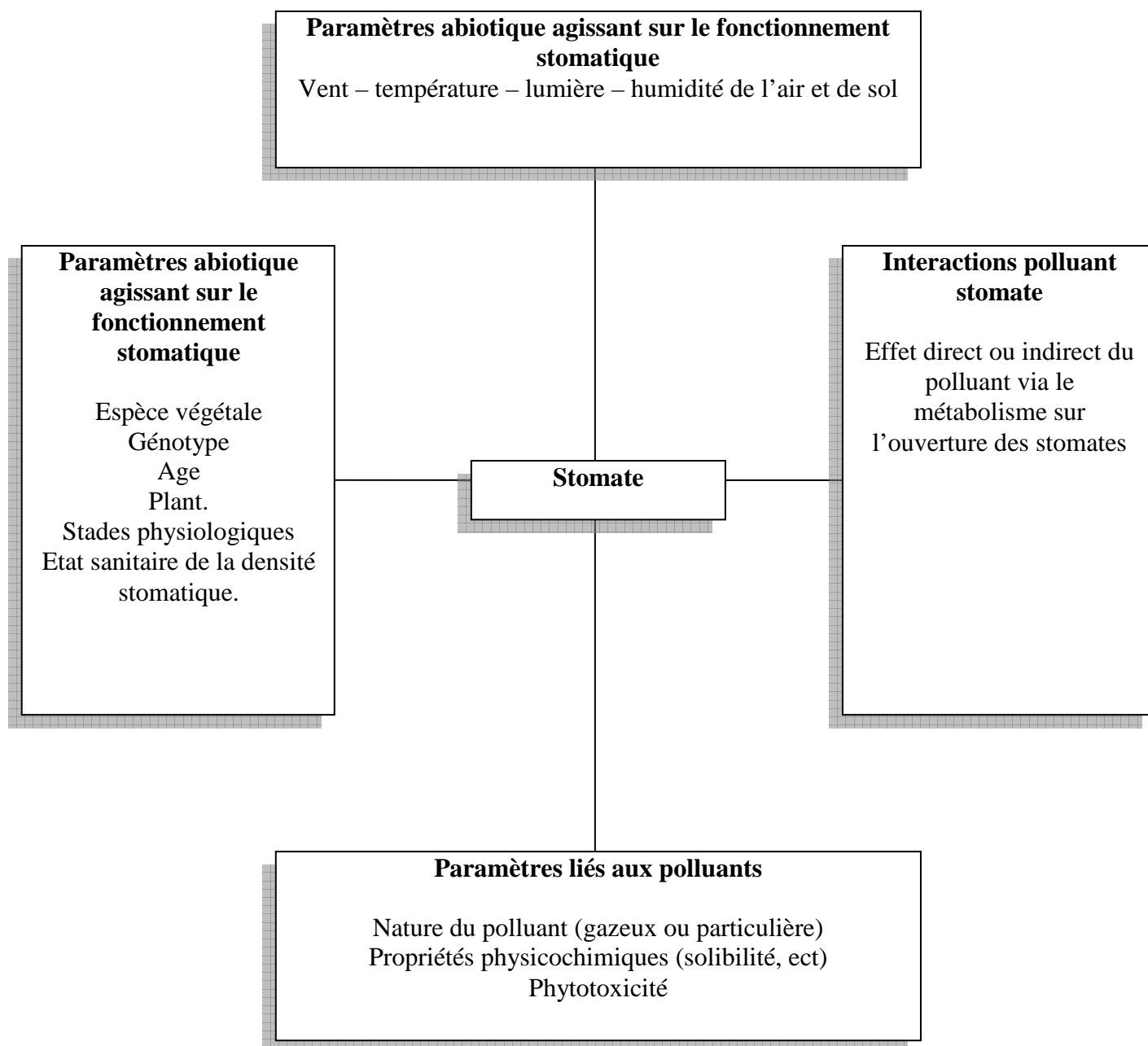


Figure 02 Paramètres agissant sur l'entrée des polluants par les stomates

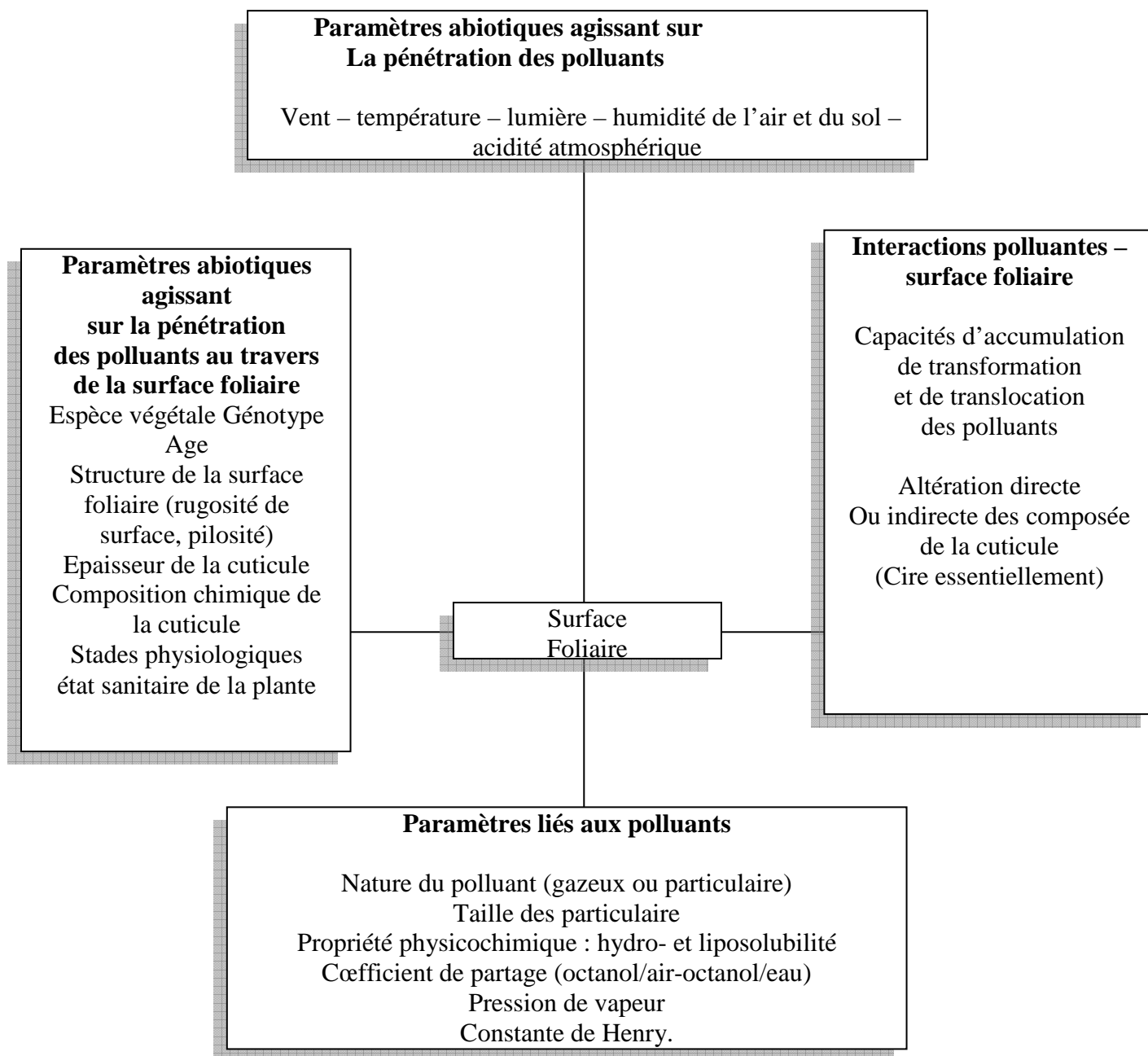


Figure 03 : Paramètre agissant sur l'entrée des polluants par la surface foliaire.

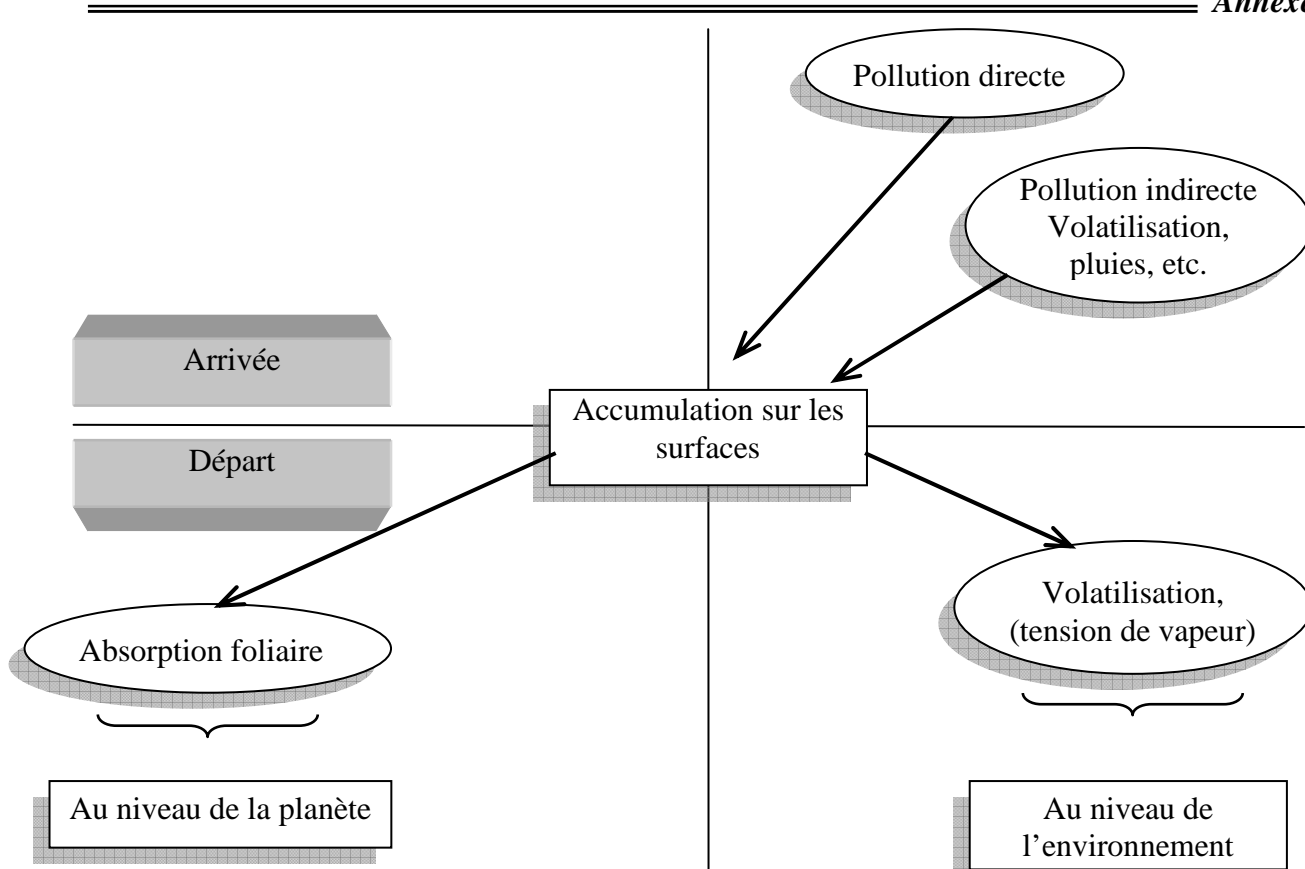


Figure 04 : Mécanismes régissant l'accumulation des polluant atmosphériques organiques sur les surfaces foliaires.

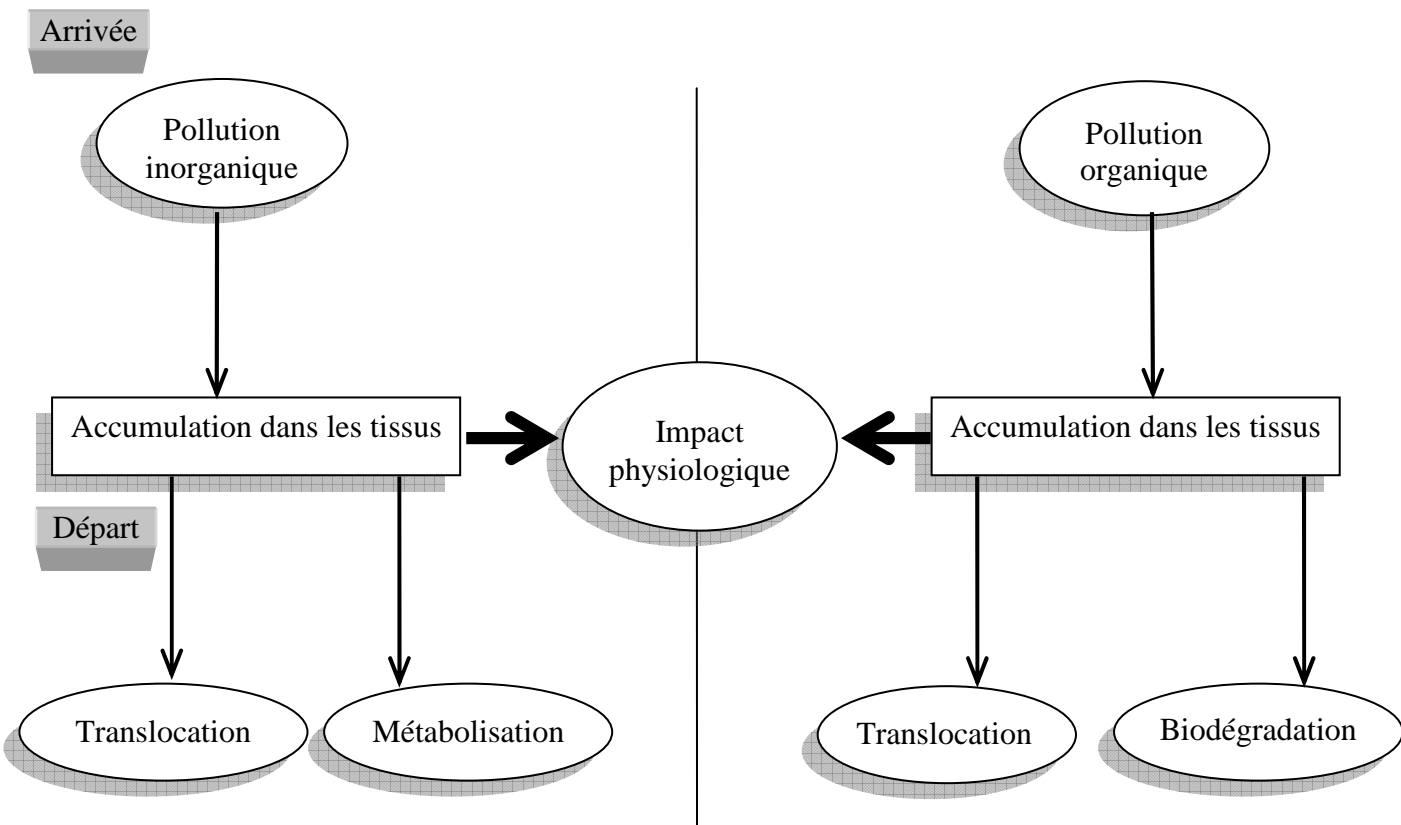


Figure 5: Mécanismes régissant l'accumulation et l'impact des polluants atmosphériques inorganiques et organiques dans les tissus foliaires.

Tableau I : Différences fondamentales des lichens avec les végétaux supérieurs.

Végétaux	Lichens
Feuille recouverte d'une cuticule protectrice et imperméable.	Pas de cuticule contact direct avec l'atmosphérique.
Pas d'activité l'hiver.	Actif tout l'année après chaque pluie
Puisent l'eau et les sels minéraux en dans le sol.	Alimentation sous la dépendance de l'air et de l'eau des pluies.
Stomates des feuilles capables de se fermer aux agents polluant.	Absence de système de régulation des entrées et des sorties.
Reproduction par grains protégés d'une enveloppe coriace pas de contact avec les polluant de l'air.	Reproduction par des structures aériennes sorédies, isidies, spores, ayant un contact immédiat avec les polluant de l'air.
Germination des graines dans le sol pas de contact avec les polluants de l'air.	Hyphes issus de la germination immédiate au contact de l'air.
Croissance rapide.	Croissance lente.

Source : les lichens et la bio indication de la qualité de l'air (**GAVERIAUX, 1999**)

ANNEXE 3

Tableau I : Variation spatio-temporelle de l'accumulation des hydrocarbures totaux par Les lichens.

Prélèvement Sites	T ₀	1	2	3	4
S ₁	06,00	05,20	11,20	04,40	02,40
S ₂	06,00	16,00	12,20	08,80	02,20
S ₃	06,00	15,40	18,00	01,80	04,20
S ₄	06,00	08,60	06,40	09,80	01,40
S ₅	06,00	08,80	06,10	04,40	01,40
S ₆	06,00	01,00	06,00	01,60	02,40
S ₇	06,00	08,00	02,20	01,60	04,40

Tableau II : Variation spatio-temporelle de l'accumulation des hydrocarbures totaux par de Casuarina.

Prélèvement Sites	T ₀	1	2	3	4
S ₁	09,00	11,80	10,60	12,40	01,20
S ₂	06,00	11,60	12,00	07,20	01,20
S ₃	07,00	10,00	03,80	10,00	06,40
S ₄	06,00	15,40	12,60	03,60	00,40
S ₅	04,00	10,40	10,80	02,00	01,80
S ₆	09,00	13,80	07,40	02,20	00,80
S ₇	04,00	01,60	09,40	02,40	01,00

Tableau III : Variation spatio-temporelle de l'accumulation des hydrocarbures totaux par du palmier dattier

Prélèvement Sites	T ₀	1	2	3	4
S ₁	17,8	14,0	13,2	02,6	01,6
S ₂	18,8	09,5	18,6	02,8	01,4
S ₃	10,4	16,0	02,8	02,0	04,2
S ₄	11,6	09,0	05,4	11,2	01,4
S ₅	11,2	05,5	09,0	03,6	01,8
S ₆	13,6	11,4	05,8	04,0	02,2
S ₇	12,6	12,8	12,0	01,4	00,6

Tableau IV : Variation spatio-temporelle du rapport MF/MS des échantillons des lichens

Prélèvement Sites	T ₀	1	2	3	4
S ₁	01,04	01,03	01,02	01,05	01,03
S ₂	01,04	01,02	01,11	01,05	01,03
S ₃	01,04	01,02	01,03	01,05	01,02
S ₄	01,04	01,03	01,11	01,05	01,05
S ₅	01,04	01,04	01,07	01,07	01,04
S ₆	01,04	01,03	01,00	01,02	01,05
S ₇	01,04	01,02	01,05	01,07	01,05

Tableau V : Variation spatio-temporelle du rapport MF/MS des échantillons de Casuarina

Prélèvement Sites	T ₀	1	2	3	4
S ₁	02,10	02,37	02,21	02,35	02,52
S ₂	01,91	02,50	02,55	01,49	02,48
S ₃	02,05	01,31	01,83	02,46	01,82
S ₄	02,31	02,09	01,82	01,20	01,88
S ₅	02,02	02,03	02,06	01,78	02,35
S ₆	02,19	01,70	01,65	02,20	02,09
S ₇	01,15	01,95	02,17	01,53	01,16

Tableau VI : Variation spatio-temporelle du rapport MF/MS des échantillons du palmier dattier

Prélèvement Sites	T ₀	1	2	3	4
S ₁	01,81	01,62	01,64	01,73	01,72
S ₂	02,90	02,15	02,09	01,56	01,84
S ₃	02,08	01,59	01,76	01,73	01,96
S ₄	01,38	02,11	02,13	01,65	01,95
S ₅	02,29	01,85	01,36	02,06	01,85
S ₆	01,92	01,88	01,92	02,10	01,81
S ₇	02,24	02,15	02,18	01,34	01,81

Tableau VII : Variation spatio-temporelle de la chlorophylle a + b des échantillons des lichens

Prélèvement Sites	T ₀	1	2	3	4
S ₁	189,00	282,72	284,64	277,11	263,85
S ₂	189,00	293,83	284,40	273,34	235,58
S ₃	189,00	269,91	268,85	276,67	280,73
S ₄	189,00	269,56	286,74	267,71	233,89
S ₅	189,00	280,55	279,03	279,63	247,72
S ₆	189,00	295,97	273,09	271,98	267,31
S ₇	189,00	293,02	279,19	274,12	249,28

Tableau VIII : Variation spatio-temporelle de la chlorophylle a + b des échantillons de Casuarina

Prélèvement Sites	T ₀	1	2	3	4
S ₁	276,60	284,50	262,87	240,10	241,22
S ₂	107,58	274,80	283,55	277,03	276,61
S ₃	292,85	272,11	276,90	237,77	262,11
S ₄	282,72	272,39	277,89	276,63	267,81
S ₅	285,63	292,70	288,44	266,25	252,55
S ₆	274,73	321,90	283,04	275,90	182,00
S ₇	277,41	291,70	285,73	278,15	244,31

Tableau IX : Variation spatio-temporelle de la chlorophylle a+ b des échantillons de palmier du dattier

Prélèvement	To	1	2	3	4
Sites					
S₁	259,90	291,12	261,86	278,93	239,17
S₂	262,61	248,95	292,63	272,47	277,51
S₃	258,82	289,02	285,98	246,74	237,55
S₄	261,62	293,55	290,90	276,22	281,38
S₅	287,53	287,97	291,59	260,27	253,59
S₆	293,47	290,40	278,62	258,09	280,42
S₇	294,36	295,04	278,98	262,37	249,13

ANNEX 4

Tableau I : Les données climatiques des mois de prélèvement d'année 2007 de la station Hassi
Messaoud

Année	Paramètre	Février	Mars	Avril	Mai	Juin
2007	TX	224	241	291	351	423
	TN	085	093	158	204	253
	H%	49	40	43	29	21
	V(m/s)	3.5	5.3	5.4	4.5	5.2
	EVAP	146	204	254	352	497
	INSOL	224	265	238	347	336
	TM	155	167	225	281	338
	RR	02.0	00.9	04.9	01.0	NT

Source : ONM, 2007.

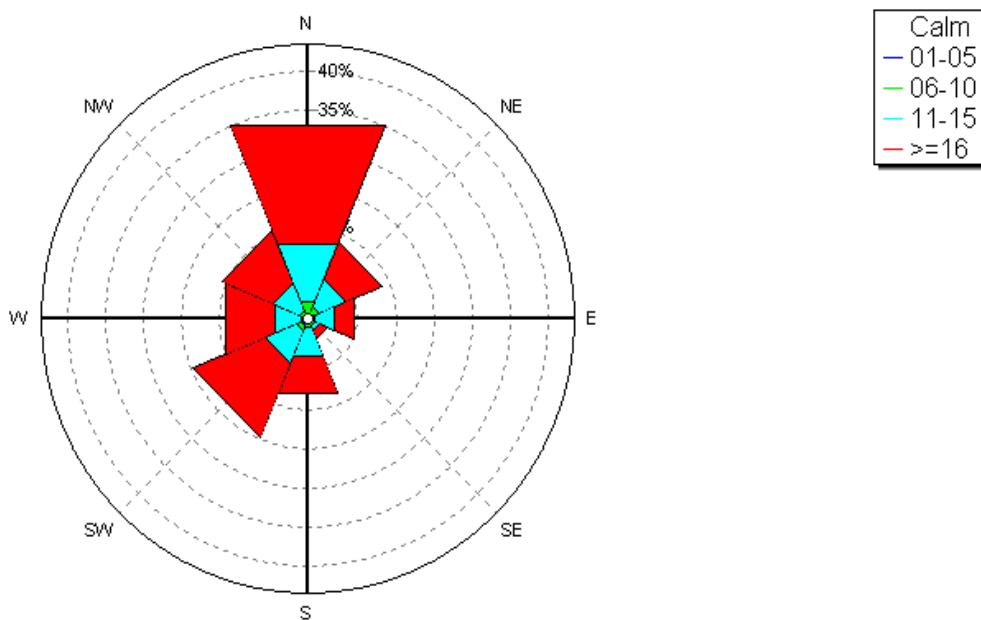


Figure1. La rose des vents dominant dans la région de Hassi Messaoud (1976 -2006)

Source : ONM, 2007

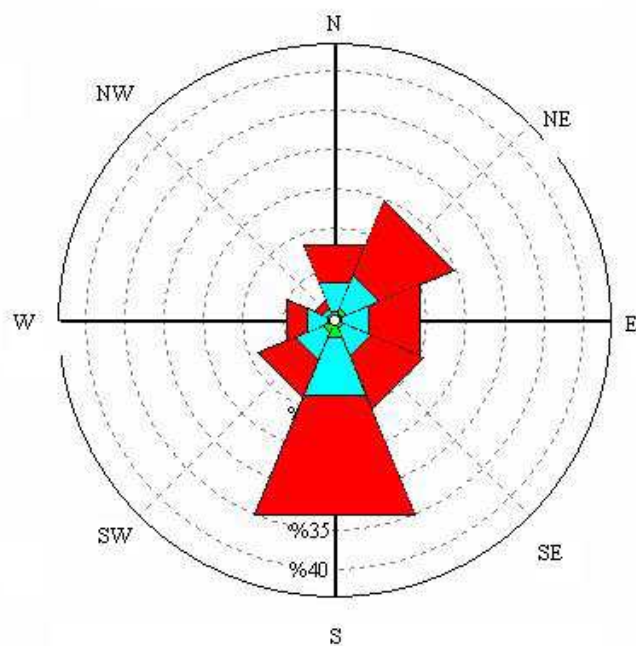


Figure2. La rose de pollution de la région de Hassi Messaoud (1976 -2006)

Résumé

L'un des problèmes de notre époque est la pollution atmosphérique, notamment la pollution par les hydrocarbures qu'ils en résultent des phénomènes liés à l'extraction du pétrole, et présentent des effets néfastes sur l'écosphère.

Notre travail a porté sur la détection de la pollution atmosphérique par les hydrocarbures dans la région de Hassi Messaoud (sud-est Algérien) à l'aide d'un bio indicateur lichenique (*Xanthoria parientina*), et quelques végétaux supérieurs (*Phoenix dactylifera*, *Casuarina equisetifolia*).

Les résultats obtenu montrent une corrélation significative entre l'accumulation des hydrocarbures et la durée d'exposition dans les végétaux supérieurs. Par contre, l'espèce lichenique utilisée montre une corrélation non significative pour la majorité des sites.

Nous avons également noté des variations dans certains paramètres biochimiques pour l'espèce lichenique et les végétaux supérieurs étudiés à savoir le rapport MF/MS et la teneur en chlorophylle a+b.

Les différences enregistrées dans l'accumulation des hydrocarbures entre les différents sites sont liées surtout à : l'intensité des gaz torchés et la durée d'exposition des végétaux a la pollution et les paramètres climatiques.

Mots clé : pollution atmosphérique, hydrocarbures, lichens, végétaux supérieurs.

Summary

One of the problems of our time is the air pollution, in particular pollution by hydrocarbons that they result from the phenomena related to the extraction of oil, and present harmful effects on the ecosphere about it.

Our work was about the detection of the atmospheric pollution caused by the hydrocarbons in the region of Hassi Massoud (Est- South of Algeria) with help of the bio indicators (*xanthoria parientina*) and some the superior vegetables (*casuarina equisetifolia*, *phoenix dactylifera*)

This used lichenic type show the correlation no significant between the accumulation of hydrocarbons and the period of exposition, on the contrary, the superior vegetables show significant correlation.

We also noted some variation in some biochemical parameters of the lichenin and the superior vegetables studied as the following the FM/SM, chlorophyll to the intensity of exhibition to the pollution and factures climatique.

Key words: atmospheric pollution, hydrocarbons, lichens superior vegetables.

المخلص

من بين أحد مشاكل عصرنا هو التلوث الجوي وبالتحديد التلوث بالمحروقات الذي ينتج عن ظواهر متعلقة باستخراج البترول، أحدث نتائج ضارة على النظام الجوي.

قمنا من خلال دراستنا على الكشف عن التلوث الجوي بالمحروقات في منطقة حاسي مسعود (جنوب شرق الجزائر) بواسطة كاشف بيولوجي الأشنيات (*xanthoria parientina*) وأثنين من النباتات العليا. (*Casuarina equisetifolia*, *Phoenix dactylifera*).

النتائج المحصل عليها تدل على وجود علاقة بليغة بين تراكم المحروقات ومدة التعرض للتلوث في النباتات العليا على عكس الأشنيات بينت وجود علاقة غير بليغة في أغلبية المواقع.

سجلنا أيضا تغيرات في بعض الخواص الكيميوحيوية بالنسبة للأشنيات والنباتات العليا المدروسة كما يلي: المادة الرطبة/ المادة الجافة، اليخضور "أ + ب".

إن الفروق المسجلة في تراكم المحروقات بين مختلف المواقع مرتبطة خاصة بشدة الغاز المشتعل، مدة تعرض إلى التلوث والعوامل المناخية.

كلمات مفتاحية: التلوث الجوي، المحروقات، أشنيات، نباتات عليا.