

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

Université Abdelhamid Iben Badis  
Mostaganem  
Faculté des Sciences de la Nature et  
de la Vie



جامعة عبد الحميد ابن باديس مستغانم  
كلية العلوم الطبيعية والحياة

Département d'Agronomie

Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Agronomiques

Spécialité : Changements environnementaux et développement durable

### Thème

« Flore Lichénique de Mostaganem et Analyses  
statistiques des Données sur L'accumulation du Plomb  
par *Ramalina lacera* (with.) laundon »

présenté par

M<sup>elle</sup> : Daoudi Ibtissem

soutenu le 04 /07/ 2023

Devant la composition du jury :

	Nom	Grade	Structure de rattachement
Qualité Président	MOSTARI ABBASSIA	MCB	Université-Mostaganem
Encadrant	SEKKAL FATIMA ZOHRA	MCB	Université-Mostaganem
Co encadreur	BENDAYKHA YASMINA	MCB	Université Oran
Examineur	TAHRI MILOUD	MCA	Université-Mostaganem

Année Universitaire 2022-2023

## *Remerciements*

Avant tous nous remercions Dieu le tout puissant, de nous avoir donné courage et patience à fin de réaliser ce modeste travail. Nos remerciements vont d'abord à notre vivement encadrante, Madame Sekkal Fatima Zohra, et Co-encadrante madame Yasmine Bendaykha qui me ces se aidé, encouragée qui témoigné une grande disponibilité. Nous tenons également à remercier Madame Mostari Abbassia , de nous avoir fait l'honneur de présider les jurys Monsieur TAHRI Miloud qui ont acceptés

D'examiner notre travail

En fin, nous remercions tous les personnes qui nous à aider de près ou de loin.

## ***DEDECACE***

**Je Dédie ce modeste travail**

**A mes très chères parents ZOHRA ET MOHAMED, A mes très chères  
sœurs AMINA, HADJIRA, Aicha MERIEM, A mon très cher frère  
MOSTAPHA A mes très chers cousins Younes et Nour Eddine a mes  
très chers amis Majda , Belkhir et Morad a toute ma famille, A tout  
mes Amis**

## Table de matière

1. INTRODUCTION GENERALE .....	1
2. PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE .....	1
Chapitre I.....	2
Généralités sur les lichen .....	2
1. INTRODUCTION .....	2
2. Les lichens .....	2
2.1. Lichens en Algérie.....	2
2.2. Ecologie et répartition .....	3
2.3. Morphologie et anatomie des thalles lichéniques .....	6
2.4. Reproduction des lichens .....	9
2.5. Utilisations des lichens .....	12
2.5.1. Propriétés médicinales et pharmacologiques.....	12
2.5.2. Lichen comme bioindicateur .....	13
2.5.3. Autres applications.....	13
3. Conclusion .....	16
Chapitre II .....	19
1. Introduction.....	17
2. Définition de la pollution atmosphérique.....	17
2.1.1. Effet de la circulation automobile sur la pollution .....	18
2.1.2. Action des arbres sur la pollution.....	18
3. Impacts de la pollution atmosphérique .....	18
3.1 Apports des lichens dans l'étude de polluants atmosphériques .....	18
5. La toxicité des lichens aux polluants atmosphériques .....	19
5.1. Indice de toxicité.....	19
6. Intérêts et limites des méthodes de bio indication comparativement aux méthodes physicochimiques.....	21
6.1. Méthode de cartographie lichénique .....	21
6.2. Méthodes qualitatives et échelles de pollution .....	22
6.3. LA méthode de HAWKSWORTH ET ROSE .....	22
6.4. La méthode de VAN HALUWYN et LEROND .....	22
7. Les métaux lourds.....	22
7.1. Le plomb dans l'environnement .....	23
7.2. Les Effets du plomb sur le développement des lichens .....	23
Chapitre III.....	25
Présentation de la zone d'étude.....	25
1. Introduction.....	25
2. La wilaya de Mostaganem .....	25
2.1. Présentation de la wilaya de Mostaganem.....	25
2.2. Situation géographique Sidi Lakhdar .....	25

2.3. La forêt de Bou Rahma .....	25
3. Sol .....	27
4. Couverture végétale .....	27
5. Les facteurs climatiques.....	27
5.1. Les précipitations.....	27
5.1.2. Moyenne mensuelles .....	27
5.1.3. Le régime saisonnier .....	29
5.2. Humidité .....	29
5.2.1. Humidité relative.....	29
5.2.3. Humidité spécifique.....	29
5.3. Températures .....	29
5.4. Le vent .....	29
3. La wilaya d’Oran .....	33
3.1. La situation géographique.....	33
3.1. Le climat régional .....	33
3 partie expérimentale.....	35
1. INTRODUCTION .....	35
2. Matériel et méthode .....	35
2.1. La méthode .....	35
Le matériel pour l’identification.....	36
3. Analysé et interprété des résultats de minéralisation du plomb par des transplants lichéniques .....	36
3.1. Le rapport de MF/MS .....	36
Chapitre 2 Résultats et Discussion .....	40
1. Résultats et interprétation.....	40
2. Discussion.....	53
4 Conclusion Générale .....	55
Conclusion Générale .....	55
Références bibliographiques .....	56
Annexes.....	61

## Liste des Tableaux

<b>Tableau 1</b> : Indices de toxitolérance de Kirschbaum et Wirth (1997).....	20
<b>Tableau 2</b> : Localisation des sites d transplantation du <i>Xanthoria parientina</i> et <i>Ramalina Lacera</i> ....	39
<b>Tableau 3</b> .les espèces lichénique dans la région de Mostaganem.....	41
<b>Tableau 4</b> : Les moyennes de Mf/Ms du <i>Ramalina duriaei</i> = <i>Ramailna lacera</i> (Bendaykha 2018).....	47
<b>Tableau 5</b> : Le Mf/Ms <i>Xanthoria Parientina</i> (Bendaykha 2018).....	47
<b>Tableau 6</b> : moyenne du plomb accumulée <i>Par Ramalina lacera</i> .....	50
<b>Tableau 7</b> : moyenne du plomb accumulé par <i>Xanthoria parientina</i> .....	50

## Liste des Figueres

<b>Figure 1</b> : Lichens corticoles et lichens saxicoles et terricoles et terricoles (Sekkal F.2023)....	5
<b>Figure 2</b> : Taux de croissance annuels reportés dans la littérature pour Rhizocarpien géographiques (exprimés en/an) (Sancho et al.2007) .....	5
<b>Figure 3</b> : Principaux types de thalles lichéniques (AFL 2016 ).....	8
<b>Figure 4</b> : Images en microscopie électronique à transmission d'une structure homéomère (à gauche) et d'une structure hétéromère (à droite) (d'après Aprile et al 2011).....	8
<b>Figure 5</b> : Principaux genres d'algues présents dans les lichens (de gauche à droite) : Trebouxia et Trentepohlia (algues vertes), Nostoc et Scytonema (cyanobactéries). (Van Haluwyn et al., 2009) .....	11
<b>Figure 6</b> : Isidies de Pseudevernia furfuracea (L.) Zopf (à gauche) et sorédies de Imshaugia aleurites S.L.F. Meyer (à droite) (Büdel et Scheidegger, (1996) .....	11
<b>Figure 7</b> : Coupe d'apothécie et photographie des apothécies de Physcia leptalea (à gauche) ; coupe de périthèce et photographie des périthèces de Pyrenula chlorospila (à droite) (Loppi, 1995) .....	11
<b>Figure 8</b> : Exemples de produits contenant des extraits de lichens (de gauche à droite) parfum masculin d'Hermès, déodorant d'Arth Science, gel Cryo-raffermissant de Polaar et lotion hydratante pour les mains de Vertumne à Vénus .....	15
<b>Figure9</b> : Situation géographique de la wilaya de Mostaganem .....	26
<b>Figure 10</b> Situation géographique de la commune Sidi-Lakhdar .....	26
<b>Figure 11</b> Variation des précipitations annuelles des deux station météorologiques 1990_2020 (DERBAL et KHEDIMI ,2022).....	28
<b>Figure 12</b> variation des précipitations saisonnière des deux stations (DERBAL et KHEDIMI ,2022).....	28
<b>Figure13</b> : Précipitations moyennes saisonnières ; Station de Mostaganem pour la période (1990-2020) (DERBAL et KHEDIMI2022) .....	30
<b>Figure 14</b> : Précipitations moyennes saisonnières; Station de sidi Lakhdar pour la période (1990-2020) (DERBAL etKHEDIMI.2022) .....	30

<b>Figure 15</b> Variation de l'humidité relatives des deux stations (DERBAL et KHEDIMI .2022).....	31
<b>Figure 16</b> variation de l'humidité spécifique moyenne au niveau de deux stations (DERBAL et KHEDIMI ,2022).....	31
<b>figure 17</b> :.variations de températures mensuelles maximales de la période 1990_2020 au niveau des deux stations.....	32
<b>Figure 18</b> : variations : les températures mensuelles minimales de la période (1990-2020) au niveau des deux stations. (DERBAL et KHEDIMI ,2022) .....	32
<b>Figure 19</b> : carte topographie de la région d'Oran .....	34
<b>Figure 20</b> : quelques types des lichens dans la foret de Sidi Lakhdar et Bou Rahma.....	38
<b>Figure 21</b> : les étapes de l'identification des espèces .....	38
<b>Figure 22</b> : les espèces prélever dans la région de Mostaganem.....	42
<b>Figure 23</b> : Lichens prélevés dans la région de Mostaganem (Photos de <u>AFL/ 2017</u> ) .....	43
<b>Figure 24</b> : Les différentes formes des asques .....	44
<b>Figure 25</b> : Observation microscopique d'asque de <i>Dirina</i> grandissement *40.....	44
<b>Figure 26</b> : Les familles des espèces lichéniques de la région de Mostaganem .....	45
<b>Figure.27</b> : Genre lichénique de la région de Mostaganem .....	45
<b>Figure 28</b> : L'ordre des lichens de la région de Mostaganem .....	46
<b>Figure 29</b> : Nombre d'espèces par type de thalle .....	46
<b>Figure 30</b> : comparaison de variations du rapport MF/MS entre les mois de janvier et Avril chez <i>Ramalina Lacera</i> .....	48
<b>Figure 31</b> : Comparaison des variations de la moyenne du rapport MF/MS entre les mois de Janvier et Avril chez <i>Xanthoria parientina</i> .....	48
<b>Figure 32</b> comparaison des variations du rapport MF/MS entre les espèces <i>Xanthoria parienyna</i> et <i>Ramalina lacera</i> .....	49
<b>Figure 33</b> : Quantité moyenne du plomb accumulée par <i>Ramailna lacera</i> et <i>Xanthoria Parientina</i> au niveau des sites de transplantation .....	51

## RESUME

La première partie de notre mémoire, on a analysé la bibliographie portant sur la lichénologie. En effet, les lichens sont des êtres originaux naissant d'une symbiose entre une algue et un champignon. Les lichens sont des Thallophytes et leur classification s'intègre à celle des champignons.

Dans le deuxième chapitre on a parlé de la pollution en général dans une petite introduction, puis la pollution atmosphérique et les sources de pollution. En fin une généralité sur les métaux lourds et la contribution du plomb dans la pollution de l'air.

Dans le troisième chapitre, on a présenté la région de Mostaganem et la commune de Sidi Lakhdar et la forêt de Bou Rahma. La forêt de Sidi Lakhdar et Bou Rahma sont les lieux où nous avons échantillonné les lichens. On a parlé de sol et la couverture végétale et les facteurs climatiques. Nous avons parlé aussi de la situation géographique de la wilaya d'Oran et le climat régional.

Dans la partie expérimentale, on parle dans le premier chapitre sur la méditerranée, et le matériel et méthode de notre travail.

Dans le deuxième chapitre, on a réalisé nos résultats d'identification dans un tableau d'inventaire des lichens dans la région de Mostaganem à partir d'un échantillonnage subjectif dans la forêt de Sidi Lakhdar et la forêt de Bou Rahma à l'est de la wilaya de Mostaganem. Ainsi, nous avons pu identifier 14 espèces, 11 espèces épiphytes et 3 terricoles. Ceux-ci se répartissent en 11 genres, 8 familles.

En fin, on a calculé les moyennes de rapports de MF/MS des espèces *Ramalina* Lacera et *Xanthoria Parientina* et calculé aussi les moyennes d'accumulation du plomb par les deux espèces au niveau de 13 sites de la wilaya d'Oran, à partir des résultats d'étude des transplants lichéniques d'une étude menée par Mm Yasmine Bendaykha en 2017.

**Mots clés :** Lichénologie, Phorophytes, Pollution atmosphérique, Mostaganem. Oran.

## ملخص:

في الفصل الأول من أطروحتنا، قمنا بتحليل المراجع حول علم الاشنة، في الواقع الاشنات هي كائنات أصلية ولدت من تكافل بين الطحالب والفطر. ويتم تصنيفها من الفطريات في الفصل الثاني تحدثنا عن التلوث بشكل عام في مقدمه صغيره ثم تلوث الغلاف الجوي ومصادر التلوث وأخيرا نبذه عامه عن المعادن الثقيلة ومساهمه الرصاص في تلوث الهواء في الفصل الثالث عرضنا منطقه مستغانم وبلديه سيدي لخضر وغابه بورحمه. بحيث كانت غابت سيدي لخضر وأبو رحمه هما الأماكن التي أخذنا منها بعض الأنواع من الاشنات. تحدثنا عن التربة والغطاء النباتي والعوامل المناخية. كما تحدثنا عن الموقع الجغرافي لواليه وهران والمناخ الإقليمي لها وفي القسم التجريبي تحدثنا في الفصل الأول عن الساحل. وعن طريقه العمل والأدوات والكواشف التي ساعدتنا في انجاز هذه المذكرة وفي الفصل الثاني قمنا بوضع النتائج الخاصة بنا في جدول حصر الاشنات في منطقه مستغانم انطلاقا من عينات التي أخذناها من غابه سيدي لخضر وغابه بورحمه في شرق ولاية مستغانم وهكذا تمكنا من تحديد 14 نوع نوعا نباتيا وثلاث أنواع ترابية. مقسمه إلى 11 جنس و8 عائلات وقمنا أيضا بحساب معدل المادة الطازجة على المادة الجافة وقمنا أيضا بحساب متوسط نسب تراكم الرصاص لنوعي *Ramalina Xanthoria Parientina Lacera* على مستوى 13 موقع في ولاية وهران، انطلاقا من نتائج زرع الاشنة من دراسة أجرتها السيدة بن داخه عام 2017 للنوعين.

**كلمات مفتاحية:** علم الاشنات، تلوث الغلاف الجوي، مستغانم، وهران.

## Abstract

In the first part of our dissertation, in the first chapter, we analyzed the references on lichenology, in fact lichens are original organisms born of symbiosis between algae and fungus . It is classified from fungi.

In the second chapter, we talked about pollution in general in a small introduction, then atmospheric pollution and sources of pollution, and finally an overview of heavy metals and the contribution of lead to air pollution.

In the third chapter, we presented the region of Mostaganem , the municipality of Sidi Lakhdar, and the forest of Bou Rahma. So that the forests of Sidi Lakhdar and Bou Rahma were the places from which we took some types of lichens. We talked about soil, vegetation and climatic factors. We also talked about the geographical location of Oran and its regional climate.

In the experimental section, we talked in the first chapter about the coast. And by way of work, tools and reagents that helped us in completing this note.

In the second chapter, we put our results in a table of lichen inventory in the Mostaganem region, based on the samples that we took from the Sidi Lakhdar forest and the Bou Rahma forest in the eastern province of Mostaganem, and thus we were able to identify 14 species.

11 plant species and three soil types. Divided into 11 genera and 8 families.

We also calculated the ratio of fresh matter to dry matter, and we also calculated the average percentage of lead accumulation of the two types at the level of 13 sites in the state of Oran, based on the results of lichen cultivation from a study conducted by Mrs. Yasmina from Bendaykha in 2017.

**Keywords :** Lichenology, Atmospheric Pollution, Mostaganem, Oran

# ***1 INTRODUCTION GENERALE***

## INTRODUCTION GENERALE

### 1. INTRODUCTION GENERALE

Jusqu'en 1867, les lichens étaient considérés comme des êtres simples, intermédiaires entre les algues et les champignons. On avait bien émis l'hypothèse que certains lichens pourraient être des algues modifiées ou même pénétrées par les filaments d'un champignon, mais c'est le mérite de Schewend enter d'avoir en deux mémoires célèbres (1867,1869) reconnu la nature double des lichens en montrant que leurs cellules vertes appartenaient à des genres d'algues et leurs autres cellules à des champignons. Ces deux types de cellules forment deux partenaires qui vivent intimement liés. La majeure partie se compose par les filaments fongiques et le reste représente l'algue ou un cyanobactérie.

Les lichens sont présents sous différentes formes morphologiques. Ils sont très difficiles à identifier du fait que plusieurs lichénologues ont fait des confusions entre différentes espèces lichéniques. Ces modestes végétaux sont considérés comme les pionniers de l'installation de la végétation car ils s'accommodent des conditions les plus contraignantes. Leur croissance varie fortement en fonction des facteurs de l'environnement. Ainsi, les lichens ne possèdent aucun moyen de défense contre les agressions du milieu. Cela leur confère une dépendance directe de l'atmosphère et un grand pouvoir d'accumulation qui s'ajoute à d'autres particularités structurales et physiologiques. Ils sont donc très sensibles aux polluants atmosphériques et de nombreuses espèces disparaissent lorsque la qualité de l'air se dégrade.

Dans ce contexte, les objectifs visés dans cette mémoire étaient de connaître d'abord les lichens. Ensuite, nous avons identifié quelques types de lichens dans la forêt de la commune de Sidi Lakhdar et de Bou Rahma de la commune Abed El Malek Ramdane à Mostaganem.

Enfin, nous avons analysé des données d'une étude de transplantation menée par Bendaykha (2017) dans la ville d'Oran.

***2. PARTIE***  
***BIBLIOGRAPHIQUE***

***Chapitre I :***  
***Généralités sur les***  
***lichens***

## **1. INTRODUCTION :**

Les lichens sont des organismes symbiotiques singuliers capables de s'adapter à des conditions environnementales extrêmes. Cette aptitude est possible en particulier grâce à la production de métabolites secondaires originaux qui possèdent pour la plupart des propriétés antimicrobiennes, et pourraient trouver une application en tant que conservateur dans les cosmétiques par exemple. Une attention particulière sera portée à la structure des familles moléculaires présentes dans les lichens.

## **2. Les lichens :**

Les lichens, qui sont intégrés dans le règne fongique, résultent de l'association symbiotique d'un champignon appelé mycobionte (du grec mykes : champignon ; bios : vie) et d'une algue verte et/ou d'une cyanobactérie appelées protobionte (du grec photo : lumière ; bios : vie). Cette symbiose confère aux lichens une structure et une reproduction spécifiques par rapport à chaque constituant seul. A la différence des plantes supérieures, ils ne possèdent ni racine, ni tige, ni feuille, mais un appareil végétatif rudimentaire : le thalle. La découverte de fossiles suggère qu'ils seraient apparus il y a quelques 600 millions d'années (Yuan et al., 2005).

### **2.1. Lichens en Algérie**

Bendechech et Haina (2004) rapportent que le nombre d'espèces de lichens est estimé au Maroc à 1094 par Egea (1996) et en Tunisie à 415 par Seaward (1996). Si l'on compare la flore lichénique Algérienne avec d'autres pays de la Méditerranée, nous trouvons, 2345 en Italie d'après Nimis (1993), 3015 espèces en Espagne d'après Llimona et Hladun (2001) et 3435 lichens en France d'après Roux (2012). Cette disparité est due sans doute à deux facteurs qui sont le climat et le nombre de publications et d'exploration par les scientifiques dans ces différents pays. Le nombre de chercheurs sur les lichens en ce moment en Espagne est estimé à plus de 450 personnes, et environ le même nombre en Italie 436. Ce nombre ne dépasse pas 130 en France et 6 en Algérie.

Après la disparition des Professeurs Rahali et Semadi qui étaient les pionniers algériens dès l'herborisation lichénologique du nord-ouest algérien et plus spécialement études lichénologiques, la lichénologie a été délaissée, sauf quelques chercheurs qui continuent leurs travaux dans le cadre de la systématique des lichens (Rebbas 2011). En 2006, Bendaikha a répertorié 52 lichens à Oran et en (2013) Hamer el Ain, 60 espèces dans la forêt de Tessala (Sidi Belabbès).

## **2.2. Ecologie et répartition**

Les lichens sont répandus à travers presque toutes les régions du monde : des zones les plus extrêmes, vers les pôles, jusqu'aux sommets, à la limite des neiges éternelles, dans les déserts rocheux, et représentent environ 8 % de la couverture terrestre (Lange et al., 2001). En France, environ 2500 espèces de lichens ont été répertoriées (Van Haluwyn et Lerond, 1993). Ils colonisent la roche la plus dure, le sol le plus désert et peuvent supporter de très grosses variations de température. Aussi, les lichens sont capables de reviviscence, c'est-à-dire de passer rapidement, réversiblement et répétitivement de l'état sec à l'état hydraté, en particulier en haute montagne (Aubert et al., 2007). Ils tolèrent une dessiccation extrême et une exposition intense aux ultraviolet (UV) en particulier grâce à la présence de pigments corticaux qui piègent ou empêchent la formation de radicaux libres (Nybakken et al., 2004 ; Gauslaa, 2005 ; Vrábliková et al., 2006). Les lichens sont également adaptés aux basses températures ; l'activité photosynthétique peut être élevée à 0°C et chez certaines espèces à algues vertes, la photosynthèse peut être activée à -20°C grâce à la vapeur d'eau obtenue à partir de la neige. Alors que les algues vertes sont capables d'utiliser la vapeur d'eau, les cyanobactéries ont besoin d'eau liquide. C'est pourquoi les lichens à algues vertes survivent dans des habitats beaucoup plus secs que ceux à cyanobactéries, qui représentent en milieu tropical humide presque la moitié des espèces de lichen connues (Richardson, 2002). Des expérimentations montrent également que les lichens peuvent résister à de hautes températures (90°C), à l'azote liquide (-196°C) (Grube et Berg, 2009), à des conditions réelles dans l'espace (Meeßen et al., 2013) ou proches de celles de la planète Mars (De Vera, 2012).

La plupart des lichens qui se trouvent sur les écorces sont des corticoles, ou sur la roche sont des saxicoles (Figure 1), mais ils se développent aussi sur les bois morts sont donc des lignicoles, sur les sols sont des terricoles. Sinon, sur les mousses ou les feuilles persistantes sont des lichens folios les, les débris de végétaux... ou même sur d'autres lichens lichénicoles.

Certains lichens sont spécifiques des roches calcaires calcicoles ou des roches siliceuses calcifuges (Van Haluwyn *et al.*, 2009). Les lichens sont sensibles au pH du support, les uns préférant les substrats acides acidophiles, les autres les substrats basiques basophiles. D'autres encore sont nitrophiles, préférant des teneurs en azote « nitrates » importantes dont l'origine est souvent humaine agriculture, urbanisation, industrie, trafic automobile... mais peut provenir aussi de déjections et cadavres d'animaux, de débris végétaux...

La croissance du thalle est généralement très lente. En moyenne, la croissance annuelle est de 0,5 à 2mm pour les lichens crustacés, de 0,5 à 4 mm pour les lichens foliacés et de 1,5 à 5 mm

pour les lichens fruticuleux, une croissance de 1 cm/an étant considérée comme élevée (Shukla *et al.*, 2010). Par exemple, *Usnea antarctica* fruticuleux peut croître de 2 mm/an et *Buellia latermarginata* crustacé de 0,5 à 0,87 mm/an (Sancho et Pintado, 2004). Cependant, une même espèce peut présenter des taux de croissance nettement différents en fonction des effets environnementaux climat, nature du substrat, pollution... rendant impossible la définition d'une loi de croissance (Armstrong et Bradwell, 2011). Ainsi, pour *Rhizocarpon geographicum* crustacés par exemple, des taux de croissance compris entre 0,2 et 1,4 mm/an sont reportés dans la littérature (Sancho *et al.*, 2007).

Aussi, la croissance est favorisée par l'humidité et certains lichens sont sensibles à la pollution atmosphérique. La région Limousin en France, avec un fort taux d'humidité et une faible pollution, bénéficie de conditions particulièrement favorables au développement des lichens. La région culmine à 977 m d'altitude et se présente comme un étagement de plateaux qui bordent la partie occidentale du Massif Central et s'abaissent doucement vers l'ouest. Les roches sont essentiellement acides les granites dominant dans les zones de relief, et le gneiss au niveau des plateaux de moyenne altitude. En termes de pollution atmosphérique, telle que celle due au dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) ou au dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>), les concentrations enregistrées pour l'année 2012 sont en moyenne de 15 µg/m<sup>3</sup> et 0,5 µg/m<sup>3</sup> pour le Limousin (LIMAIR, 2012), contre 45 µg/m<sup>3</sup> et 1,5 µg/m<sup>3</sup> pour l'Île-de-France (Air parif, 2012), respectivement et inférieures aux moyennes nationales (NO<sub>2</sub>: 22,5 µg/m<sup>3</sup> et SO<sub>2</sub> : 3 µg/m<sup>3</sup> d'après le Bilan 2012 de la qualité de l'air en France .

Ces conditions environnementales privilégiées font du Limousin une région propice au développement des lichens, parmi lesquels des espèces sensibles à la pollution ou en voie de disparition telles que *Lobaria pulmonaria*, *Nephroma parile* et *Usnea filipendula* (Inventaire National du Patrimoine Naturel, 2013). Dans la région d'Oran en Algérie, il existe de nombreux types comme *Xanthoria Parientina* et *Ramalina Lacera* (Bendaykha ,2017).

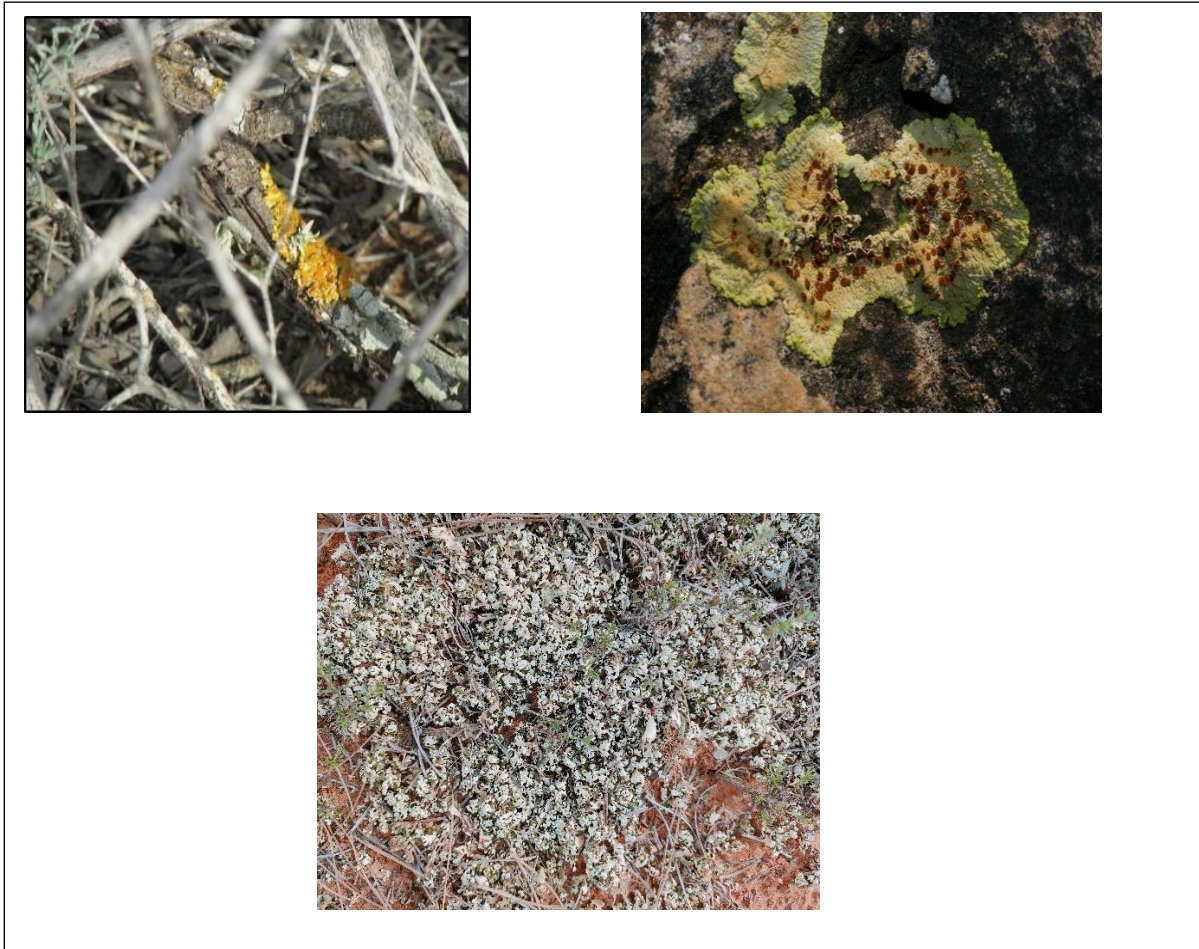


Figure 1 : Lichens corticoles et lichens saxicoles et terricoles et terricoles (Sekkal F .2023)

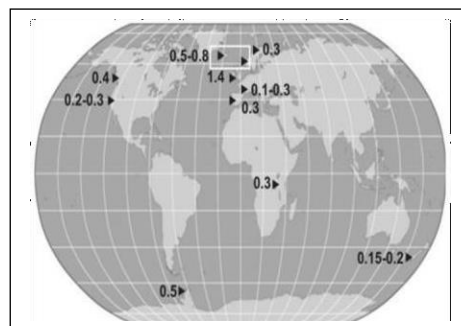


Figure 2 : Taux de croissance annuels reportés dans la littérature pour *Rhizocarpon geographicum* (exprimés en mm/an) (Sancho et al., 2007).

### **2.3. Morphologie et anatomie des thalles lichéniques**

Le mycobionte joue le rôle le plus déterminant dans la morphologie et la structure du lichen. Le thalle porte les éléments nécessaires à la reproduction et est caractérisé par une grande diversité de formes et de couleurs qui définit 7 principaux types de lichens (Figure 3) (Van Haluwyn *et al.* 2009) Les thalles crustacés sont les plus communs (90 %). Sous forme de croûte, ils adhèrent au substrat dans lequel ils peuvent pénétrer plus ou moins profondément (Figure 3a).

- Les thalles foliacés se présentent sous forme de lames ou de feuilles, plus ou moins lobés ou découpés, se détachant facilement du substrat (Figure 3b).

Les thalles fruticuleux sont des thalles en lanières ou tiges plus ou moins ramifiées, dressés ou pendants et adhèrent au substrat par une surface réduite (Figure 3c).

Les thalles complexes ou thalles composites sont formés d'un thalle primaire plus ou moins foliacé et adhèrent au substrat, sur lequel se développe un thalle secondaire dressé plus ou moins ramifié ou en forme de trompette (podétion) (Figure 3d).

- Les thalles squamuleux se présentent sous forme de petites squamules ou écailles pouvant se chevaucher partiellement (Figure 3e).

Les thalles gélatineux sont noirs et cassants à l'état sec, ont une consistance gélatineuse à l'état humide. Ils peuvent être foliacés, squamuleux, crustacés ou fruticuleux (Figure 3f).

- Les thalles lépreux ressemblent à de la poudre se détachant facilement du substrat (Figure 3g). Bien que la morphologie des lichens soit très variée, leur structure anatomique est très uniforme et assure

leur unité. Il existe deux grands types de structures (Figure 4) (Aprile *et al.*, 2011) :

- Structure homéomère : les cellules algales sont réparties de façon homogène parmi les hyphes (chez les *Collema* par exemple).

- Structure hétéromère stratifiée : de la face supérieure à la face inférieure, les zones suivantes se superposent :

- Le cortex supérieur formé de cellules jointives de champignon ;

- La couche algale ou couche assimilatrice, mélange de cellules algales et d'hyphes lâches mycéliens ;

- La couche médullaire (médulle) formée par des hyphes lâches de champignon ;

- Le cortex inférieur, cellules de champignon d'où s'échappent parfois des rhizoïdes servant à la fixation du thalle.

Le plus souvent, les hyphes des cortex supérieur et inférieur sont soudées entre elles et constituent de faux tissus cellulux : les paraplectenchymes et prosoplectenchymes.

Chez certains lichens par exemple stéréocaulon et usnées, la structure hétéromère est dite radiée car le thalle cylindrique montre une symétrie axiale. De la périphérie au centre, il présente les mêmes couches que celles citées précédemment mais le cortex inférieur est absent et le centre du cylindre est occupé par le cordon axial.

2.3. Constituants des lichens

Au sein du lichen, le champignon joue un rôle important dans la morphologie et assure la reproduction sexuée, par la production de spores. Près de 18 500 espèces de lichens sont décrites (Feuerer et Hawksworth, 2007) et dans 99 % des cas, le mycobionte fait partie des ascomycètes ; le lichen est alors appelé Ascot lichen. Les spores internes sont formées dans des asques et sont libérées par rupture du sommet de l'asque ou par désintégration de la paroi (Van Haluwyn *et al.*, 2009).

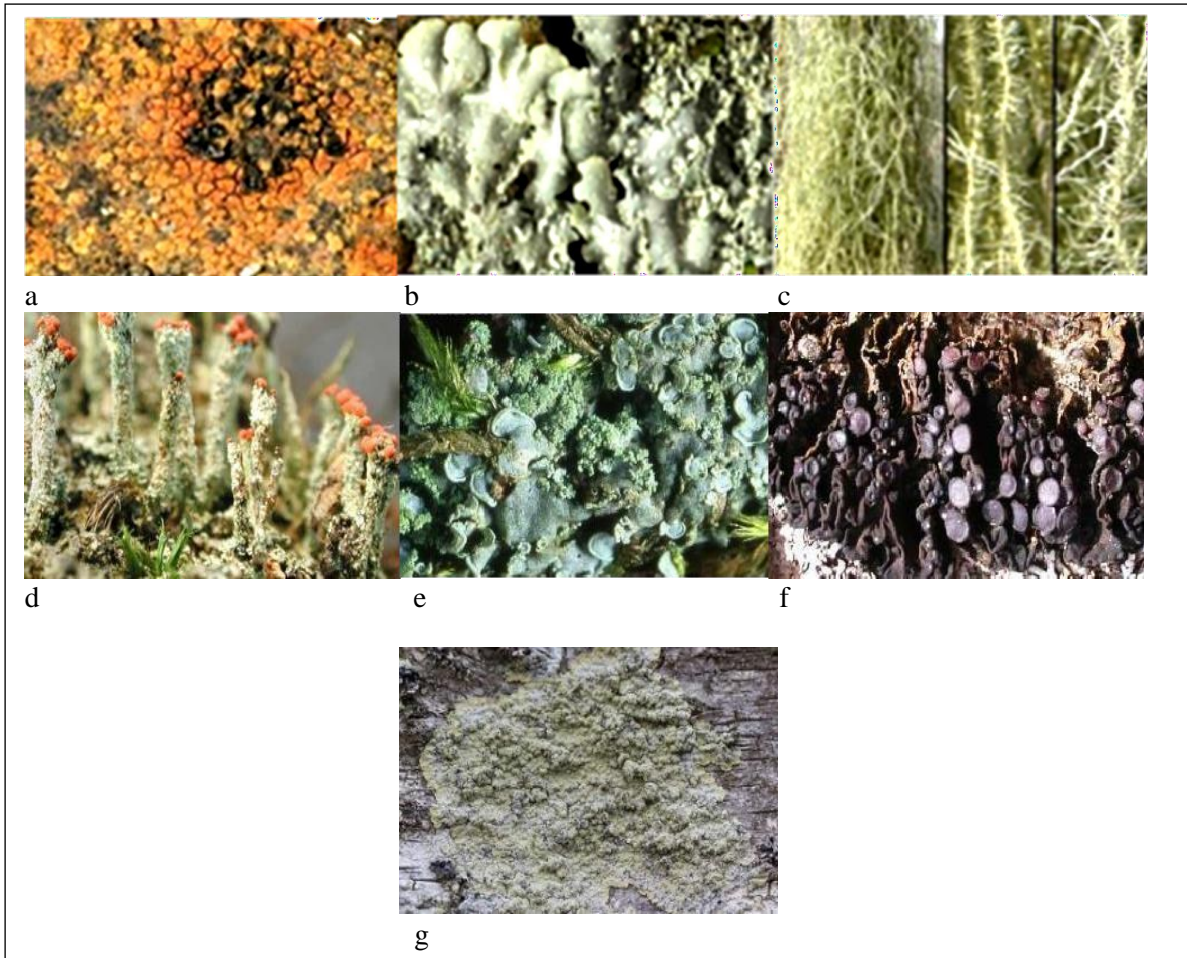


Figure 3 : Principaux types de thalles lichéniques (AFL 2016 )

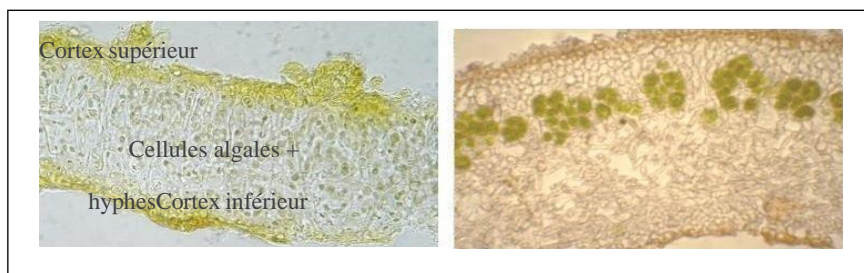


Figure 4 : Images en microscopie électronique à transmission d'une structure homéomère (à gauche) et d'une structure hétéromère (d'après Aprile et al.,2011).

Lorsqu'il s'agit d'un basidiomycète, le lichen est nommé Basidio lichen et les spores sont formées à l'extérieur de cellules fertiles appelées basides.

Le photobionte apporte, par le biais de la photosynthèse, la matière organique. Dans 90 % des cas, il appartient à la classe des chlorophycées ou algues vertes, représentées principalement par le genre unicellulaire *Trebouxia* et le genre filamenteux *Trentepohlia* (Figure 5). La plupart possède des cellules à noyau avec un chloroplaste et des grains d'amidon. Les cellules de *Trentepohlia* contiennent des gouttelettes lipidiques de carotène mais pas de grains d'amidon. Les cyanobactéries anciennement appelées algues bleues interviennent chez environ 10 % des lichens, les genres *Nostoc* et *Scytonema* étant les plus communs (Figure 5). Les cellules sont dépourvues de noyau, forment des chapelets et ont une coloration bleue verte due à la présence de chlorophylle et de phycocyanine (Van Haluwyn *et al.*, 2009).

Enfin, une symbiose tripartite, incluant un champignon ainsi qu'une algue verte et une cyanobactérie, est observée dans 3 à 4 % des cas (Högnabba *et al.*, 2009). Le plus souvent, le thalle des lichens tripartites est constitué d'un champignon et d'une algue verte, tandis que la cyanobactérie est séparée de l'algue et se trouve dans des compartiments fongiques appelés céphalopodies (Lewis et Mc Court, 2004). Selon les conditions environnementales, le mycobionte est capable de changer de partenaire photobionte de l'algue verte à la cyanobactérie et vice versa, ce qui conduit à un changement de morphologie du thalle protomorphes par exemple *Lobaria fendleri* (Stenroos *et al.*, 2003).

### 2.4. Reproduction des lichens

Les lichens sont capables de se reproduire selon deux modes : soit par reproduction végétative, soit par reproduction sexuée rencontre des spores fongiques avec un photobionte. Chez la majorité des lichens, la reproduction sexuée est très largement prédominante ; par exemple, 90 % des lichens de Grande Bretagne et d'Irlande produisent des organes reproducteurs, alors que seuls 29 % se reproduisent par fragmentation (Murtagh *et al.*, 2000).

La reproduction asexuée ou végétative est effectuée par dispersion de fragments de thalles ou d'organes spécialisés comme les isidies ou les sorédies (Figure 6) (Büdel et Scheidegger, 1996) : **Les isidies** sont de petites excroissances formées d'algues et de champignons, protégées par le cortex par exemple, *Pseudevernia furfuracea*.

**Les sorédies** : chez certaines espèces par exemple, *Imshaugia aleurites* le bord des lanières du thalle est parsemé de tâches farineuses ou soralies. Au niveau de chacune, le cortex du thalle est interrompue et laisse échapper de petits amas, les sorédies, formées d'algues et de filaments mycéliens.

Légères, les isidies et les sorédies sont facilement transportées par le vent, la pluie ou de petits animaux. Une fois fixées sur le substrat adéquat par les hyphes fongiques, elles continuent de croître et se développent (Figure 6).

Etant donné que l'algue se divise uniquement par mitoses, le champignon est le seul à assurer la reproduction sexuée, et forme donc l'organe reproducteur l'ascome chez les Ascomycètes et le basidiome chez les Basidiomycètes. Les basidiomes sont de petits champignons à lames, semblables à ceux qui ne sont pas lichénisés, tandis que les ascomes se présentent sous forme d'apothécies ou de périthèces (Figure 7).

Les apothécies ont la forme de disques plus ou moins saillants à la surface du thalle. Ils contiennent des asques remplis d'ascospores et régulièrement disposés sur toute la surface centrale. Les périthèces sont une forme de poche enfoncée dans le thalle et s'ouvrent par un pore dans sa partie supérieure (Loppi, 1995).

A maturité, les spores sont projetées sur le substrat, et germent en émettant des filaments mycéliens qui se ramifient rapidement après avoir rencontré des algues libres. Puis, les jeunes thalles se différencient pour devenir des thalles adultes au sein desquels la symbiose s'établit progressivement (Van Haluwyn *et al.*, 2009).

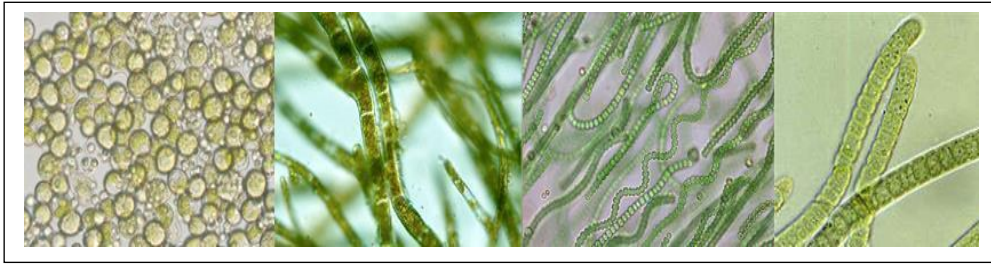


Figure 5: Principaux genres d'algues présents dans les lichens (de gauche à droite) : Trebouxia et Trentepohlia (algues vertes), Nostoc et Scytonema (cyanobactéries). (Van Haluwyn et al., 2009).

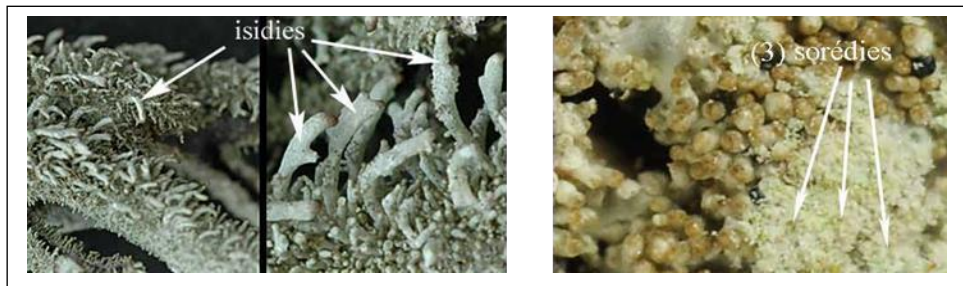


Figure 6 : Isidies de *Pseudevernia furfuracea* (L.) Zopf (à gauche) et sorédies de *Imshaugia aleurites* S.L.F. Meyer (à droite) (Büdel et Scheidegger, 1996)

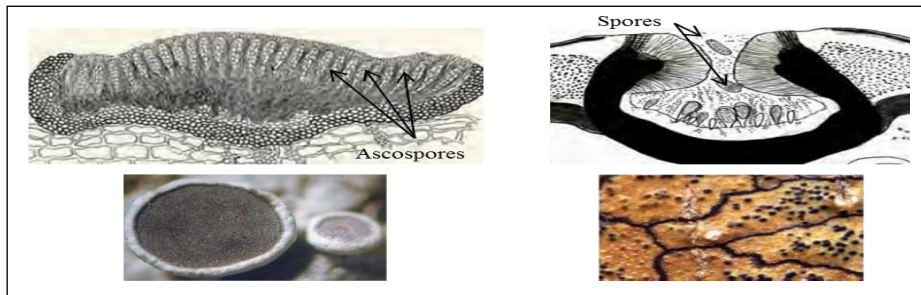


Figure 7 : Coupe d'apothécie et photographie des apothécies de *Physcia leptalea* (à gauche) ; coupe de périthèce et photographie des périthèces de *Pyrenula chlorospila* (à droite) (Loppi, 1995)

## 2.5. Utilisations des lichens

### 2.5.1. Propriétés médicinales et pharmacologiques

Les lichens ont été consommés en temps de famine, par exemple lors du siège de Leningrad (1941-1944) (Karagöz *et al.*, 2009), ils sont utilisés depuis des siècles en médecine traditionnelle, soit dans leur intégralité, soit sous forme d'extraits. Les indiens d'Amérique, les égyptiens, les indiens et les chinois employaient les lichens pour traiter les maux, et en premier lieu comme expectorants (Elix, 1996). Le lichen *Peltigera canina*, un lichen foliacé à cyanobactérie et riche en méthionine, était utilisé en Inde comme remède contre les maux hépatiques. Dans différentes pharmacopées, de nombreuses espèces de lichens possédant une activité thérapeutique sont recensées telles que *Cetraria islandica*, *Cladonia coccifera*, *Usnea plicata*, *Peltigera canina*, *Lobaria pulmonaria*, *Xanthoria parietina* et *Evernia prunastri* (Saklani et Upreti, 1992). En Espagne, certaines espèces de lichens étaient utilisées comme diurétiques *Ramalina bourgeana*, analgésiques *Xanthoria parietina*, pour traiter les douleurs menstruelles, les problèmes rénaux, ou encore respiratoires *Pseudevernia furfuracea* (González-Tejero *et al.*, 1995). En Inde, des mélanges d'au moins deux espèces de *Parmelia*, *Usnea longissima*, *Ramalina subcomplanata* et *Heterodermia tremulans* sont vendus sous le nom de « Chharila » et sont utilisés comme astringent, laxatif et carminatif (Shukla *et al.*, 2010).

Le lichen *Cetraria islandica*, ou « mousse d'Islande », trouve de nombreuses applications médicales. Il a été longtemps utilisé contre la tuberculose, les bronchites chroniques, les diarrhées et permet également de traiter les inflammations de la gorge et de la cavité buccale, les maladies d'estomac, gastriques ou encore la grippe. Des études en Islande et en Allemagne ont conduit au développement de capsules et de tablettes à base d'extraits de ce lichen, utilisées en cas d'obstruction intestinale, d'ulcère gastrique, d'arthrite et d'asthme (Podterob, 2008).

### 2.5.2. Bioindicateurs de pollution.

### **2.5.2. Lichen comme bioindicateur**

Une des utilisations très répandue des lichens est leur capacité à « révéler les pollutions ». En effet, ils sont de véritables sentinelles de l'environnement car ils développent rapidement des réactions physiologiques et cellulaires en relation avec les stress environnementaux. Contrairement aux plantes, ils n'ont ni cuticule protectrice, ni stomate, ce qui augmente les échanges des lichens avec l'air ambiant (Häffner *et al.*, 2001). Les espèces de lichens sensibles à la pollution sont utilisées comme Bioindicateurs (Gombert *et al.*, 2006 ; Thormann, 2006), leur présence ou leur disparition étant un signe de bonne ou de mauvaise qualité de l'air, des sols ou des rivières. Les lichens dont le photobionte est une cyanobactérie par exemple *Nostoc* ou une algue verte du genre *Coccomyxa* sont connus pour être plus sensibles aux métaux que ceux dont le photobionte est une algue verte du genre *Trebouxia* (Guschina et Hardwood, 2006).

Les lichens les plus résistants sont capables d'accumuler les polluants ; ce sont des bioaccumulateurs. Cette capacité accumulative des lichens est utilisée en diagnostic et concerne en particulier le dioxyde de soufre, le fluor, les éléments-traces métalliques, les radioéléments et les polluants organiques (Van Haluwyn, 1999 ; Purvis, 2014). Des travaux réalisés sur le lichen *Diploschistes muscorum*, hyper-accumulateur de zinc, mettent en évidence la formation de complexes stables de ce métal avec l'acide oxalique ainsi qu'avec les substances lichéniques (Cuny *et al.*, 1997). Ce phénomène de complexation a également été observé pour le plomb, le cuivre et le cadmium (Chatenet et Botineau, 2001). Une autre étude réalisée sur *Trapelia involuta* montre que ce lichen est capable de piéger l'uranium dans les parties externes de ses fructifications (Mc Lean *et al.*, 1998).

### **2.5.3. Autres applications**

Dans l'Egypte ancienne, les lichens étaient utilisés également comme parfums ou pigments. Aussi, les romains teignaient leurs toges avec des lichens tels que *Rocella*, *Parmelia*, *Ochrolechia* et *Everniasp*. L'origine d'une industrie concernant l'utilisation des lichens à des fins tinctoriales remonte au début du XIV<sup>ème</sup> siècle. L'orseille, une substance colorante de couleur violette extraite de certains lichens de *Rocella fuciformis* notamment, a été utilisée jusque vers la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle. Aujourd'hui encore, des bandelettes de papier imprégnées de litmus, un colorant extrait par l'eau à partir de *Rocellasp.*, sont utilisées comme indicateurs de pH en laboratoire (Mitrovic *et al.*, 2011).

A l'heure actuelle, les extraits des lichens *Evernia prunastr* et *Pseudevernia furfuracea* sont largement utilisés en parfumerie (Joulain et Tabacchi, 2009), pour leur note marine et boisée respective, en particulier dans les eaux de toilette masculines. Cependant, la présence dans ces extraits de composés allergènes, notamment l'atranorine, impose aux fabricants le respect de la directive européenne 2003/15/CE qui oblige à faire figurer clairement la présence de tels extraits dans la liste des ingrédients, lorsque la concentration est supérieure à 0,001 % dans les produits non rincés crème...et à 0,01 % dans les produits rincés shampoings....

Outre les parfums, certains extraits lichéniques trouvent des utilisations dans des produits de soin, tels que des déodorants, ou les produits cosmétiques. Par exemple, les marques Polaar et Vertumne à Vénus proposent des gammes de produits à base d'extrait de *Cetraria islandica* pour lequel elles revendiquent des propriétés hydratantes, purifiantes, déodorantes, antiseptiques et antioxydantes.



Figure 8 : Exemples de produits contenant des extraits de lichens (de gauche à droite) : parfum masculin d'Hermès, déodorant d'Earth Science, gel Cryo- raffermissant de Polaar et lotion hydratante pour les mains de Vertumne à Vénus. (Amandine 2015)

### **3. Conclusion**

Les lichens trouvent donc des applications en médecine traditionnelle, en teinturerie et en parfumerie ainsi qu'en cosmétique. Les propriétés variées exprimées par ces organismes symbiotiques sont essentiellement liées à leur capacité à produire des métabolites secondaires. En effet, ces derniers possèdent des activités biologiques diverses très utiles au sein du lichen, mais pourraient être valorisés à des fins thérapeutiques ou cosmétiques. Pourraient être valorisés à des fins thérapeutiques ou cosmétiques.

# ***Chapitre II***

## ***Pollution atmosphérique***

### **1. Introduction**

La pollution, est une modification défavorable du milieu naturel qui apparaît en totalité ou en partie comme un sous-produit de l'action humaine, au travers d'effets directs ou indirects altérant les critères de répartition des flux d'énergie, des niveaux de radiation, de la constitution physico- chimique du milieu naturel et de l'abondance des espèces vivantes. Ces modifications peuvent affecter l'homme directement ou au travers des ressources agricoles, en eau et autres produits biologiques. Elles peuvent aussi l'affecter en altérant les objets physiques qu'il possède, les possibilités récréatives du milieu ou encore en enlaidissant la nature » (in Ramade, 2002).

### **2. Définition de la pollution atmosphérique**

La pollution atmosphérique peut résulter soit d'une modification quantitative, par hausse de la concentration dans l'air de certains de ses constituants normaux, par exemple gaz carbonique, peroxyde d'azote, ozone, soit d'une modification qualitative due à l'introduction de composés étrangers à ce milieu par exemple radioéléments, substances organiques de synthèse, soit encore d'une conjugaison de ces deux phénomènes (Ramade, 2002).

Sauf que le problème des pollutions est multiforme. On peut prévoir, d'après des recherches de laboratoire, l'action d'une substance sur un type d'organisme, mais il n'est pas de même dans la nature. Les composés que l'homme disperse dans l'écosphère réagissent sur l'ensemble des biocénoses et non sur quelques espèces particulièrement sensibles. Dans de nombreux cas, certaines conditions de milieu, voire la présence d'un polluant particulier, exaltent la toxicité de substances qui pourraient paraître a priori inoffensives in vitro (Ramade, 2002).

#### **2.1. Sources et types de polluants atmosphériques**

La pollution résulte de la présence dans l'atmosphère de polluants très variés.

- L'érosion éolienne (action du vent sur la surface terrestre) qui conduit à l'émission de particules d'aérosol aussi bien sur les continents que sur les océans ;
- Les émissions de gaz et de particules par les volcans ;

Les émissions biogéniques gaz produits par réactions biologiques, dans l'océan, les sols et la végétation terrestre (Delmas & al, 2007).

Les sources anthropogéniques sont plus nombreuses, les principales en termes d'intensité et de variété de polluants émis sont les combustions. Celles-ci incluent les combustions de combustibles fossiles (charbon, gaz, pétrole), essentiellement pour la production d'énergie puis

## ***Chapitre II : présentation des stations d'études***

---

ses divers usages (régulation thermique, transports, industrie) et les combustions de biomasse (Delmas R & al, 2007).

### **2.1.1. Effet de la circulation automobile sur la pollution**

Les concentrations des polluants dans l'atmosphère urbaine varient en fonction de la saison d'une part, des conditions météorologiques d'autre part et enfin en fonction de l'activité humaine. En hiver, avec un ensoleillement faible et une durée de jour limitée, les niveaux d'ozone sont très bas (10 à 20 pb) en revanche les polluants primaires (CO, NO) peuvent présenter des concentrations élevées, notamment le matin avec le démarrage de la circulation urbaine qui présente un pic entre 8 et 9 heures avant de la striction de l'inversion radiative nocturne. Le pic du soir dû au trafic automobile est moins marqué et plus long car le trafic automobile est mieux réparti et la stabilité atmosphérique moins forte que le matin (Delmas R & al, 2007).

### **2.1.2. Action des arbres sur la pollution**

Selon Pesson (1974), les arbres ont un effet aérodynamique sur le transfert du polluant et un autre effet de captation des poussières par les arbres du peuplement et enfin celui de l'épuration des substances chimiques. Ce même auteur montre qu'un air pollué contenant : 10 mg/m<sup>3</sup> de SO<sub>2</sub> est complètement épuré en traversant à une vitesse inférieure à 25 Km/h une forêt de 1 hectare composée de hêtres d'âge moyen. Il ajoute un rôle dans la régulation du taux du CO<sub>2</sub> atmosphérique, dans le monde, les forêts fixent 2,5 t/h de carbone par an et libèrent 6,67 tonnes d'oxygène.

## **3.Impacts de la pollution atmosphérique**

La pollution atmosphérique est la conséquence des émissions dans l'atmosphère de gaz et de particules qui résultent de diverses activités humaines. Les impacts de ces polluants sur l'atmosphère, le climat ou sur les hommes eux-mêmes peuvent être directs, par exemple en raison des propriétés radiatives ou de la toxicité des composés émis, ou indirects après transformation dans l'atmosphère et formation de composés secondaires comme l'ozone ou les aérosols ou encore des composés acides au sein des nuages ou des gouttes de pluies (Delmas R & al, 2007).

### **3.1Apports des lichens dans l'étude de polluants atmosphériques**

Les lichens sont des organismes particulièrement bien adaptés pour l'étude de polluants

## ***Chapitre II : présentation des stations d'études***

---

atmosphériques aussi bien gazeux que particulaires. Ils doivent cette efficacité à leurs particularités anatomiques (structure végétative sous forme de thalle se traduisant par un ratio surface/volume très élevé, absence de cuticule cireuse, de stomates, de vaisseaux conducteurs, présence d'un cortex riche en mucilages et souvent poreux) et leurs caractéristiques physiologiques nature poïkilo hydrique, activité photosynthétique continue tout au long de l'année, croissance lente. Ils seront de ce fait soumis aux retombées des polluants présents à la fois dans les dépôts secs et dans les dépôts humides (Garrec-P & Van Haluwyn-C, 2002).

### **4. Les lichens et la qualité de l'air**

L'utilisation des lichens comme bioindicateurs de la qualité de l'air est connue depuis longtemps. Déjà Nylander, il y a plus d'un siècle (1896), avait noté que les arbres des villes ne portaient guère que quelques espèces lichéniques contrastant avec leur richesse en épiphytes dans les campagnes. Il annonçait que les lichens donnent à leur manière la mesure de la salubrité de l'air et constituent une sorte d'hygrométrie très sensible Treshow, (1991 ; in Emmanuel paul , 2009).

### **5. La toxitolérance des lichens aux polluants atmosphériques**

La tolérance est définie comme " la capacité d'un organisme de fonctionner normalement sous la pression d'un stress environnemental (Forbes, 1994 et Emmanuel paul, 2009). La pollution atmosphérique urbaine affecte la végétation lichénique par deux processus opposés (Rahali, 2003). En éliminant les espèces très sensibles de ce milieu, en favorisant la colonisation ou l'installation des espèces dites poléophis les dans les milieux pollués. Cependant, une troisième catégorie de lichens appelée lichens poléotolérants peut se développer indifféremment dans les milieux pollués ou naturels.

#### **5.1. Indice de toxitolérance**

L'indice de toxitolérance est une mesure de la résistance d'une espèce à la pollution atmosphérique .Les valeurs de cet indice varient de 1 à 9. Chaque espèce se caractérise par un indice de toxitolérance. Cette valeur est d'autant plus basse que l'espèce correspondante est sensible et caractérise d'autant mieux l'état de la qualité de l'air.

Le tableau (1) représente les différents indices de toxitolérance de quelques espèces lichéniques selon Kirschbaum et Wirth (1997).

## ***Chapitre II : présentation des stations d'études***

---

Tableau 4 : Indices de toxitolérance de Kirschbaum et Wirth (1997)

<b>Espèces</b>	<b>Indice de toxitolérance</b>
<i>Lepraria incana</i>	9
<i>Hypogymnia physodes</i>	8
<i>Xanthoria parietina</i>	7
<i>Parmelia exasperatula</i>	6
<i>Evernia prunastri</i>	5
<i>Lecanora argentata</i>	4
<i>Parmelia caperata</i>	3
<i>Ramalina fastigiata</i>	2

### **6. Intérêts et limites des méthodes de bio indication comparativement aux méthodes physicochimiques**

Les méthodes de bio détection de la pollution atmosphérique ne sont pas concurrentes des méthodes physicochimiques, mais avant tout complémentaires (Garrec, 2004).

Les principaux points d'intérêt sont les suivants :

-méthodes simples, rapides et peu onéreuses avec un faible coût d'investissement, une faible infrastructure et une facilité d'entretien et de suivi.

-le nombre de stations peut être très important,

-possibilité de réaliser des cartographies

-pour des informations générales (localisation et niveau des pollutions)

- pour entreprendre des études préliminaires emplacement de nouvelles stations de mesure pour suivre l'évolution de la pollution

-pour guider une politique de protection, d'orientation ou d'amélioration des espaces verts et Des parcs urbains

-pour des études sur les risques encourus par les populations urbaines fragiles.

Les principales limites de ces méthodes sont essentiellement liées à la nature biologique du détecteur :

-difficulté de remonter aux concentrations en polluant dans l'atmosphère

-temps de réponse et seuil parfois élevés

Néanmoins, les mesures sont simples, économiques et rapides et donnent une information sur les effets du polluant, alors qu'un capteur ne dit pas si la teneur mesurée est dangereuse (Garrec, 2004).

#### **6.1. Méthode de cartographie lichénique**

Cette méthode consiste à étudier la végétation lichénique naturelle des arbres de la zone à cartographier son état de pollution atmosphérique. Les changements observés au niveau du recouvrement lichénique donneront une indication sur la qualité de l'air de la zone concernée (Kirschbaum et Wirth, 1997). Plusieurs auteurs ont montré des aires qualifiées de désert lichénique des villes à partir des cartes d'inventaire de la répartition des espèces (Rahali, 2003). En ce qui concerne la bio indication terrestre, les associations lichéniques sont les plus utilisées. Deux grands types de méthodes ont été appliqués aux lichens, des méthodes qualitatives, et d'autres quantitatives.

### **6.2. Méthodes qualitatives et échelles de pollution**

Les observations de la végétation lichénique au niveau des sites urbains où le niveau de la pollution acide a permis aux lichénologues d'établir les échelles de pollution en se référant au développement des lichens sur les troncs des arbres (Gaveriaux, 1995).

### **6.3. LA méthode de HAWKSWORTH ET ROSE**

L'échelle de Hawksworth et Rose (1970) compte 11 zones de pollutions définies chacune par un ensemble d'espèces caractéristiques (zone 0 = absence de lichens ; très polluée, zone 10 = grande diversité des lichens ; air pur). Ils ont établi une table facile d'utilisation mettant en parallèle la présence de certaines espèces lichéniques et des taux de dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>). Cette méthode, testée dans des lieux différents a permis de révéler le rôle de facteurs écologiques ou climatiques, la toxitolérance d'une espèce lichénique variant d'une région à l'autre.

### **6.4. La méthode de VAN HALUWYN et LEROND**

Cette technique, apparue dans la moitié nord de la France vers 1986, est basée sur les groupements lichéniques définis par des relevés phytosociologiques. Un tableau représentant la liste des espèces retenues dans chaque groupe, avec une échelle correspondante de la qualité de l'air (teneur en SO<sub>2</sub> en µg/m<sup>3</sup>), permet de différencier 7 zones de pollution. Ces zones sont notées de A à G (tableau 5).

A est la zone de pollution maximale, elle correspond au « désert lichénique ».

B, C et D sont des zones de forte pollution elles sont particulièrement peuplées de lichens crustacés.

E est une zone de pollution moyenne, une zone charnière où apparaissent les lichens foliacés et fruticuleux.

F et G sont des zones peu ou très peu polluées, c'est là où la richesse lichénique peut s'observer, les troncs présentent une grande variété des lichens particulièrement bien développés.

## **7. Les métaux lourds :**

Les métaux lourds sont des polluants engendrés par l'activité humaine qui ont un fort impact toxicologique. Les métaux toxiques son nombre, mais on peut citer par mes soucis l'arsenic, dimanche, le Mercure et le plomb. Ils ont un effet néfaste sur les végétaux, les animaux ainsi que l'homme et cela à partir des produits de consommation quotidienne (Di Benedetto et al., 1997). La toxicité des polluants peut donner naissance à des symptômes visibles en surface tel

## *Chapitre II : présentation des stations d'études*

que des nécroses des tâches, etc..., et Algérie certains fonctions physiologiques de végétal (Maatoug et al.,2007).

Certaines recherches sur la pollution plombique utilise les plantes supérieures. Ainsi des travaux on était réalisé sur l'accumulation du plomb par les lichens. Nous pouvons citer les travaux de Seaward

en Grande Bretagne, de Hopp et Tolz en Allemagne, de Déruelle en France. En Algérie principalement dans la région nord-est de pays il existe depuis plusieurs années un problème de pollution atmosphérique notamment plombique lié à un réseau routier important, des usines et des industries libérant des produits toxiques dans l'air. Nous pouvons citer les travaux de Semadi et Déruelle (1993) et Maizi et all. (2010) pour la région d'Annaba, Rahali (2003,2005) pour la région d'Alger Maatoug et al (2010) pour la région de Tiaret.

### **7.1. Le plomb dans l'environnement :**

Durant le dernier siècle industrialisation et l'essor de transport en jouer un rôle essentiel dans l'évolution de la société. En effet de grandes quantité de substances chimiques sont relâchés dans l'environnement. La plupart d'entre elles sont considérés comme dangereuses. L'introduction de ses composés implique des risques sérieux non seulement pour l'environnement et les organismes vivants, mais aussi pour la santé humaine (Miet, 2008). Parmi les divers polluants déversés régulièrement dans l'atmosphère, le plomb d'origine automobile occupe une place prépondérante sa toxicité pour la bio sinon et évidente et s'aggrave de plus en plus à travers la chaîne trophique pour devenir dramatique en atteignant l'homme (Otvos, 2003). L'introduction de l'essence sans plomb dans les pays développés c'est en effet rapidement traduit par une diminution de moitié de la plombémie chez les adultes citadins, pourtant moins sensible à l'absorption de plomb que les enfants (Parayre, 1998). En 2002, sur les quarante-neuf pays d'Afrique subsaharienne, seul le Soudan s'était pleinement converti à l'essence au plomb. Parmi les territoires les plus difficiles à convertir figurent les petites îles lointaines du Pacifique comme la Micronésie. L'Afghanistan, l'Algérie, de Bhoutan, le Cambodge, la Corée du Nord, Cuba, l'Irak, Laos, la Mongolie, le Mianmar, l'Ouzbékistan et le Turkménistan font partie des pays qui ne prévoient pas l'élimination du plomb de l'essence selon le programme des nations unies pour l'environnement (Maizi et al., 2010).

### **7.2. Les Effets du plomb sur le développement des lichens**

Des travaux des deux chercheurs Leblanc et De Sloover (1970) en montrer que l'altération de la fertilité des lichens et la réduction de la germination des sports sont le résultat

## ***Chapitre II : présentation des stations d'études***

---

d'exposition dans les milieux pollués infecté par le plomb et les métaux lourds. Cela a été confirmé par la suite par Pyattet (1970). Le même phénomène a été observé par Kofler et all (1972), Chez *physcia pulvrerulenta* et *Xonthoria parientina* dans les milieux urbains.

***Chapitre III***  
***Présentation de la***  
***zone d'étude***

### **1. Introduction**

Dans ce chapitre on a présenté trois stations principales : Mostaganem ville, sidi Lakhdar et le forêt de Bou Rahma. Ces dernières sont situées sur le long cordon littoral. Elles ont quelques caractéristiques communes telles que climat semi-aride.

### **2. La wilaya de Mostaganem**

#### **2.1. Présentation de la wilaya de Mostaganem**

La wilaya de Mostaganem couvre une superficie de 226 900 ha pour une population estimée à 921800 habitants à la fin de l'année 2020. De ce fait la densité est de 335 habitants/km<sup>2</sup>. La zone montagneuse représentant environ 11 % de la population totale de la wilaya.

La wilaya de Mostaganem est caractérisée par deux (02) zones distinctes, le plateau de Mostaganem couvrant une superficie de 88 629 ha, la zone de Dahra avec une superficie de 55 060ha. Mostaganem est située au Nord-Ouest de l'Algérie, elle est limitée, à l'Est par les Wilayas de Chlef et Relizane, au Sud par les Wilaya de Mascara à l'Ouest par les Wilayas d'Oran au Nord par la Mer Méditerranée

#### **2.2. Situation géographique Sidi Lakhdar :**

Sidi Lakhdar est une commune algérienne de la wilaya de Mostaganem, distante de 50 km du chef-lieu de la wilaya et à environ 400kilomètres d'Alger.

#### **2.3. La forêt de Bou Rahma**

Cette station est dénommée forêt domaniale de Bou Rahma, elle occupe une superficie de 4472 ha (Hariret Hachemi 2020), cette forêt est limitée au Sud par la commune de Sidi Belattar, au Nord par la mer méditerranée, à l'Est par la commune de Hadjadj et à l'Ouest par la commune de Mostaganem (Ahmed Khoudja et Bounouri 2020).

### Chapitre III: la présentation de la zone d'étude

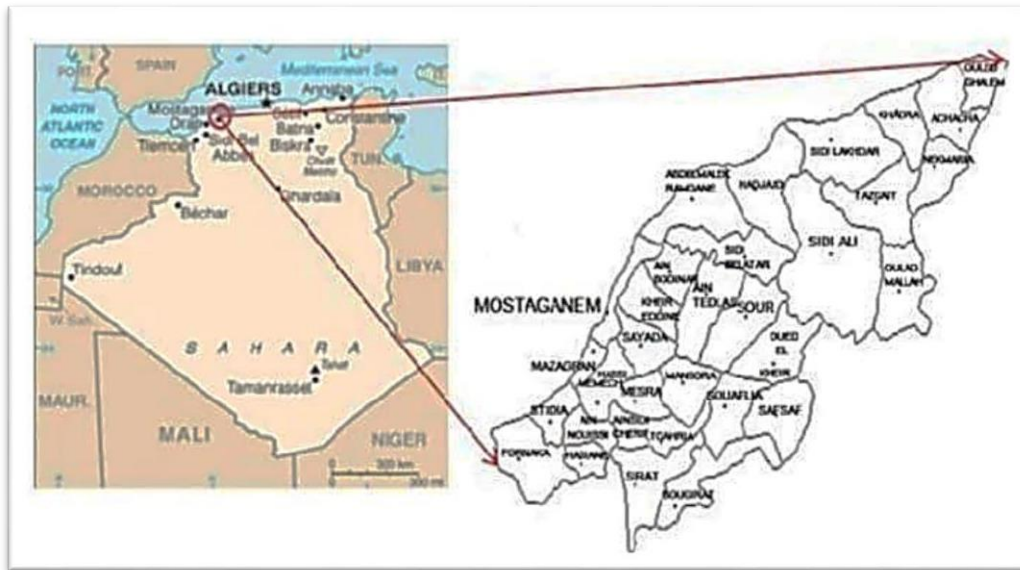


Figure9 : Situation géographique de la wilaya de Mostaganem



Figure 10 Situation géographique de la commune sidi-lakhdar

### **3.Sol :**

Selon Calvet 2003 le sol est un corps naturel de constitution minérale et organique différencier en horizons d'épaisseurs variables, qui déferent du matériau sous- jacent par sa morphologie, ses propriétés physiques et chimiques, sa composition et ses caractéristiques biologiques .

DUCHAUFOR (1979), a divisé les horizons comme suit :

Horizon A : horizon de surface riche en matière organique (débris végétaux)

Horizon B : horizon intermédiaire apparaissant dans les sols évolués.

Horizon C : roche mère (LAHOUEL, 2014).

### **4. Couverture végétale**

#### **-Groupement de *Pinus halepensis* Mill**

Couvre une grande superficie, dont le pin se trouve en association avec des espèces xérophiiles et thermophiles telles que *Pistacia lentiscus* L., *Erica arborea* L., *Macrochloa tenacissima* L. Kunth, *Calicotome spinosa* L. Lien. (Harir et Hachemi 2020; Abboub 2019).

#### **- Groupement de *Juniperus phoenicea* L**

Ce groupement est caractérisé par *Lavandula dentata* L., *Cistus halimifolius* L., *Rosmarinus eriocalyx* Jord. et Fourr, *Retama monosperma* subsp. *Bovei* (spach) Talavera et Gibbs. (Aireche et Bensoula 2020).

### **5. Les facteurs climatiques**

Par rapport au climat, les facteurs climatiques sont des facteurs écologiques liée aux circonstances atmosphériques et météorologiques dans une région donnée.

#### **5.1. Les précipitations**

La pluie et un facteur climatique important, en Algérie ce facteur est déterminé par la topographie et la situation géographique par rapport à l'altitude et la mer, elle agit sur la croissance et la distribution de la végétation (Chibani 2016).

#### **5.1.2. Moyenne mensuelles**

La pluviosité est définie comme étant le facteur principal dans la détermination du climat (DJEBAÏLI,1978).

### Chapitre III: la présentation de la zone d'étude

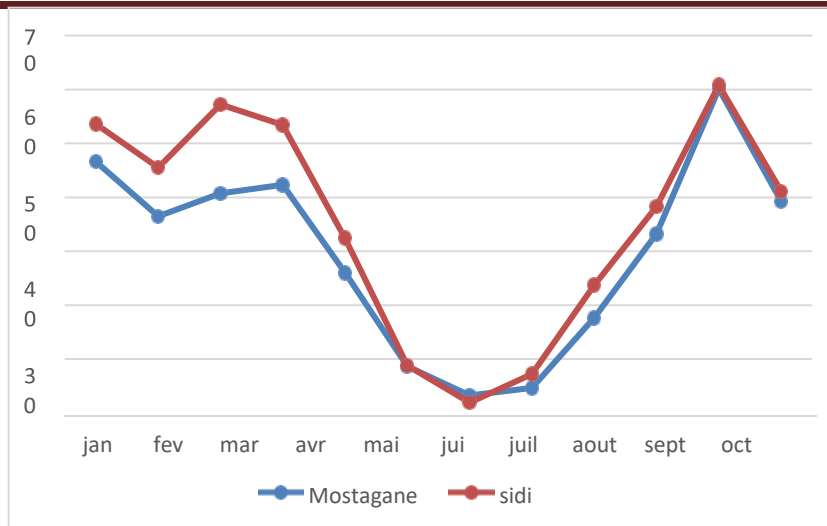


Figure 11 Variation des précipitations annuelles des deux station météorologiques 1990\_2020 (DERBAL et KHEDIMI ,2022)

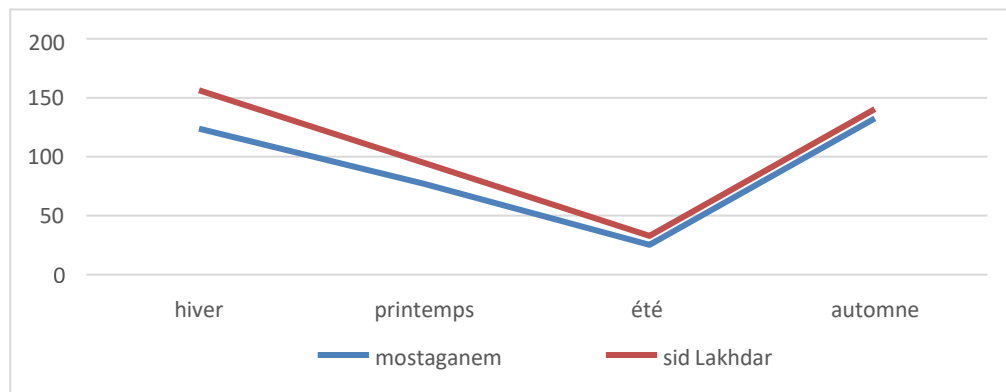


Figure 12 variation des précipitations saisonnière des deux stations (DERBAL et KHEDIMI ,2022)

### **5.1.3. Le régime saisonnier :**

#### **-La station de Mostaganem**

La saison la plus pluvieuse est celle d'automne et, suivie par hiver, le printemps autour 76mm et un été assez sec autour de 25 mm.

#### **-La station de Sidi Lakhdar**

La saison la plus pluvieuse est celle l'hiver et, suivie par d'automne, le printemps autour 100 mm un été assez sec autour de 35 mm

### **5.2. Humidité :**

#### **5.2.1. Humidité relative**

Il s'agit là du pourcentage d'humidité, ou de vapeur d'eau, contenu dans l'air par rapport à la quantité maximale que peut contenir cet air avant de se condenser, c'est-à-dire avant de se transformer en gouttelettes d'eau. L'humidité est liée inversement à la température de l'air autrement dit elle est maximale pendant les mois les plus froids d'hiver et elle est minimale pendant les mois d'été. (DERBAL et KHEDIMI ,2022)

#### **5.2.3. Humidité spécifique :**

C'est la masse de vapeur d'eau par unité de masse d'air humide.

### **5.3. Températures :**

D'après AIME (1991), les températures jouent un rôle important dans la vie végétale en conditionnant la durée de la période de végétation et, selon les espèces, la possibilité ou non d'assurer la maturation des semences. Les valeurs extrêmes constituent des facteurs limitants énergiques dont l'efficacité dépend de certains seuils et de leur fréquence d'apparition.

A partir du graphe suivant, on déduit que pour la :

#### **-Station de Mostaganem :**

La température minimale est de 7.7 °C désignant janvier le mois le plus froid et un maximum de 34.8 °C au mois d'août qui est le plus chaud.

#### **-Station sidi Lakhdar :**

La température minimale est de 2.6 °C désignant janvier le mois le plus froid et un maximum de 42.2 °C au mois de juillet qui est le plus chaud.

### **5.4. Le vent :**

D'après SELTZER (1946), le vent est considéré comme l'élément le plus caractéristique du climat méditerranéen, il contribue à la dégradation des sols et augmentation du stress hydrique des végétaux. Le vent est caractérisé par sa direction, sa force et sa fréquence.

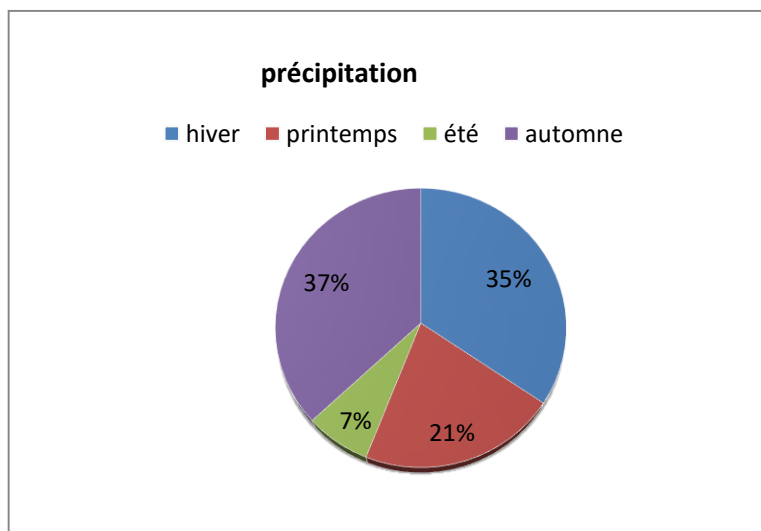


Figure13 : Précipitations moyennes saisonnières ; Station de Mostaganem pour la période (1990-2020) (DERBAL et KHEDIMI ,2022)

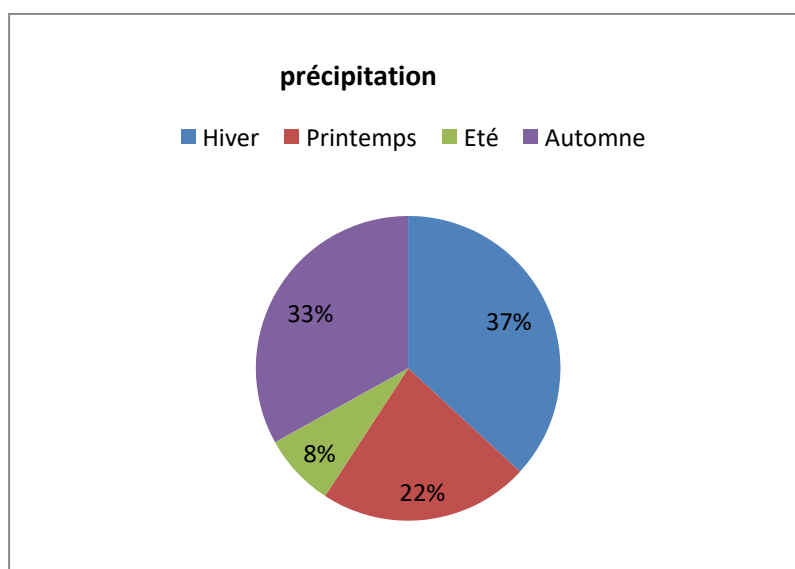


Figure 14: Précipitations moyennes saisonnières; Station de sidi Lakhdar pour la période(1990-2020) (DERBAL et KHEDIMI ,2022)

### Chapitre III: la présentation de la zone d'étude

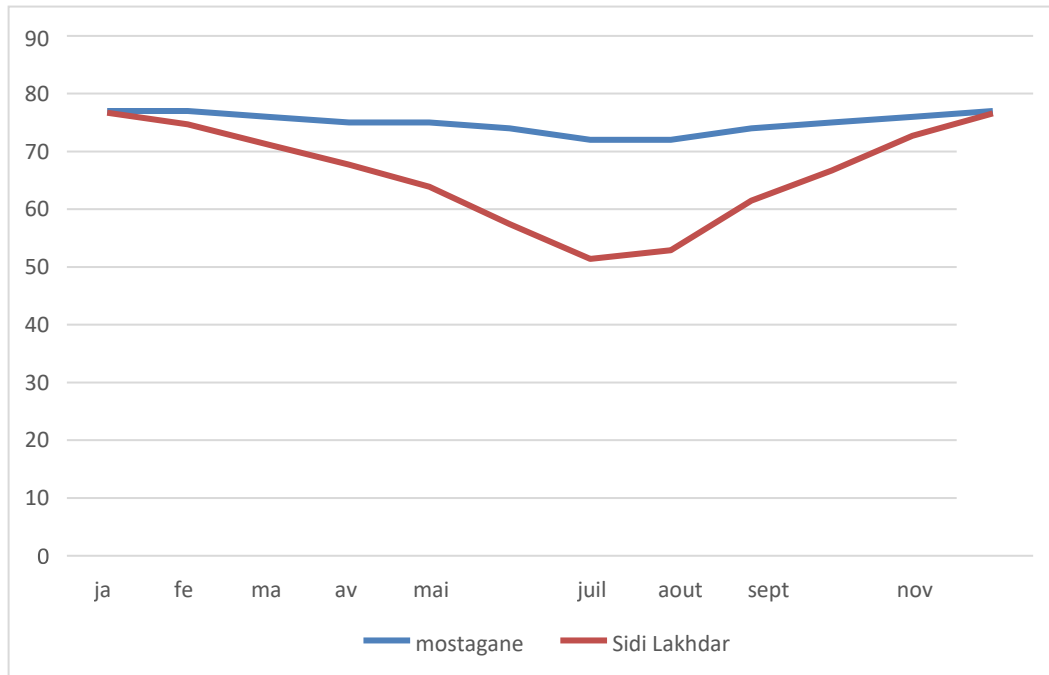


Figure 15 Variation de l'humidité relatives des deux stations . (DERBAL et KHEDIMI ,2022)

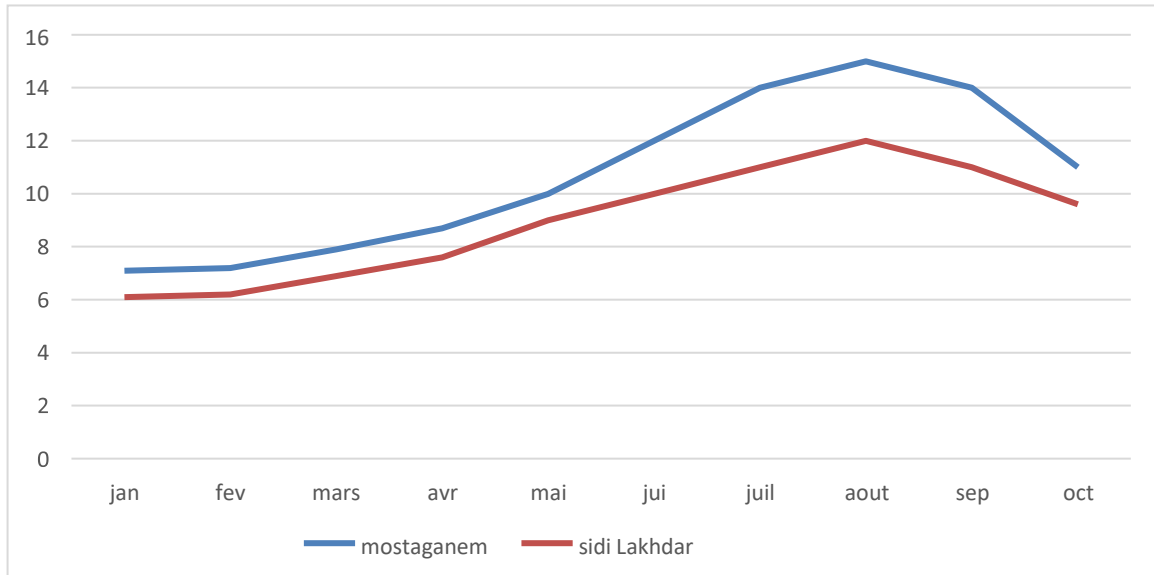


Figure 16 variation de l'humidité spécifique moyenne au niveau de deux stations . (DERBAL et KHEDIMI ,2022)

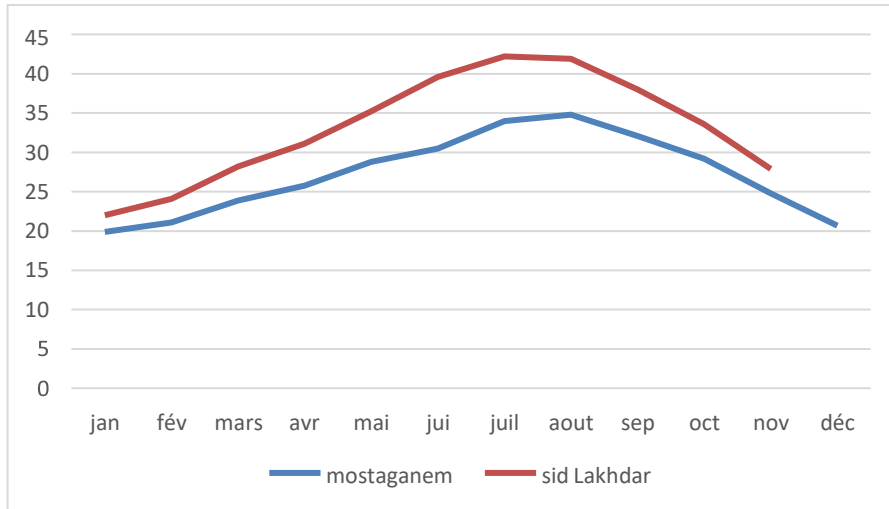


figure17. variations de températures mensuelles maximales de la période 1990\_2020 au niveau des deux stations

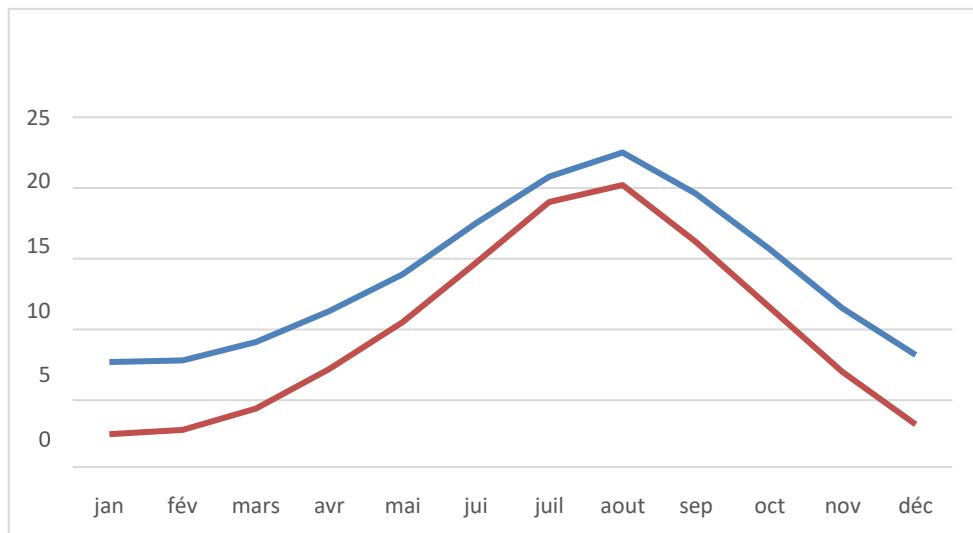


Figure18 : variations : les températures mensuelles minimales de la période (1990-2020) au niveau des deux stations. (DERBAL et KHEDIMI ,2022)

### **3. La wilaya d'Oran :**

#### **3.1. La situation géographique :**

Oran est une ville portuaire de la mer Méditerranée occidentale située à l'ouest de littoral de Oran l'Algérie. Elle s'élève au fond d'une baie ouverte au nord sur le golf d'Oran. Elle est dominée à l'ouest par la montagne de Murdjadjo culminant à 589 m d'altitude (Sidi Messabih) et la sépare de la commune de Mersa el-Kébir. Ensuite elle est bordée par la commune de Sénia et au sud-ouest par la grande Sebkha. La ville de Bir El Djir constitue sa banlieue est.

#### **3.1. Le climat régional :**

L'étude du climat et de la végétation sont nécessaires pour connaître les influences de climat sur la végétation cryptogamique et phanérogamie d'une part et étudier les caractéristiques de la zone d'étude d'autre part.

Le bioclimat de cette région est influencé par la proximité de la mer vers le nord et par l'extension de la Sebkha vers l'intérieur. Les deux stations météorologiques littoral qui sont le port d'Oran et Arzew reflète l'ambiance climatique du littoral. Par contre la station de Sénia représente la partie sublittoral. Chaque station a un emplacement propre pour mesurer les données météorologiques qui sont recueillis par l'ONM. (Bendaykha, 2017)

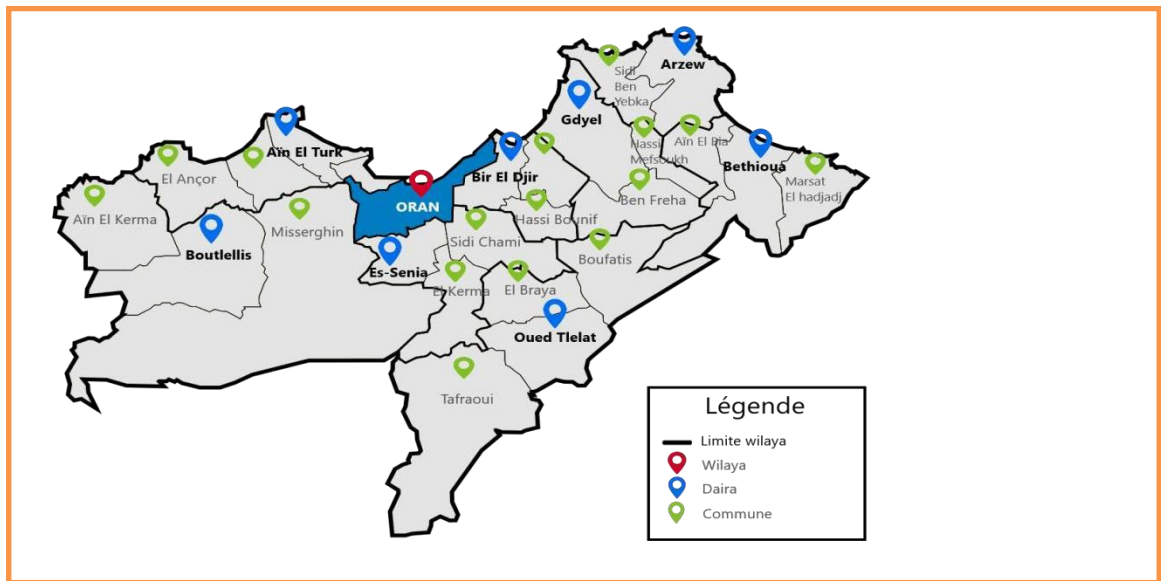


Figure 19 : carte topographie de la région d'Oran

***3.partie***  
***expérimentale***

## **Chapitre IV partie expérimentale**

### **1. INTRODUCTION :**

La méditerranée est l'une des régions de la terre où la biodiversité est la plus importante. Les chercheurs ont travaillé sur la flore et sur la faune du bassin méditerranéen en recensant tous les individus qui y vivent et dans différents milieux. La lichénologie était une des filières qui restait moins connue par rapport aux autres domaines de la botanique.

D'après les recherches bibliographiques effectuées, nous avons trouvé qu'en Italie, il a été recensé par Nimis (1993) 2 345 espèces de lichens, 3 015 espèces en Espagne d'après Llimona et Hladun (2001) et 3 435 espèces de lichens inventoriés en France par Roux (2012). En faisant une comparaison avec les pays nord africains, nous citerons 1094 espèces de lichens estimées au Maroc par Egea (1996), 415 espèces en Tunisie collectées par Seaward (1996) et 943 espèces dénombrées en Algérie par Rahali (2005).

Dans ce présent travail, nous avons établi un inventaire des espèces lichéniques prélevées sur le littoral de Mostaganem. Cela a pour but de collectionner les lichens d'une des régions Ouest du pays, de connaître leur taxonomie et de les rajouter à la liste des lichens d'Algérie.

### **2. Matériel et méthode :**

#### **2.1. La méthode**

- Echantillonnage subjectif

Nous avons prélevé différents échantillons sur différents arbres de trois stations forestières La forêt Sedawa de Sidi Lakhdar et la forêt Bou Rahma de Abed El Malek Ramdane A l'est de la wilaya de Mostaganem. Nous avons examiné plusieurs genres d'arbres présents dans les 3 forêts les arbres de pin d'Alep, Genévrier et le pistachée

Les échantillons antiques sont conservés dans des enveloppes pour les identifier au laboratoire. L'identification des échantillons lichéniques on était effectué au laboratoire d'écologie et protection des plantes à la commune de Mesreghine la wilaya d'Oran.

La détermination d'un lichen s'effectue à la loupe binoculaire et au microscope optique. Toutes les caractéristiques morphologique et structurale de l'échantillon sans prise en considération.

Une coupe au niveau de la fructification et parfois nécessaire pour identifier l'échantillon afin de déterminer les particularités des sports forme, couleur, cloisonnement.

Ainsi nous avons utilisé les réactifs habituellement employés en lichénologie :

## **Chapitre IV partie expérimentale**

La potasse (solution à 10%), l'eau de javel de commerce, le Lugol, la para-phénylène diamine en solution alcoolique à 2%, L'acide chlorhydrique et l'acide nitrique 2% .

Pour faire des coupes anatomiques, des Lichens, il faut prendre l'échantillon sous les loups binoculaires. avec une lame, on essaye de couper l'espèce en coupe longitudinale, le poser entre la lame et lamelle en mettant une goutte d'eau .

### **Le matériel pour l'identification**

- La loupe binoculaire

-Microscope optique

-Les lames

### **Les produits (les réactifs)**

La potasse

L'eau de de javel du commerce

L'eau de robinet

Les clés utilisées pour déterminer les espèces sont le guide des lichens de France lichens des arbres (Chantal Van Haluwyn) et le guide des lichens 350 espèces de lichens d'Europe.

### **3. Analyser et interpréter des résultats de minéralisation du plomb par des transplantslichéniques :**

Dans ce travail, nous allons interpréter et analyser le teneur en plomb partir des transplants lichéniques utilise comme bio indicateur de la pollution atmosphérique dans la région d'Oran basés sur résultats de l'expérience menée par Mm Bendaykha en (2017) pendant 4 mois Janvier, février, Mars, Avril. Sur le Taxon *Ramalina Lacera* et *Xanthoria Parientina* . La transplantation a été menée sur 13 sites différents de la Wilaya d'Oran.

#### **3.1. Le rapport de MF/MS :**

Une fois les échantillons au laboratoire, ils ont pesé le végétal frais à l'aide d'une balance de précision avant de le faire passer à l'étuve. Puis ils les ont placés dans les boîtes de pétri en pyrex sans les laver, destinés au séchage dans une étuve préchauffée à 105 °C pour la déshydratation 48 heures . Après avoir séché le matériel végétal, ils les ont pesés une deuxième fois pour estimer le rapport « matière fraîche sur la matière sèche» (mf/ ms) . Ceci est défini pour ils donner une idée sur la pureté de l'air du site en question. Ensuite, ils ont broyé l'échantillon sec dans un mortier. La poudre récupérée est tamisée, puis pesée. Pour la minéralisation.

## **Chapitre IV partie expérimentale**

Ils ont utilisé la technique de minéralisation par l'eau oxygénée .L'eau oxygénée a été versée dans chaque flacon , puis placée dans pendant l'étuve pendant 72 heures. L'étuve doit être préchauffée pendant 6 heures à 60 °C pour éviter le débordement de la matière végétale pendant la minéralisation . Puis ils ont augmenté la température progressivement jusqu'à 90 °C. Une fois les 72 heures sont écoulées, ils ont ajouté 20 ml d'acide nitrique à 2%, puis les solutions ont été agitées et filtrées, et enfin conservées et destinées directement à la lecture par le spectrophotomètre à absorption atomique.

## Chapitre IV partie expérimentale



Figure 20 : quelques types des lichens dans la foret de Sidi Lakhdar et Bou Rahma



Figure 21 : les étapes de l'identification des espèces

## Chapitre IV partie expérimentale

Tableau 2 : Localisation des sites d transplantation du *Xanthoria parietina* et *Ramalina lacera*

Site	Localisation
1	Rond-point Bir El Djir, Pépinière Ben Ahmed
2	Jardin El Boustane (Les Palmiers)
3	Campus IGMO (Univ. Oran 1 Sénia
4	Ferme des Pénitenciers (Auberge du Rocher)
5	Les Amandiers (Rond-point Hai El Feth)
6	Hai Badr (Cité Laurier rose - Boulanger)
7	Faculté des Langues, Hai Othmania-Maraval
8	Hai Oussama, Commissariat Centrale
9	Hai El Hamri, Parc d'Attractions
10	Rond-point de la Wilaya à Hai Makarri
11	Hai Essiddikia (clinique de point du jour)
12	Périphérique H, Cite Yaghmoracen, Face Caserne
13	Hai Essaada, Station d'essence

***Chapitre II***

***Résultats et***

***Discussion***

### **1. Résultats et interprétation**

#### **1.1. L'inventaire des lichens de la région de Mostaganem**

Nous avons pu inventorier à présent 14 espèces lichéniques et une dizaine d'espèce n'ont pas été encore identifiées. Nous citons ci-dessous (Tab.3 ) les espèces collectées et identifiées la plupart de ces espèces apparaissent sur la figure 23

Les formes des asques des espèces dans la figure 25 sous le microscope optique grandissement x40. Le nombre et la forme des spores confirment l'espèce. On compte les spores dans les asques Figure 24

Nous avons pu répertorier 11 espèces épiphytes et 3 espèces terricoles du genre *Cladonia*.

Selon la classification des lichens nous avons déterminé 10 genres de lichens appartenant à 8 familles et 5 ordres (Fig. 27 ; 28 ,29 ).

#### **1.2. Rapport MF/MS de chaque site**

Après avoir les résultats de rapport MF/MS des deux espèces *Ramalina Lacera et Xanthoria Parientina* tab 4 et 5 , nous avons calculé les moyennes de chaque site et nous avons reporté sur les mêmes tableaux , à partir de ces tableaux , nous avons dressé un graphe comprenant les Variations des mois de Janvier et Avril du rapport MF/MS chez *Ramailna lacera* figure 30 ,et un graphe comprenant les variations en fonctions des mois de Janvier et Avril du rapport MF/MS chez *Xanthoria Parientina* Figure 31 et un graphe comprenant Variation de la moyenne mensuelle du rapport MF/MS durant les 4 mois chez *Ramailna lacera et Xanthoria Parientina* au niveau des sites de transplantation figure 32. Nous constatons que le rapport MF/MS chez les deux espèces diminue sensiblement après le premier prélèvement avec des fluctuations d'un site à l'autre. Ces fluctuations sont dues probablement à plusieurs paramètres notamment la topographie du site, les conditions climatiques vécues durant les 4 mois d'exposition et le degré de pollution du chaque site.

#### **1.3. Accumulation du Plomb par les Transplants Lichéniques**

Concernant l'accumulation du plomb par les transplants lichéniques, les résultats sont mentionnés dans les tableaux 7, 8. Nous avons remarqué que les teneurs en plomb accumulées par les transplants fluctuent en fonction du temps et du site de prélèvement (Tab 19, 20). Par ailleurs, nous avons constaté une augmentation nette au niveau des différents sites en comparant avec le site témoin que nous l'avons enregistré avec une teneur de 30 µg/g de *Xanthoria* et 16 µg/g de *Ramalina lacera*. La valeur maximale accumulée par *Xanthoria parietina* est de 275.5 µg/g au niveau du site 1. La valeur minimale est 124.25 µg/g au site 7 au premier prélèvement

## ***Chapitre 2 : Résultats et Discussion***

---

du 4 mois. Par ailleurs, nous remarquons sur la figure 34 que les sites 1,8 et 12 représentent des valeurs de plomb les plus croissantes au fil du temps par rapport aux autres sites. Il en est de même pour les sites 5 et 10.

La valeur maximale accumulée par *Ramalina lacera* est  $540\mu\text{g/g}$  marquée pour au niveau du site 3 pour le mois. La valeur minimale au site 8 au premier prélèvement durant 4 mois avec une quantité de plomb de  $20\mu\text{g/g}$ . Par ailleurs, nous remarquons sur la figure 34 que les sites 1,2 ,3 et 12 représentent des valeurs de plomb les plus croissantes au fil du temps par rapport aux autres sites. Il en est de même pour les sites 4 ,5 et 10 et 11.

## Chapitre 2 : Résultats et Discussion

Tableau 3.les espèces lichénique dans la région de Mostaganem

*	Nom	Ordre	Famille	Thalle	Substrat	Phorophyte	Chimie
1	<i>Arthonia</i> <i>Spadécea</i> ( <i>Leghton</i> )	Arthoniales	<i>Arthoniacées</i>	Crustacé	Corticole	Genévrier	K+ Pourpre
2	<i>Amadinea</i> <i>Ponctata</i> ( <i>Hoffin</i> )	Caliciales	<i>Caliciaccae</i>	Crustacé Granuleux	Corticole	Pistachée	K-
3	<i>Cladonia foliacea</i> ( <i>huds</i> )	Lecanorales	<i>Caliciaccaes</i>	Complexes	Terricole	Sur sol	K-
4	<i>Cladonia</i> <i>Rangiferina</i> ( <i>L</i> ) <i>Werber</i>	Lecanorales	<i>Caliciaccaes</i>	Complexes	Terricole	Sur sol	K+ jaune
5	<i>Cladonia</i> <i>Rangiformis</i> ( <i>hoffm</i> )	Lecanorales	<i>Caliciaccaes</i>	Complexes	Terricole	Sur solo	K+ jaune
6	<i>Dirina</i> <i>Ceratoniae</i> ( <i>Stenham</i> )	Arthoniales	<i>Roccelacées</i>	Crustacé	Corticole	Genévrier	K-
7	<i>Deploicia</i> <i>Canescens</i> ( <i>Dcks</i> )	Caliciales	<i>Physciaccae</i>	Crustacée	Corticole	Genévrier	K+ jaune
8	<i>Lecanactis</i> <i>Patellarioide</i> ( <i>Ach</i> ) <i>Korber</i>	Lecanorales	<i>Roccelacées</i>	Crustacée	Corticole	Genévrier	K+ rouge
9	<i>Lecanora</i> <i>Allophana</i> ( <i>Ach</i> )	Lecanorales	<i>Lecanoraceae</i>	Crustacée	Corticole	Genévrier	K+
10	<i>Lecidella</i> <i>elaeochrooma</i>	Lecideales	<i>Lycanoracées</i>	Crustacée	Corticole	Pin D'alep	K+ jaune
11	<i>Ramalina lacera</i> ( <i>unith</i> ) <i>laundon</i>	Lecanorales	<i>Ramalinacées</i>	Fruticuleux	Corticole	Pin D'alep	K-
12	<i>Ramalina</i> <i>Fastigiata</i> ( <i>Pers</i> )	Lecanorales	<i>Ramalinacées</i>	Fruticuleux	Corticole	Pin D'alep	k-
13	<i>Xanthoria</i> <i>parientina</i> <i>Th.Fr</i>	Teloschistales	<i>Teloschistacées</i>	Foliacée	Corticole	Pistachée	K+ Rouge Pourpre
14	<i>Xanthoria</i> <i>polycarpa</i> ( <i>Hoffin</i> )	Teloschistales	<i>Teloschistacées</i>	Foliacé	Corticole	Pistachée	K+ roug epourpre

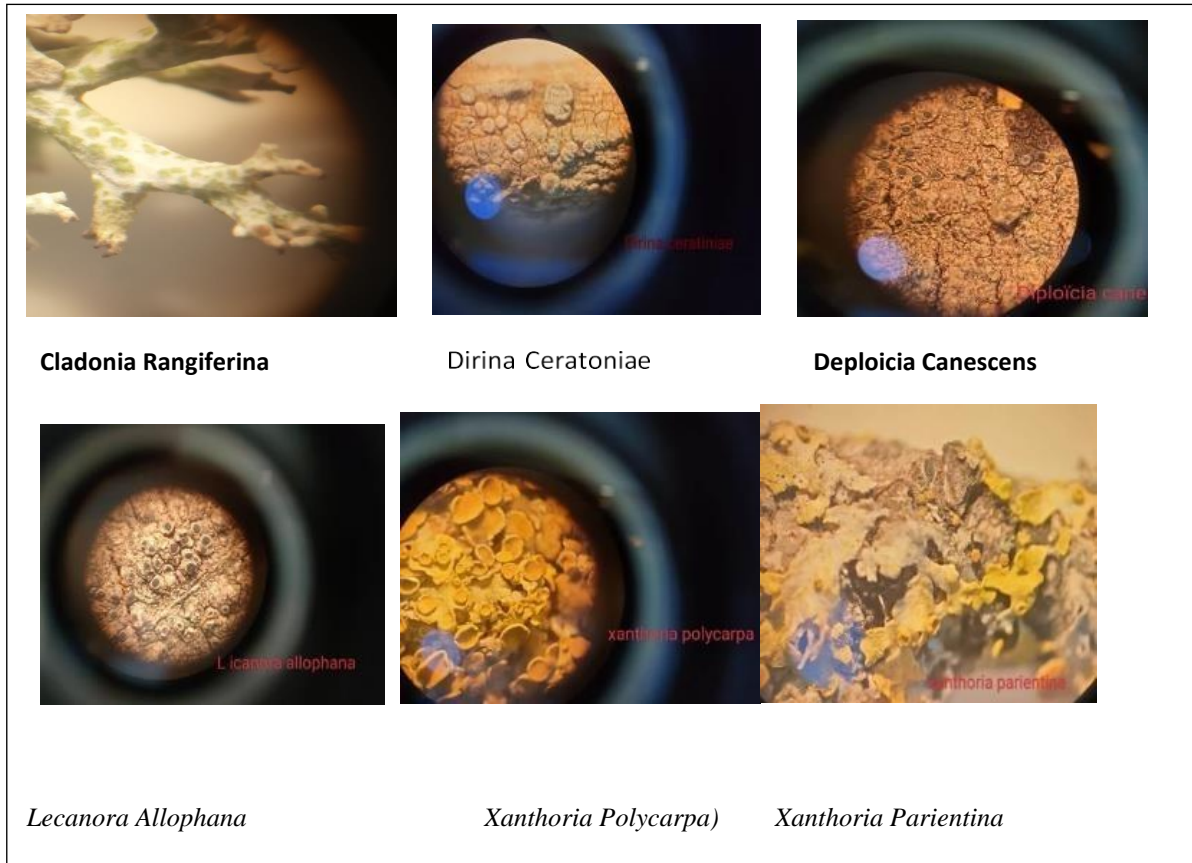


Figure 22 : les espèces prélever dans la région de Mostaganem

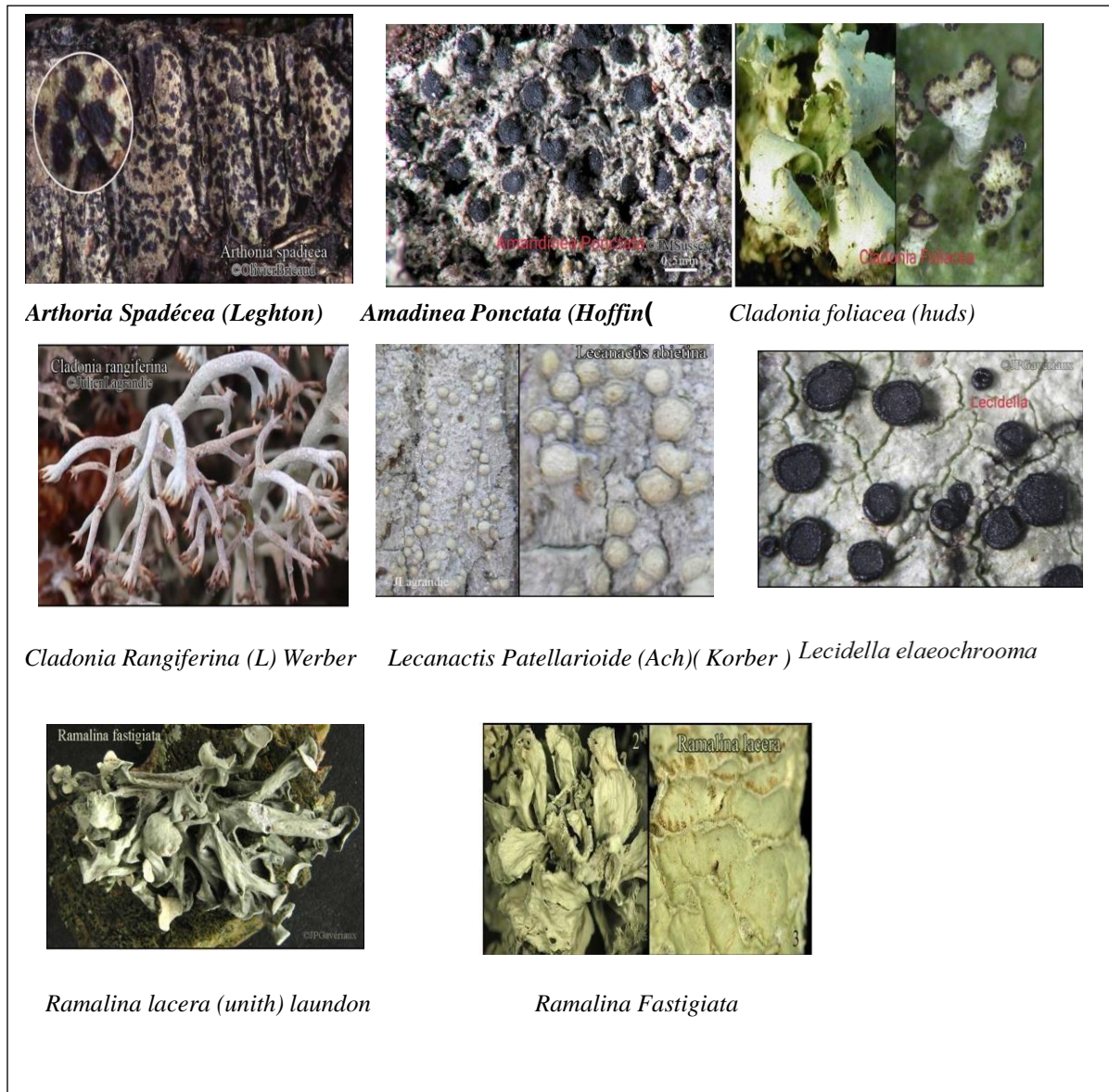


Figure 23 : Lichens prélevés dans la région de Mostaganem ( Photosde AFL/ 2017)

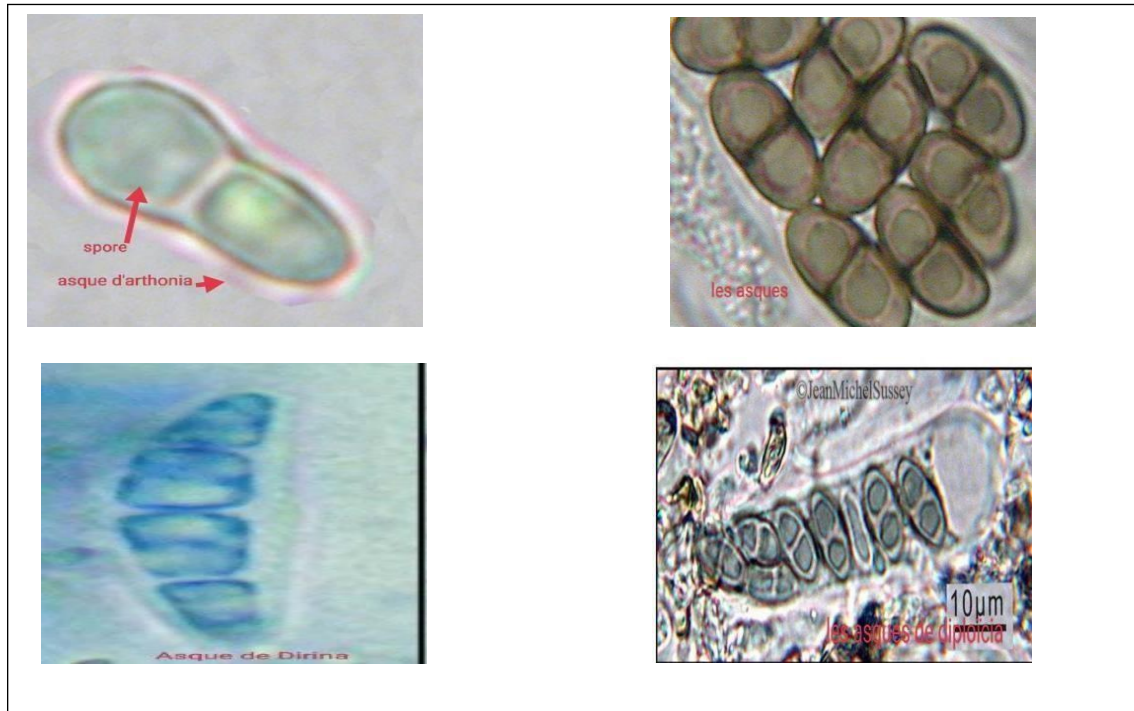


Figure 24 : Les différentes formes des asques



Figure 25 : Observation microscopique d'asque de Dirina grandissement \*40

## Chapitre 2 : Résultats et Discussion

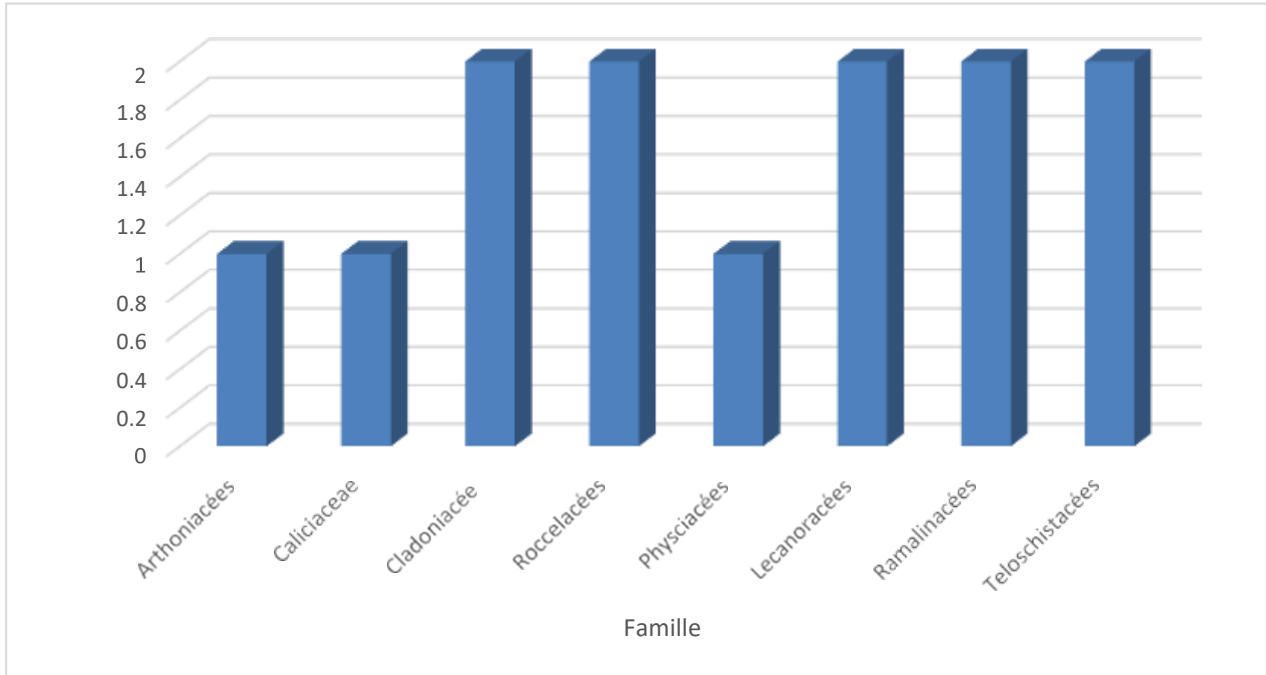


Figure 26 : Les familles des espèces lichéniques de la région de Mostaganem

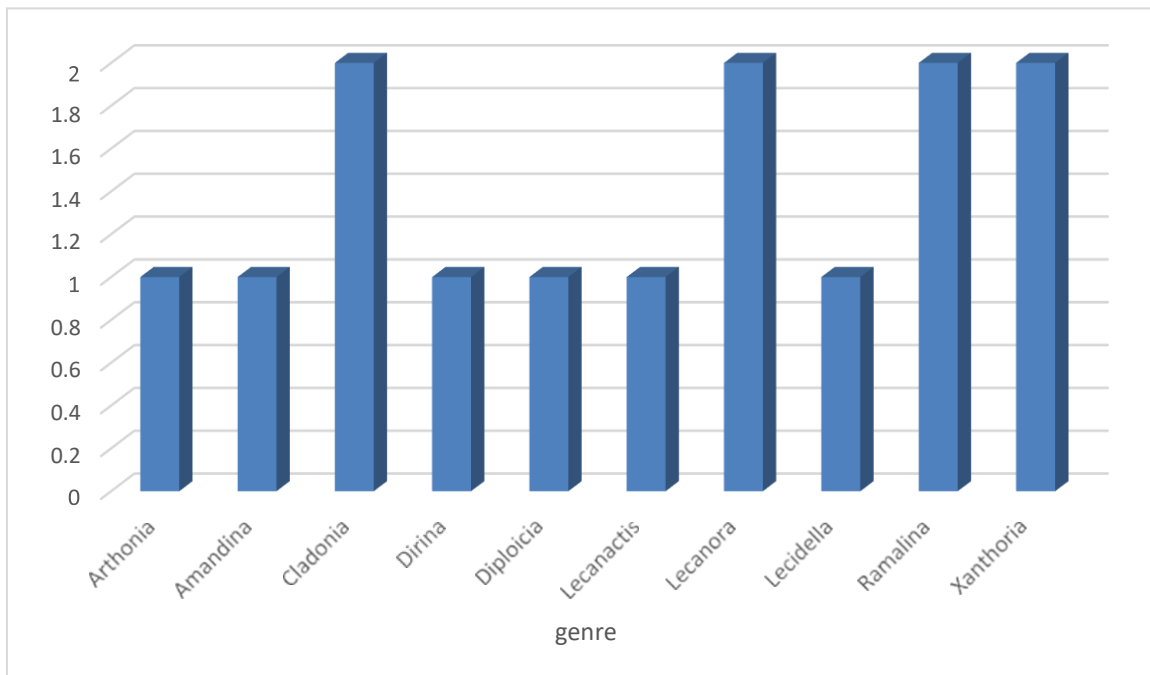


Figure.27 : Genre lichénique de la région de Mostaganem

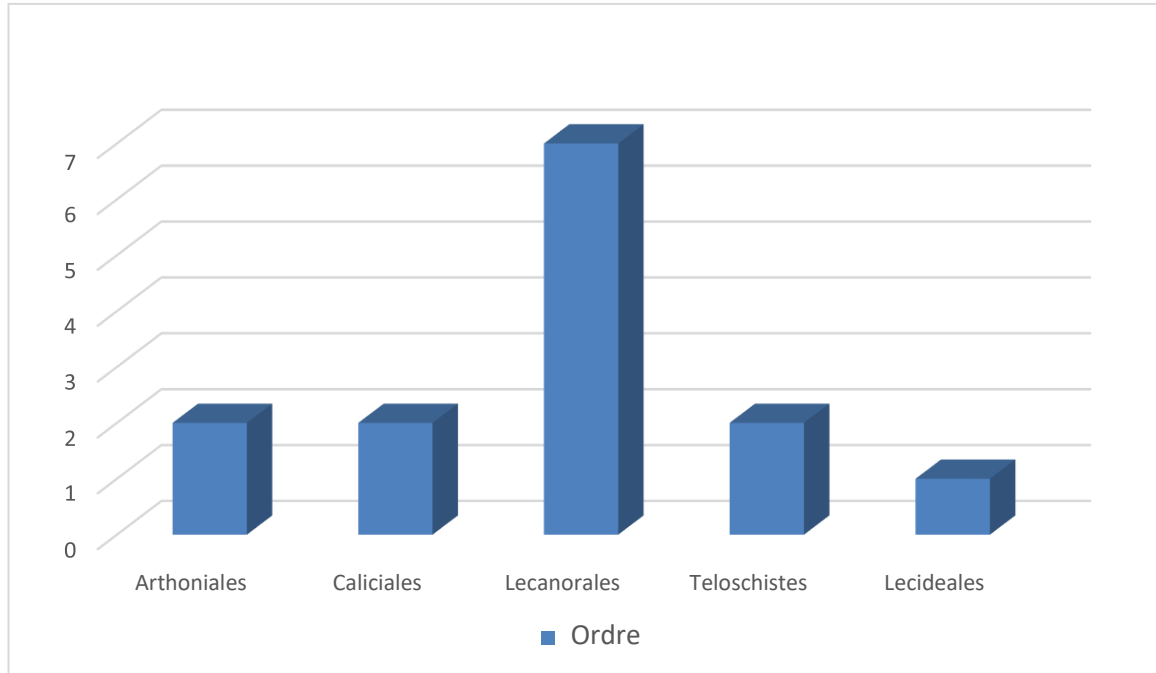


Figure 28 : L'ordre des lichens de la région de Mostaganem

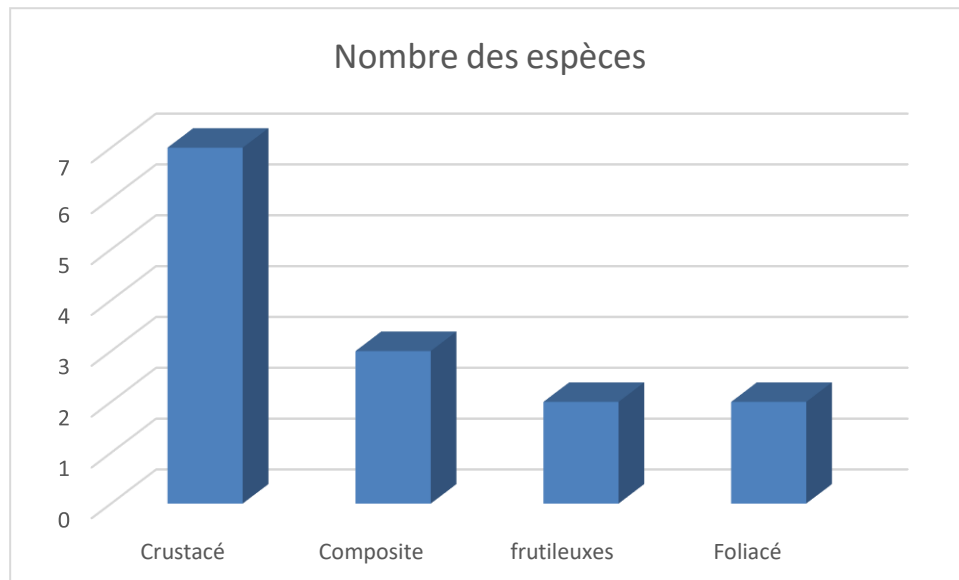


Figure 29 : Nombre d'espèces par type de thalle

## Chapitre 2 : Résultats et Discussion

---

Tableau 4 : Les moyennes de Mf/Ms du *Ramalina duriaei*= *Ramalina lacera* (Bendaykha 2018)

Mois /Sites	Moyenne
1	1.1775
2	1.075
3	1.1675
4	1.145
5	1.0875
6	1.1075
7	1.135
8	1.0825
9	1.6075
10	1.1
11	1.075
12	1.075
13	1.195

Tableau 5 : Le Mf/Ms *Xanthoria Parientina* (Bendaykha 2018)

Mois /Sites	Moyenne
1	1.156
2	1.156
3	1.156
4	1.156
5	1.156
6	1.154
7	1.162
8	1.161
9	1.163
10	1.172
11	1.181
12	1.189
13	1.211

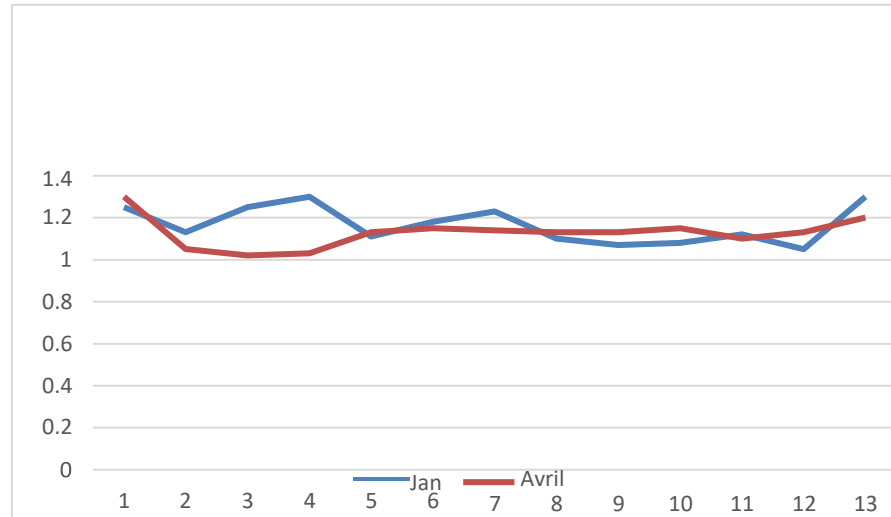


Figure 30 : comparaison de variations du rapport MF/MS entre les mois de janvier et Avril chez *Ramalina Lacera*

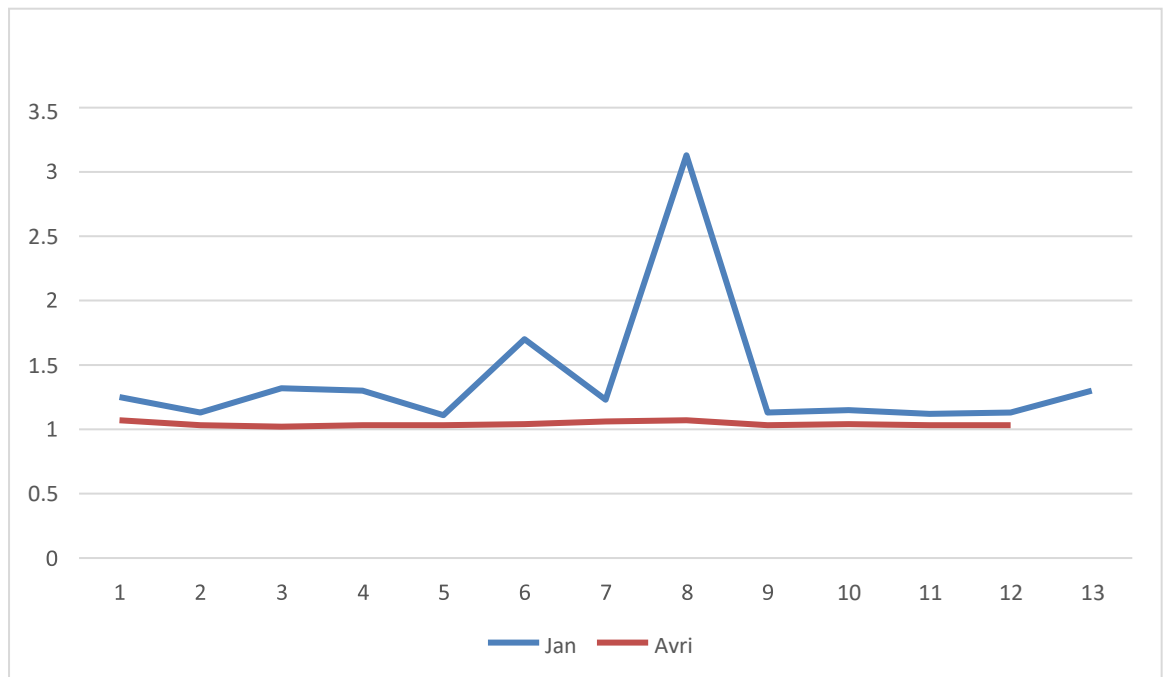


Figure 31 : Comparaison des variations de la moyenne du rapport MF/MS entre les mois de Janvier et Avril chez *Xanthoria parietina* .

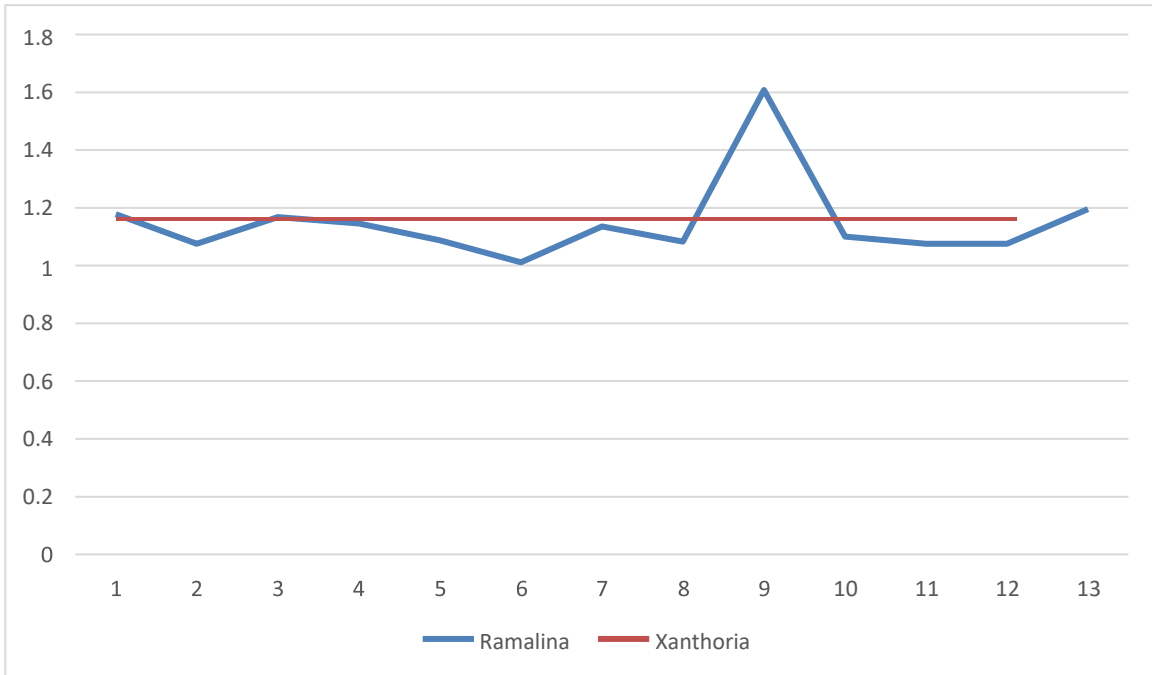


Figure 32 : comparaison des variations du rapport MF/MS entre les espèces *Xanthoria parienyna* et *Ramalina lacera*.

## Chapitre 2 : Résultats et Discussion

Tableau 6 : moyenne du plomb accumulée *Par Ramalina lacera*

//	Pb µg/g
<b>Témoin</b>	16
Site 1	272.75
2	256
3	365
4	173
5	175
6	154.5
7	150
8	116.5
9	65
10	169
11	183
12	249.5
13	135

Tableau 7 : moyenne du plomb accumulé par *Xanthoria parientina*

//	Pb µg/g
<b>Témoin</b>	30
Site 1	275.5
2	165
3	175
4	176.5
5	164.5
6	150
7	124.25
8	223.25
9	157.25
10	193
11	144
12	198.5
13	125.5

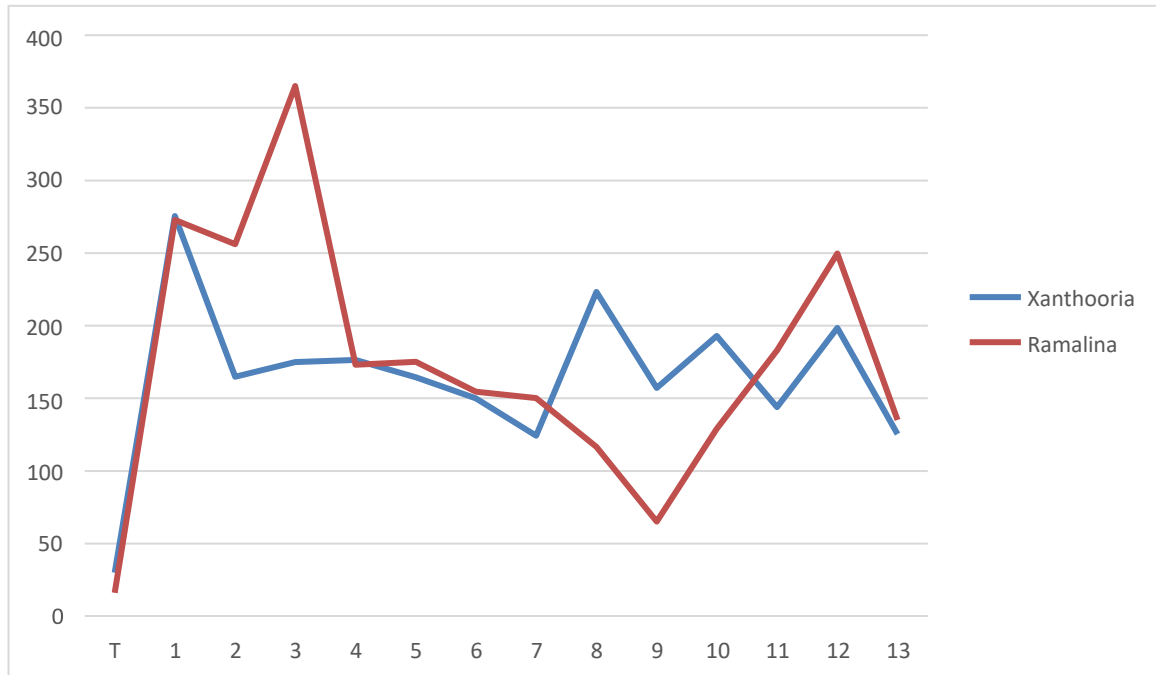


Figure 33 : Quantité moyenne du plomb accumulée par *Ramailna lacera* et *Xanthoria Parientina* au niveau des sites de transplantation

### 2. Discussion

L'accumulation du plomb varie suivant la nature de l'espèce lichénique, le temps d'exposition à la source de pollution, la distance par rapport à la source et enfin l'intensité de certains facteurs climatiques : vent, relative et pluviométrie (Loppi et Pirintsos, 2003).

Les facteurs externes sont liés aux variations de la dispersion du plomb dans l'atmosphère, et peuvent influencer localement l'accumulation du plomb par les lichens. C'est le cas notamment des facteurs climatiques tels que les précipitations, le vent et topographiques.

Les effets des précipitations sur l'accumulation du plomb chez les lichens sont controversés. Déruelle (1983) a trouvé que les fortes pluies lessivaient l'atmosphère et contaminent les thalles Brown (1976) puis Hopp et Tolz (1979) ont trouvé des taux faibles de plomb pendant la période hivernale. Par contre, Albrech (1989) n'a pas remarqué de corrélation entre l'accumulation mensuelle du plomb et les conditions climatiques.

L'accumulation temporelle du plomb par *Ramalina lacera* est très nette quel que soit le site, avec de fortes teneurs au niveau des sites 1, 2, 3, 12 suivis par les sites 11, 4, 5 et 7 et enfin les sites

13, 8, 6, 9, 10, qui présentent des valeurs plutôt faibles. L'accumulation temporelle du plomb par *Xanthoria parietina* est très nette quel que soit le site, avec de fortes teneurs au niveau des sites 1, 8, 12 suivis par les sites 3 et 6 et enfin les sites 2, 4, 5, 7, 10, 11 et 13 qui présentent des valeurs plutôt faibles. La teneur en plomb enregistrée chez *Ramalina lacera* in situ est comprise entre 20 et 540 µg/g Ceci est lié à un certain nombre de facteurs comme l'intensité du trafic routier. La teneur en plomb enregistrée chez *Xanthoria parietina* in situ est comprise entre 40 et 486 µg/g La comparaison de ces résultats avec ceux des chercheurs montre que les teneurs en plomb de *Xanthoria parietina* au niveau de la région d'Oran sont supérieures dans la plupart des cas à celles trouvées (13,7 et 82,3 µg/g) par Bargagli et al. (1985) au niveau de la zone industrielle de la ville de Rosignano Solvay en Italie. Elles sont aussi supérieures à celles enregistrées par Zanini et al. (1992) près d'une aciérie du même pays de 25 à 50 µg/g. Par contre, les valeurs rapportées par Bartok et al. (1992) au niveau d'une zone industrielle en Roumanie, valeurs qui varient entre 6,85 µg/g chez le témoin et 229 µg/g dans la zone polluée. L'analyse des résultats permet de constater que la teneur moyenne en plomb dans la région d'Oran est de 200 µg/g. Cette moyenne est inférieure à celle de la région d'Alger qui est estimée à 450 µg/g d'après les recherches de Rahali (2002, 2005) D'autres travaux sont également en accord avec nos résultats, comme ceux de Alioua (2001) dans l'agglomération de Skikda, qui confirment aussi la présence des taux élevés de plomb dans l'atmosphère et où la teneur en plomb au niveau des sites pollués dépasse souvent les 300 µg/g chez les transplants de

## ***Chapitre 2 : Résultats et Discussion***

---

*Ramalina farinacea*.

Des différences d'accumulation du plomb sont aussi visibles entre les espèces lichéniques. Seaward (1973) a montré que *Lecanora muralis* arrive à accumuler entre 285 µg/ get 3 124 µg/g à l'intérieur d'une agglomération de la Grande Bretagne, alors qu'en zone rurale, la teneur enregistrée ne dépasse pas les 132 µg/g.

### **Conclusion**

L'identification de 11 espèces de lichens épiphytes et 3 autres terricoles présents dans la région de Mostaganem. Selon les classifications nous avons pu collecter 10 genres de lichens ,8 familles, et 5ordres.

Les résultats que nous a donnés confirment bien les teneurs importantes en plomb accumulées par le transplant lichéniques *Xanthoria parietina*, *Ramalina Lacera*. Ses espèces qui s'avère être des excellents indicateurs biologiques de la pollution plombique en comparant avec les taux enregistrés dans différentes agglomérations dans le monde.

Nous pouvons conclure qu'il existe de faible à forte pollution plombique à l'intérieur de l'agglomération d'Oran. Celle-ci est maximale au niveau du rond-point de Bir El Djir (Pépinière Ben Ahmed) avec une quantité de plomb accumulée de 275.5 µg/g et minimale a niveau du site 7 c'est-à-dire à l'Institut des Langues d'El Othmania (Maraval) chez *Xanthoria parietina* .

# ***4 Conclusion Générale***

## Conclusion Générale

---

### **Conclusion Générale**

Le but de notre travail est de connaître tout d'abord la flore lichénique de région de Mostaganem d'observer sa répartition dans l'espace et d'estimer également la qualité de l'air de la ville d'Oran à partir des résultats des transplants lichéniques de Bendaykha (2017). En effet, nous avons réussi à identifier 14 espèces, 11 lichens corticoles et 3 autres terricoles dont 3 du genre *Cladonia* et 2 du genre *Xantoria*, 2 du genre *Ramalina*, une seule espèce appartenant à *Arthonia*, à *Amandinea*, à *Lecanactis* et à *Lecanora*.

L'inventaire et la distribution des 14 espèces de lichens présents dans la région de Mostaganem est une contribution importante qui s'ajoute aux travaux de nos prédécesseurs en Algérie et s'intègre à l'inventaire de notre pays et de toute la région méditerranéenne. Nous pouvons conclure qu'il existe de faible à forte pollution plombique à l'intérieur de l'agglomération d'Oran. Celle-ci est maximale au niveau du rond-point de Bir El Djin (Pépinière Ben Ahmed) avec une quantité de plomb accumulée de 275.5 µg/g et minimale à niveau du site 7 c'est-à-dire à l'Institut des Langues d'El Othmania (Maraval) chez *Xanthoria parvina*.

Chez *Ramalina lacera* celle-ci est maximale au niveau du Campus IGMO (Univ. Oran 1 Sénia) avec une quantité de plomb accumulée de 540 µg/g et minimale à niveau du site 8 c'est-à-dire Hai Oussama, Commissariat Centrale.

### **PERSPECTIVES**

Après avoir nos résultats et l'interprétation des résultats que nous a donnés, cette mémoire ouvre de nouvelles perspectives.

Nous souhaitons dans l'avenir:

Poursuivre l'inventaire de la flore lichénique de la région de Mostaganem .

Élargir la wilaya d'Oran et couvrir les wilayas limitrophes: Ain Témouchent, Sidi Bel Abbès, Mascara et Mostaganem.

Multiplier ce genre d'étude (Transplantation et Inventaire des lichens) sur d'autres types de lichens tels que les lichens saxicoles et terricoles.

Évaluer la qualité de l'air à partir d'autres lichens.

Étudier d'autres polluants atmosphériques tels que le SO<sub>2</sub>, Zn, Cd,...

***Références  
bibliographiques***

## Référence bibliographiques

### A

**AIME S., 1991.** « Étude écologique de la transition entre les bioclimats subhumide, semi-aride et aride dans l'étage thermo-méditerranéen du tell oranais (Algérie occidentale) ». Thèse Doct., Univ. Aix-Marseille III. 194 p.

Airparif, rapport d'activités **2012**. Accessible en ligne : [http://www.airparif.asso.fr/\\_pdf/publications/2012.pdf](http://www.airparif.asso.fr/_pdf/publications/2012.pdf), 153 p.

**AIT HAMMOU M., 2015** Analyse taxonomique et ecologique des lichens se la région de Tiaret .univ Tiaret .

**Amandine D 2015** Recherche de molécules antimicrobiennes d'origine lichénique . univ Limoges

**Aprile, G. G.; Catalano, I.; Migliozi, A.; Mingo, A.,** Monitoring epiphytic lichen biodiversity to detect environmental quality and air pollution: the case study of Roccamonfina Park (Campania Region - Italy). In *Air Pollution - New Developments*, Anca Maria Moldoveanu, Ed. **2011**, 227-244.

**Aubert, S.; Juge, C.; Boisson, A.-M.; Gout, E.; Bligny, R. *Planta* 2007, 226, 1287-1297.**

### B

**BENDAYKHA Y ., 2018** , Systématique et ecologie de lichens de la région d'Oran univ Oran .

### C

**CALVET R, BARRIUSO E, BEDOS C, BENOIT P, CHARNAY MP ET COQUET Y., 2005.** « Les pesticides dans le sol: conséquences agronomiques et environnementales ». Éditions France Agricole, Paris

**Cuny, D.; Van Haluwyn, C.; Caron, B.; Languereau, F. *Nova Hedwigia* 1997, 64 (1-2), 103-110.** Chatenet, P.; Botineau, M. *Cryptogamie Mycologie* **2001**, 22 (3), 225-237.

### D

**De Vera, J.-P. *Fungal Ecology* 2012, 5, 472-479.**

**Derbal M et Khedimi F 2022** , analyses bioclimatiques actualisées de la région de Mostaganem univ Mostaganem .

**DJEBAILI S., 1978.** « phytosociologique et phytoécologique sur la végétation des hautes plaines steppiques et de l'Atlas saharien ». Thèse, Doct. Univ. Montpellier, 229 p.

### E

**Elix, J. A., *Biochemistry and secondary metabolites*. In *Lichen biology*. Nash T. H., Ed. 1996. Cambridge University Press, Cambridge, pp 154-180.**

**Elix, J. A.; Bennett, S. A. *Australian Journal of Chemistry* 1990, 43, 1587-1590.**

## Référence bibliographiques

### F

Feurerer, T.; Hawksworth, D. L. *Biodiversity and Conservation* 2007, 16, 85-98.

### G

Gauslaa, Y. *Oecologia* 2005, 143, 94-105.

Gauslaa, Y.; McEvoy, M. *Basic and Applied Ecology* 2005, 6, 75-82.

Gombert, S.; Asta, J.; Seaward, M. R. D. *Ecological Indicators* 2006, 6, 429-443.

Gonzalez, A. G.; Rodriguez Perez, E. M.; Hernandez Padron, C. E.; Bermejo Barrera, J. *Zeitschrift für Naturforschung* 1992, 47 (7-8), 503-507.

González-Tejero, M. R.; Martínez-Lirola, M. J.; Casares-Porcel, M.; Molero-Mesa, J. *Economic Botany* 1995, 49 (1), 96-98.

Grube, M.; Berg, G. *Fungal Biology Reviews* 2009, 23 (3), 72-85.

Guschina, I. A.; Hardwood, J. L. *Phytochemistry* 2006, 67, 1731-1739.

### H

Häffner, E.; Lomský, B.; Hynek, V.; Hällgren J. E.; Batič, F.; Pfan, H. *Water, Air, and Soil Pollution* 2001, 131, 185-201. Thormann, M. N. *The Forestry Chronicle* 2006, 82 (3), 335-343.

HARIR F., ET HACHEMI A., 2020. « Etude de recouvrement du pin d'Alep relevant de la forêt de Cap Ivi(W.Mostaganem). » Ingéniorat, École Supérieure d'Agronomie Mostaganem.

Högnabba, F.; Stenroos, S.; Thell, A.; Mylly, L. *Bibliotheca Lichenologica* 2009, 99, 163-184.

[http://www2.ac-lille.fr/myconord/photos\\_afl/Photos\\_AFL\\_C.htm](http://www2.ac-lille.fr/myconord/photos_afl/Photos_AFL_C.htm)).

(Harir et Hachemi 2020), (Ahmed Khoudja et Bounouri 2020).

(Https : Hermes.16comhttps: venus.com16)

(https://sitesavisiter.com/s?as=mapa&n=sidi-lakhdar&i=2)

(https://www.aflichenologie.fr/Photos\_AFL/Photos)

(https://www.google.com/maps/search/Situation+géographique+de+la+wilaya+de+Mostaganem/@36.0070119,-0.248411,9z/data=!3m1!4b1?entry=ttu)

### J

Joulain, D.; Tabacchi, R. *Flavor and Fragrance Journal* 2009, 24, 49-61.

### K

Karagöz, A.; Doğruöz, N.; Zeybek, Z.; Aslan, A. *Journal of Medicinal Plants Research* 2009, 3 (12), 1034-1039.

## Référence bibliographiques

### L

**LAHOUEL N., 2014.** « Caractérisation édapho-floristique dans les écosystèmes forestiers dans la région du littoral Mostaganémois (Oranie-Algérie) ». Thèse de doctorat, Université Abou BekrBelkaid Tlemcen.

**Lewis, L. A.; McCourt, R. M. American Journal of Botany 2004, 91 (10), 1535-1556.** DIEU Amandine | Thèse de Doctorat Chimie des Substances Naturelles | Université de Limoges | 2015

**Leyte-Lugo, M.; Figueroa, M.; González, M. C.; Glenn, A. E.; González-Andrade, M.; Mata, R. Phytochemistry 2013, 96, 273-278.**

**LIMAIR, rapport d'activités 2012. Accessible en ligne :<http://www.limair.asso.fr/assets/files/publications-limair/2013/RA-2012.pdf>**

### M

**McLean, S.; Purvis, O. W.; Williamson, B. J.; Bailey, E. H. Nature 1998, 391, 649-650.**

**Mitrović, T.; Stamenković, S.; Cvetković, V.; Tosić, S.; Stanković, M.; Radojević, I.; Stefanović, O.; Čomić, L.; Đačić, D.; Ćurčić, M.; Marković, S. International Journal of Molecular Sciences 2011, 12, 5428-5448.**

**Murtagh, G. J.; Dyer, P. S.; Crittenden, P. D. Nature 2000, 404, 564-564.**

### N

**Nimis P, Castello M, Perroti M., 1990-** Lichens as bioindicators of sulfur dioxide pollution in la Spesia. Italy, Lichenologiste, p 333-344.

**Nybakken, L.; Helmersen, A.-M.; Gauslaa, Y.; Selås, V. Journal of Chemical Ecology 2010, 36, 298-304.**

**Nybakken, L.; Solhaug, K. A.; Bilger, W.; Gauslaa, Y. Oecologia 2004, 140, 211-216.**

**PPodterob, A. P. Pharmaceutical Chemistry Journal 2008, 42 (10), 582-588.**

**Purvis, O. W. Botanical Studies 2014, 55, 23-36.**

### R

**Richardson, D. H. S. Canadian Journal of Botany 2002, 80, 101-113.**

### S

**Saklani, A.; Upreti, D. K. Journal of Ethnopharmacology 1992, 37 (3), 229-33.**

**Sancho, L. G.; Green, T. G. A.; Pintado, A. Flora 2007, 202, 667-673.**

**Sancho, L. G.; Pintado, A. Polar Biology 2004, 27, 312-319.**

**Seaward, M. R. D. International Biodeterioration & Biodegradation 1997, 40 (2-4), 269-273.**

**Sekkal F img 2022**

**Shukla, V.; Pant Joshi, G.; Rawat, M. S. M. Phytochemistry Reviews 2010, 9, 303-314.**

**Shukla, V.; Pant Joshi, G.; Rawat, M. S. M. Phytochemistry Reviews 2010, 9, 303-314.**

## **Référence bibliographiques**

**Sloover (1970) Pyattet (1970) Kofler et all (1972)**

**Stenroos, S.; Stocker-Wörgötter, E.; Yoshimura, I.; Myllys, L.; Thell, A.; Hyvönen, J. Canadian Journal of Botany 2003, 81, 237-242.**

### **V**

**Van Haluwyn, C. Annales Pharmaceutiques Françaises 1999, 57, 448-454.**

**Van Haluwyn, C.; Asta, J.; Gavériaux J.-P., Guide des lichens de France : lichens des arbres. 2009, Belin (Ed.) 231 p.**

**Van Haluwyn, C.; Lerond, M., Guide des lichens 1993. Lechevalier (Ed.) 376 p.**

**Van Haluwyn, C.; Lerond, M., Guide des lichens 1993. Lechevalier (Ed.) 376 p.**

### **Y**

**Yuan, X.; Xiao, S.; Taylor, T. N. Science 2005, 308, 1017-1020.**

*Annex*

***Annexes***

## Annex

Tableau 1.les espèces lichénique dans la région de Mostaganem

*	Nom	Ordre	Famille	Thalle	Substrat	Phorophyte	Chimie
1	<i>Arthonia</i> <i>Spadécea</i> ( <i>Leghton</i> )	Arthoniales	<i>Arthoniacées</i>	Crustacé	Corticole	Genévrier	K+ Pourpre
2	<i>Amadinea</i> <i>Ponctata</i> ( <i>Hoffin</i> )	Caliciales	<i>Caliciaccaes</i>	Crustacé Granuleux	Corticole	Pistachée	K-
3	<i>Cladonia foliacea</i> ( <i>huds</i> )	Lecanorales	<i>Caliciaccaes</i>	Complexes	Terricole	Sur sol	K-
4	<i>Cladonia</i> <i>Rangiferina</i> ( <i>L</i> ) <i>Werber</i>	Lecanorales	<i>Caliciaccaes</i>	Complexes	Terricole	Sur sol	K+ jaune
5	<i>Cladonia</i> <i>Rangiformis</i> ( <i>hoffm</i> )	Lecanorales	<i>Caliciaccaes</i>	Complexes	Terricole	Sur solo	K+ jaune
6	<i>Dirina</i> <i>Ceratoniae</i> ( <i>Stenham</i> )	Arthoniales	<i>Roccelacées</i>	Crustacé	Corticole	Genévrier	K-
7	<i>Deploicia</i> <i>Canescens</i> ( <i>Dcks</i> )	Caliciales	<i>Physciaccaes</i>	Crustacée	Corticole	Genévrier	K+ jaune
8	<i>Lecanactis</i> <i>Patellarioide</i> ( <i>Ach</i> ) <i>Korber</i>	Lecanorales	<i>Roccelacées</i>	Crustacée	Corticole	Genévrier	K+ rouge
9	<i>Lecanora</i> <i>Allophana</i>	Lecanorales	<i>Lecanoraceae</i>	Crustacée	Corticole	Genévrier	K+
10	<i>Lecidella</i> <i>elaeochrooma</i>	Lecideales	<i>Lycanoracées</i>	Crustacée	Corticole	Pin D'alep	K+ jaune
11	<i>Ramalina lacera</i> ( <i>unith</i> ) <i>laundon</i>	Lecanorales	<i>Ramalinacées</i>	Fruticuleux	Corticole	Pin D'alep	<b>K-</b>
12	<i>Ramalina</i> <i>Fastigiata</i>	Lecanorales	<i>Ramalinacées</i>	Fruticuleux	Corticole	Pin D'alep	k-
13	<i>Xanthoria</i> <i>parientina</i> <i>Th.Fr</i>	Teloschistales	<i>Teloschistacées</i>	Foliacée	Corticole	Pistachée	K+ Rouge Pourpre
14	<i>Xanthoria</i> <i>polycarpa</i> ( <i>Hoffin</i> )	Teloschistales	<i>Teloschistacées</i>	Foliacé	Corticole	Pistachée	K+ roug epourpre

## Annex

Tableau 2 : Les moyennes de Mf/Ms du *Ramalina duriaei*= *Ramalina lacera* (Bendaykha 2018)

Mois /Sites	Moyenne
1	1.1775
2	1.075
3	1.1675
4	1.145
5	1.0875
6	1.1075
7	1.135
8	1.0825
9	1.6075
10	1.1
11	1.075
12	1.075
13	1.195

Tableau 3 : Le Mf/Ms *Xanthoria Parientina* (Bendaykha 2018)

Mois /Sites	Moyenne
1	1.156
2	1.156
3	1.156
4	1.156
5	1.156
6	1.154
7	1.162
8	1.161
9	1.163
10	1.172
11	1.181
12	1.189
13	1.211

## Annex

Tableau 4 : moyenne du plomb accumulée *Par Ramalina lacera*

//	Pb µg/g
<b>Témoin</b>	16
Site 1	272.75
2	256
3	365
4	173
5	175
6	154.5
7	150
8	116.5
9	65
10	169
11	183
12	249.5
13	135

Tableau 5: moyenne du plomb accumulé par *Xanthoriaparientina*

//	Pb µg/g
<b>Témoin</b>	30
Site 1	275.5
2	165
3	175
4	176.5
5	164.5
6	150
7	124.25
8	223.25
9	157.25
10	193
11	144
12	198.5
13	125.5

## *ANNEXES*