REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE
ET DE LA RECHECHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE DE MEDEA
FACULTE DES SCIENCES



Mémoire Présenté pour obtenir le diplôme de Master En Biologie
Spécialité : Ecologie
Thème :

Contribution à la bio surveillance sur SIG de qualité de l'air De la partie Sud de la ville de Médéa par l'indice de Qualité De l'air (IQA)

Présenté par :

- **BENSALAH Nassima**
- **BOULEFAA Ismail houssem**

Promoteur :

GHANNAM KAMEL

LICIR Mourad	**MAA**	**Université de Médéa**	**Examinateur 1**
CHAOUATI Karima	**MAA**	**Université de Médéa**	**Examinateur 2**

Année Universitaire 2020-2021

Remerciement

Au terme de ce modeste travail, nous tenons à remercier le Bon Dieu de nous avoir donné courage, volonté et surtout santé pour réaliser ce travail. Avant d'entamer la présentation de notre travail, il nous est particulièrement agréable d'adresser nos vifs remerciements et d'exprime notre très grande reconnaissance à notre promoteur Mr ghannem kamel ,Pour son aide précieuse, et pour tout le temps qu'il acon sacrée et surtout pour l'intérêt particulier .Nos remerciements vont aussi vers les membres de jury Mr licir mourad d'avoir accepté de juger notre travail. et Mme chaouti d'avoir accepté d'examine rnotre travail . et aussi mr hassani et(la conservation des forets) et toutes les personnes ayant contribué de prés ou de loin à la réalisation de ce mémoire trouvent ici notre sincère gratitude

BENSALAH NASSIMA

Après des langues années d'étude laborieuses je finalise enfin mon travail .A cet effet je le dédie à tous ceux qui m'ont soutenu et aidé. A mon très cher ***papa*** *qui n'a ménagé aucun effort pour répondre à mes questions et me venir en aide à chaque fois que je lui demandais conseil .A ma très chère* ***Mama*** *qui m'encourageait sans relâche. A ma sœurs* ***Souhila*** *et mes chères frères* ***Allaeddine*** ***et*** ***Ishak Abd Elwahab*****.**

A la famille Bensalah et la famille Noual.

A mes oncles : Ahmed Cherif, Al Aid, Djamel, Noureddine, Abdallah, Zadjouli, Mohamed, Kamel, Karim, Lakhdar, Belkacem.

A mes tantes : Fadila , Zayneb, Fatiha, Yamina ,Rokaya, et spécialement Zohra Bensalah.

A la mémoire mes grands parents Ahmed, Aissa, Fatma, Hadda

Je le dédie spécialement : Safia, Naima, Meriem, Mbarka Khayra, Fathia

A Mes petits princesses Maroua, Samia, chourouk,Sirine ,Youcef, Bachira, Feriel, Ibtihal, Amira,Hadjer et mes petites princes Abd Elnour, Achraf, Rafik, Mohamed, Ahmed, ABD El Illah , Abd Erahim

Je dédie tout mes amies proche spécialement : Safaa, Malika, Siham Habib,khadija.

Dédicace

Une spéciale dédicace

mes très chers parents, au quel je dois tant et à qui je ne rendrais jamais assez. .A mes petits frères: younes , tarek,ines ,rayhana, A mes autres parents, ma grand-mère, que Dieu la préserve, et mon grand-père, que Dieu ait pitié de lui, et le place au paradis, je vous remercie beaucoup pour votre soutien, à ma grand-mère Fatiha et mon grand-père bin aissa, Dieu protège-ils A toute la famille de mon père et la famille de ma mère, merci et respect à vous , une dédicace spéciale à ma binome bensaleh nassima et notre promoteur ghannem K pour ce travail et le succès que nous avons obtenu

a mes chères familles

Je dédie aussi leurs familles Boulefaa et boussahoua

a mes chers amis et collègues

tous mes amis qui m'ont aidé et motivé , surtout mes camarades de classe

et merci a tous ceux qui m'ont soutenu et encouragé

Résumé

La pollution atmosphérique est un problème primordial, dans tous les pays qui produisent des agents polluants dans l'atmosphère .Au but de protéger leur environnement étudié, pour la comparaison de la pollution atmosphérique. Il est plus facile d'utiliser des bio-indicateurs lichénique dans la bio surveillance de la qualité de l'air. Les lichens représentent l'association d'une algue avec un champignon. On les retrouve sur les troncs des arbres, les bâtiments des zones agricoles et dans les toitures des vieilles maisons .Les lichens trouvent leurs nutrition par l'absorption des substances solvées dans l'eau de l'atmosphère où nous avons mené notre étude sur deux zones différentes de la ville de Médéa. Premièrement la zone de Tebhirine, qui est une zone boisée et la deuxième zone au sud de la ville de Médéa où nous avons remarqué la diversité lichenique dans la première zone contrairement à celle du sud de la ville. Et après l'application de l'indice de la qualité de l'air IQA dans les 9 zones sur lesquelles nous avons mené le test, nous avons conclu que la qualité de l'air au sud de Médéa est polluée en raison du grand nombre de routes, bâtiments, certaines usines comme Saidal.

Les mots clés :

La pollution atmosphérique - bio indicateur -bio surveillance - la diversité lichenique-indice de la qualité de l'air IQA

الملخص

يعتبر تلوث الغلاف الجوي مشكلة أساسية في جميع الدول التي تنتج ملوثات في الغلاف الجوي وذلك بهدف حماية محيطها مراقبة bio ودراستها بطرق مدروسة لمقارنة تلوث الغلاف الجوي ومن الأسهل استخدامها.مؤشر الحزاز الحيوي في جودة المنطقة. تمثل الأشنات ارتباط الطحالب بالفطر. توجد في جذوع الأشجار والمباني في المناطق الزراعية وعلى أسطح المنازل القديمة ، وتتغذى الأشنات من خلال امتصاص المذيبات في الماء من الغلاف الجوي. حيث أجرينا دراستنا على منطقتين مختلفتين من مدينة المدية في منطقة تبحيرين وهي منطقة غابات والمنطقة الثانية جنوب مدينة المدية حيث 9في IQA على عكس جنوب المدينة . وبعد تطبيق مؤشر جودة الهواء1لاحظنا عدة أنواع من الأشنات في المنطقة مناطق أجرينا عليها الاختبار ، خلصنا إلى أن جودة الهواء جنوب المدية ملوثة بسبب كثرة الطرق والمباني وبعض المصانع مثل صيدال

الكلمات المفتاحية:

تلوث الغلاف الجوي- المؤشر الحيوي- المراقبة الحيوية لجودة المنطقة- التنوع الاشنً- مؤشر جودة الهواء

Abstract

Air pollution is a major problem in all countries which produce pollutants in the atmosphere. With the aim of protecting their environment, and studied in a way studied for the comparison of air pollution. It is easier to use a lichen bio-indicator in air quality biomonitoring. Lichens represent the association of an alga with a fungus. They are found on tree trunks, buildings in agricultural areas and on the roofs of old houses. Lichens find their nutrition through the absorption of solvents in water from the atmosphere. Where we carried out our study on two different zones of the city of Médéa, in the Tibherine zone which is a wooded zone and the second zone to the south of the city of Médéa, where we noticed the diversity of lichens in zone 1 unlike the south of town. And after applying the IQA air quality index in the 9 areas on which we conducted the test, we concluded that the air quality south of Médéa is polluted due to the large number of roads, of buildings and some factories like saidal

Key words:

Air pollution - bioindicator - biosurvey – AQI Air Quality Lichen Diversity Index

Glossaire

Acidiphile : qualifie une espèce ne se développant que dans unmilieu acide (qui préfère des supports acides).

Anthropique: lié à l'activité humaine.

Apothécie: bouton ou coupe arrondie sur le lichen, qui contient les spores nécessaires àla reproduction sexuée

Ascomycète : Champignon caractérisé par des spores formées à l'intérieur d'asques (cellules reproductrices)

Basidiomycète : Champignon caractérisé par des spores formées à l'extrémité de cellules spécialisées, les basides

Bioaccumulateur: organisme vivant capable d'absorber et de concentrer une substance depuis son environnement

Bio-indication : organisme, ou ensemble d'organismes qui référence à des variables biochimiques ,cytologiques, physiologiques, éthologiques ou écologiques permet de façon pratique et sûre de caractériser l'état d'un écosystème et de mettre en évidence aussi précocement que possible les modifications naturelles ou provoquées.

Cils: poils prolongeant les «branches» du lichen. Prolongements des hyphes se trouvant sur la face supérieure du lichen.

Contaminant: agent chimique, physique ou biologique indésirable.

Corticole: qualifie une espèce se développant sur les écorces des arbres

Ecosystème : unité écologique fonctionnelle constituée par un ensemble d'organismes vivants biocénose) exploitant un milieu déterminé (biotope)

Epiphyte: qualifie une espèce végétale se développant sur un autre végétal, sans contact avec le sol

Mycobionte : partenaire fongique du lichen.

Neutrophile : qui pousse sur un milieu moyennement enrichi en substances nutritives dont le pH est neutre

Nitrophile : qualifie une espèce qui pousse sur un milieu enrichi en substances nutritives dont le pH est plutôt basique (qui recherche des apports azotés)

Périthèces : enveloppes des asques de certains champignons ascomycètes.

Phorophyte : arbre, substrat des lichens épiphytes**.**

Photobionte : partenaire algal du lichen.

Polluant: agent chimique, physique ou biologique indésirable provoquant une perturbation du milieu**.**

polluent sensible :qualifie une espèce sensible à la pollution de son milieu

polluotolérant qualifie une espèce tolérante à la pollution de son milieu.

Reviviscence: reviviscence capacité après réhydratation à reprendre une activité biologique après une période plus ou moins longue de dessiccation.

Rhizines: minuscules filaments situés sur la face inférieure du lichen lui permettant de s'ancrer à l arbre.

Soralies: amas globuleux constitués de plein de petits granules. Elles permettent la reproduction asexuée. Elles ont parfois une couleur différente de celle du lichen.On distinguera les soralies marginales et les soralies faciales. Les unes se trouveront aux extrémités des «branches»(lobes), les autres sur toute la face du lichen.

Spores : structures de multiplication végétative ou de reproduction, émergé ou presque, mais régulièrement humecté par les embruns ou brièvement recouvert lors des marées de viveseaux.

(Maizi , 2013)

Les abréviations

IQA : l'indice de la qualité de l'air

Q : l'indice écologique

P (mm) : Précipitations

T(C°) : Température

NO : oxyde Nitrique

SIG : système international Géographique

Plan de travail

introduction

Chapitre I: Généralité

1-1-définition des lichens…….4

1-2-partenaires de lichen et leur rôle ……..….5

1-2-1- Le partenaire fongique (le mycobionte)……...….5

1 -2-2-Le partenaire chlorophyllien (le photobionte) ……5

1-2-3-Le cyanosymbiote : la cyanophycée ……..…...5

1-3 -Morphologie et anatomie des lichens …… ……...6

1-3-1-Différentes morphologies du thalle …… …….6

1-3-2-Anatomie du thalle ……8

1-3-3 Organes permettant l'identification d'un thalle …….11

1-4-Reproduction des lichens ……13

1-4-1-Reproduction asexuée (végétative) ……..13

1-4-2-Reproduction sexué ……...14

1-5-La physiologie des lichens ……16

1-6- Biochimie des lichens ……...17

1-7- Ecologie des lichens ……..17

1-8-L'usage des lichens ……19

1-8-1- Lichens en thérapeutique ……19

1-8-2- Lichens et nourriture ……20

1-8-3- Lichens et l'industrie ……20

1-8-4- INDICATEURS DE CONDITIONS DE MILIEU ……21

Chapitre 2 :les lichens et la pollution atmosphérique

2- Pollution Atmosphérique …….....23

2-1- Définition de pollution atmosphérique ……23

2-2- Les sources et types de la pollution de l'air ……..23

2-3- Classification des polluants selon leur nature …….....24

2-4- les effets de la pollution de l'air ……..…….26

2-5- La biosurveillance de la qualité de l'air ……27

2-6-Comparaison entre les lichens et les végétaux ……30

2-7- Méthode de bioindication …….....31

Chapitre 3 : matériels et méthodes

3-1-Situation géographique ……...32

3-2-Caractéristique de la zone d'étude ……32

3-2-1-Le relief ……33

3-3-L'étude climatique de Médéa ……35

3-3-1-le climat ……..35

3-3-2 le précipitation ……...35

3-3-3- la température …….36

3-4- choix des zones d'étude …….39

3-5 choix des méthodes …… 39

3-6- étape de l'application de méthodes ……. 40

3-7-L'utilisation des SIG pour la cartographie de la qualité de l'air de la partie sud de la ville de Médéa ……46

Chapitre 04 :résultats et discussions

4 Les espèces retrouvées ……48

4-1- identification des espèces …….48

4-2- les photos des espèces …… ..49

4-3- classification des espèces en fonction des thalles ……51

4-4-.La présence des espèces sur différents arbres…… …52

4-5- L'indce de la qualitée de l'air …… ……..53

4-6-Représentation des stations sur la carte de la ville de Médéa en fonction des l'IQA …….....54

4-7- Comparaison la biodiversité des lichens ……...55

4-8-L'identification des espèces dans le station zest de Tibhirine …….59

4-9- comparaison des résultats obtenus ……64

4-10-Interprétation de la distribution de l'IQA …….....65

5 Conclusion générale

Conclusion ……69

Référence ……70

Liste de figure

Figure N°1 : Coupe verticale à travers le corps d'un lichen…….. . 4
Figure N°2 : Echanges nutritionnels entre les partenaires…… ….6
Figure N°3 : Les différentes morphologies des thalles…… ……..8
Figure N°4 : structure homéomère de *collema tenax* …… …… *9*
Figure N°5 : Structure hétéromére stratifiée de *Lobaria pulmonaria*…… ……*10*
Figue N°6 : Structure hétéromère radiée : coupe transversale du thalle. …… …10
Figure N°7 : Les organes de l'identification des thalles des lichens…….12
Figure N°8 : Coupe transversale d'une isidie de *Peltigera*……*13*
Figure N°9 : coupe transversale d'une soralie de *Lobaria scrobiculatal*……*14*
Figure N°10 : Reproduction sexuée (champignon seul)……15
Figure N°11 : Section d'une apothécie……..15
Figure N°12 : Périthéce d'*Arthopyrenia alba*……*15*
Figure N°13 : la situation communale de la station**…….**…….32
Figure N°14 :photo représente le tell Le tell montagneux ……33
Figure N°15 : photo représente le tell collinien **……33**
Figure N° 16 : photo représente les plaines du tell **…… …….34**
Figure N°17: photo représente le piémont méridional du tell **…….……..34**
Figure N°18 : Histogrammes des moyennes mensuelles des précipitations en mm de willaya de Médéa (2000-2020)…….35
Figure N°19 : Températures moyennes mensuelles dela willaya de Médéa (2000-2020)…..36
Figure N°20: Digramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen (1983-2008)…….37
Figure N°21: climagramme d'EMBERGERde la willaya de Médéa (2000-2020)…….38
Figure N°22:la grille fixée sur le tronc d'un arbre au noud de la ville de Médéa... 39
Figure N°23: le Matériel de récolte utilisé sur le terrain ……41
Figure N°24: le matériel utilisé pour l'Identification des lichens……44
Figure N°25 : Echelle d'évaluation de la pollution de l'air pour l'Europe tempérée (Kirschbaum et Wirth, 1997)…….45

Figure N°26 : Les espèces identifier ……50

Figure N°27 : graphe des espèces d'arbres……..53

Figure 28 : zonage de partie sud de ville du Médéa en fonction des valeurs d'IQA……..58

Figure N°29 : Les espèces identifier dans la station de zest Tibhirine……62

Liste de tableaux

Tableau 1 : Nature et origine des principaux groupes de substances polluantes de L'atmosphère……4

Tableau 2 : Nature et origine des principaux groupes de substances polluantes de L'atmosphère …….25

Tableau 3: Comparaison entre les lichens et les végétaux…….30

Tableau N°04 : le différent test chimique effectue pour la reconnaissance de Taxons……48

Tableau N°05 :espèces de lichens échantillonnées au sud de la ville de Médéa en fonction du thalle ……..51

Tableau N°06 : les espèces des arbres……52

TableauN°07 :les valeur de l'IQA calculées……**...**53

Tableau N°08 : Classification des stations selon l'échelle

Kirschbaum et Wirth (1997)…….54

Tableau N°09: le différent test chimique effectue pour la reconnaissance de Taxons …59

Introduction

Introduction

Les phénomènes de pollutions atmosphériques ont pris une importance croissante dans le monde, produisant de nouvelles problématiques, principalement environnementales puis sanitaires, à l'échelle régionale et plantaire.

Le développement économique associé souvent à la création de nouvelles unités industrielles les plus complexes et les moyens de transports qui augmentent de plus en plus portent préjudice à l'environnement. Des quantités croissantes de gaz toxiques (NO2, CO2, SO2 etc.) et des particules potentiellement nuisibles (aérosols) pour les êtres vivants y compris l'homme sont émises dans l'atmosphère.

L'estimation et la quantification de cette pollution peut être réalisée à partir des végétaux inférieurs ou supérieurs tels que les mousses et les lichens.

Les lichens sont plus utilisés, et on fait de plusieurs travaille études (GHENNAM, 2011,2017).

Dans ce mémoire nous étudions la qualité de l'air par l'utilisation des lichens au niveau de la ville de Médéa par l'application de l'indice de la qualité de l'air (IQA)

Dans le cadre de ce mémoire de master, nous avons réalisé une étude de la qualité de l'air par l'utilisation des lichens sur la partie sud de la ville de Médéa, et une autre partie nord qui étudies au même temps par un autre binôme.

Dans la premier chapitre on présent une généralités sur les liches et leurs rôle

Dans le deuxième chapitre on présente la biosurveillance de la qualité de l'air par les lichens

Le troisième chapitre qui contient la partie matériel et méthodes qui présente la zone d'étude, les différents matériels qui est utilise, et la méthode utilisé dans leurs recherche

Les résultats et discussion constituent le quatrième chapitre et une conclusion à la fin de cette mémoire.

Chapitre: 01

Généralité

1-1 définition des lichens :

Les lichens sont des organismes pionniers colonisant tous les milieux terrestres, où ils Recherchent des supports stables (roches, écorces, sol nu…). Ils participent à la formation Progressive d'un sol et à l'installation des végétaux

Le mot « lichen » est un terme d'origine grecque, il désignait les plantes croissantes sur les troncs d'arbres auxquels on attribuait des vertus médicales à l'époque **(**Ozenda et Clauzade , 1970)

C'est jusqu'à 1867 que schwendeur découvrit la véritable nature de lichen .En effet, les lichens sont issus d'une symbiose entre un champignon appelé mycobionte ou mycosymbiose, en majorité un ascomycète, et une algue verte ou une cyanobactérie. Appelée photobiont ou photosymbiote (Agnan, 2013)

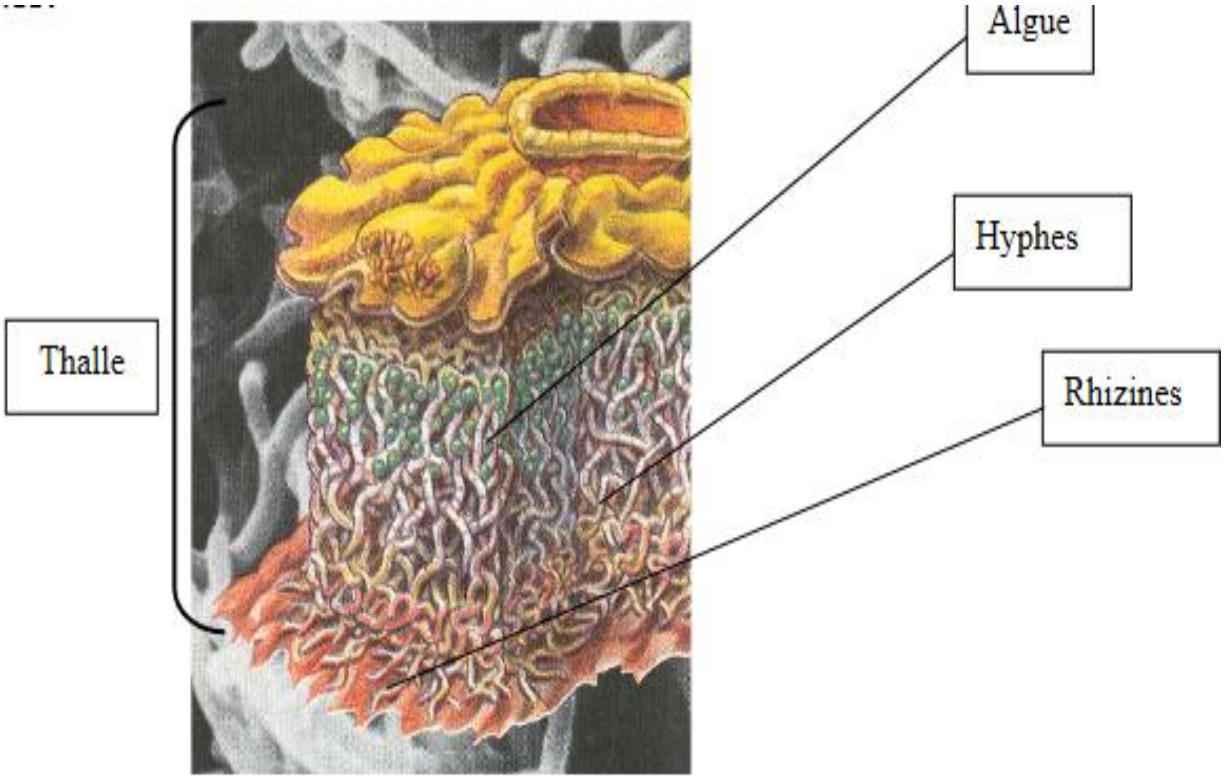


Figure N°1 : Coupe verticale à travers le corps d'un lichen (illustration de V. Ahmadijian et J.B. Jacobs, in Anonyme, 1998) in les lichens et la qualité d'air. UCL . sciencenifus 2003-2004

1-2 Partenaires de lichens et leur rôle :

Les lichens sont généralement formés de deux partenaires aux relations symbiotique étroites: l'un hétérotrophe, un champignon, est le mycobionte, l'autre photoautotrophe est le photobionte qui peut être une algue (phycobionte) ou une cyanophycée (cyanobionte), ou les deux à la fois (NULTSCH, W, 1998)

1-2-1- Le partenaire fongique (le mycobionte) :

Le champignon est appelé mycobionte (« myco » = champignon, « binote » = être vivant). Le mycobionte permet la fixation au substrat, joue un rôle de protection et apporte aussi l'eau et les sels minéraux et d'autres vitamines (notamment C) qu'il capte dans le substrat. Les substances lichéniques sont responsables de la coloration des lichens et ont des multiples applications en teinturerie et parfumerie (Sylvain.BELLENFANT et al, 2010)

1 -2-2-Le partenaire chlorophyllien (le photobionte) :

L'algue est appelée phytobionte (« phyto » = végétal). Le phytobionte réalise la photosynthèse par des pigments assimilateurs et apporte sucres et vitamines (vitamine B) au mycobionte. La photosynthèse assimile le dioxyde de carbone (CO2) atmosphérique (Sylvain.BELLENFANT et al, 2010)

1-2-3-Le cyanosymbiote : la cyanophycée

La cyanophycé est un organisme procaryote, sans noyau ni chloroplaste ; contenant des pigments assimilateurs vert bleuâtre et la ; cyanophycine comme réserve protidique. Environ 10 % des lichens contiennent des cyanophycées qui sont dispersées dans le thalle ou groupées à sa surface où elles forment les céphalodies.

Les échanges nutritionnels entre les trois partenaires sont montrés dans la Fig.2 (COSTE, 2011)

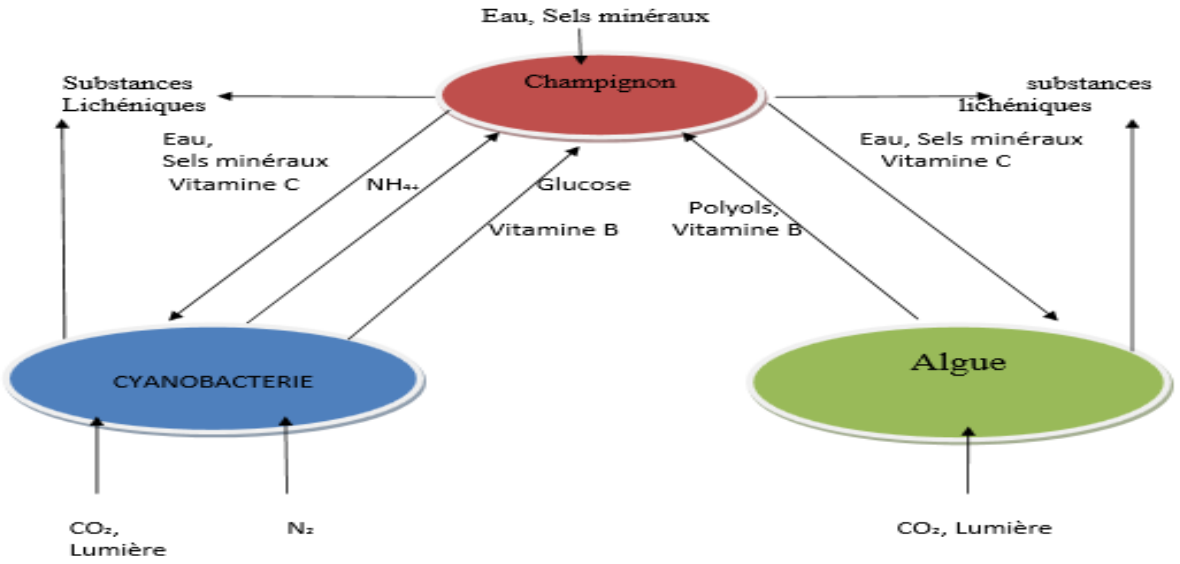


Figure N°2 : Echanges nutritionnels entre les partenaires (d'après Van-Haluwyn, Astra et al, 2009).

1-3 Morphologie et anatomie des lichens

1-3-1 Différentes morphologies du thalle :

Le thalle est l'appareil végétatif du lichen qui assure sa nutrition, sa survie et sa croissance. Selon **Asta et Letrouit (1994)**. Ce sont les hyphes qui sont à l'origine de la morphologie du thalle. Ils occupent 90% de La biomasse totale du lichen. La forme d'un lichen est donc déterminée par le champignon, qui forme un tissu compact et filamenteux enveloppant d'innombrables algues unicellulaires appelées gonidies **(Goujon, 2004**)

Thalles crustacés :

Ce sont des thalles aplatis, adhérant au substrat, ils forment une croûte qui adhère fortement à l'écorce à tel point que seule la pointe d'un couteau peut permettre son détachement (80% des lichens sont des thalles crustacés (TIEVANT ,2001). Figure3(A)

Thalles foliacés :

Ce type de lichens a la forme d'une feuille plus ou moins ramifiée, adhérente à son substrat, grâce aux crampons ou rhizines Et facilement détachables du substrat

(Van Haluwyn.et Lerond, 1993) **.**Figure3(B)

Les lichens fruticuleux :

Thalles ramifiés, buissonnants adhérant à l'écorce par une surface réduite.ils sont constitués soit de tiges cylindriques ou subcylindriques plus ou moins ramifiées, soit de lames ou de lanières entières ou déviées (Van Haluwyn.et Lerond, 1993) .figure3(C)

Thalle squamuleux :

ils sont formées écailles de plus de 1,5 mm constituant le thalle .Elles sont plus ou moins imbriquées les unes aux autres et peuvent être fortement fixées sur le substrat (Tievan, 2001). Figure3(D)

Thalle gélatineux :

Les lichens gélatineux possèdent une structure interne homéomère dont le partenaire algal est une cyanophycée. Ils peuvent présenter diverses formes (glomérules, minuscules touffes ou lames foliacées. À l'état sec, ils ne sont pas très visibles (noirâtres et racornis) avec une forte capacité de reviviscence. À l'état humide, ils forment des masses lobées vert glauque (Ait Hammou, 2015) .figure3(E)

Thalle composite :(complexe)

Le thalle composite combine le type foliacé ou squamuleux et le type fruticuleux .Un thalle primaire plus ou moins adhérent et un thalle secondaire fruticuleux dressé (Tievan, 2001). Figure3(F)

Thalle lépreux :

Le thalle est constitué d'un ensemble de granules formés chacun de filaments mycéliens associé (Tievan, 2001).Figure3(G)

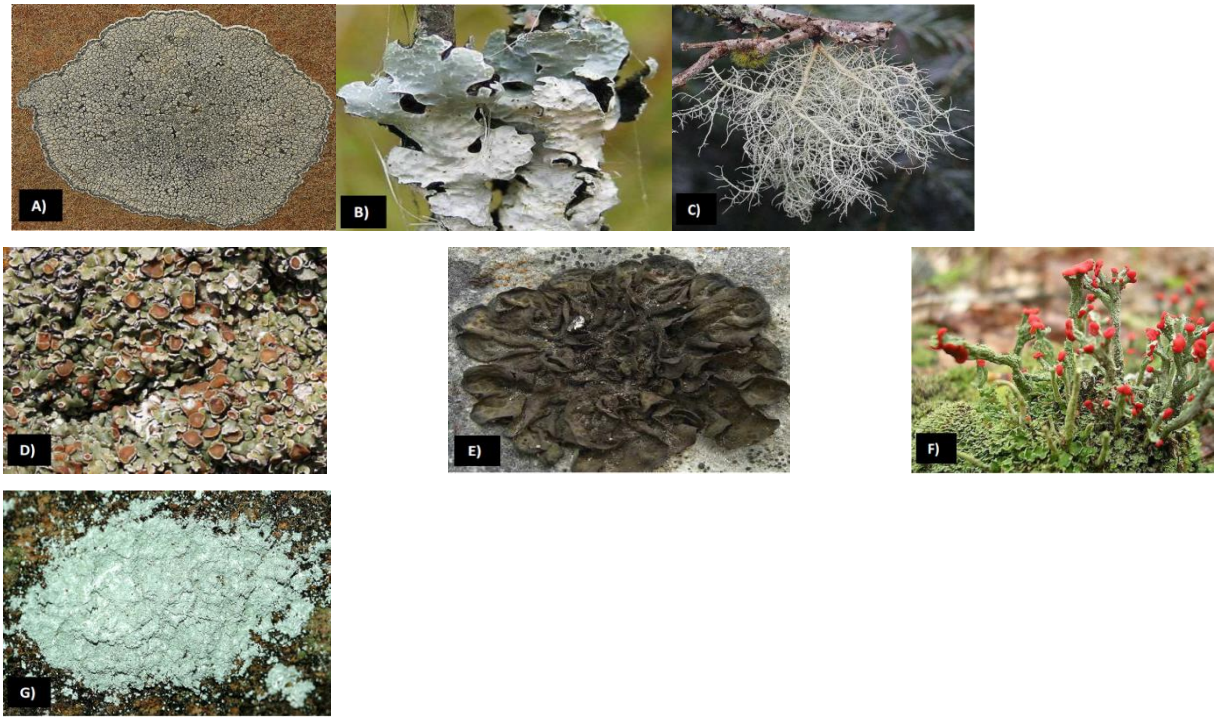


Figure N°3 : Les différentes morphologiesdes thalles **A**) Thalle crustacé (*Lecanora rupicola*), **B**) Thalle foliacé (*Parmelia sulcata*), **C**) Thalle fruticuleux (*Usnea filipendula*), **D**) Thalle Squamuleux (*Squamarina cartilaginea*), **E**) Thalle gélatineux (*Collema flaccidum*), **F**) Thalle composite (*Cladonia cristatella*), **G**) Thalle lépreux (*Lepraria incana*) . (Masson,2014)

1-3-2 Anatomie du thalle

Le thalle est formé par un réseau de filaments nommés hyphes (ils sont comparables au mycélium des champignons). C'est au milieu d'un enchevêtrement de ces filaments que se Trouvent les algues.

Au niveau de la partie inférieure du thalle, on observe un nouvel entrelacement de filaments Servant à fixer le lichen à un support, ce sont les Rhizines.

Tous les types de thalles présentent une structure très différente, et on peut distinguer deux catégories fondamentales de structures : (Clauzade et Roux ,1987).

1- Structure homéomère :

Homogène (ou presque) dans toute l'épaisseur du thalle, elle existe dans trois groupes de lichens très différents :

a) Chez divers lichens gélatineux, plus spécialement les *Collema*, dont le thalle est formé d'une masse mucilagineuse incolore ou jaune clair, contenant des chaînes de *Nostoc* et des filaments fongiques (Figure N°4).

b) Chez les lichens lépreux, dont les petits granules pulvérulents sont formés chacun d'un seul hyphe enroulé contenant quelques cellules algales.

c) Chez quelques genres de lichens, passant facilement inaperçus car très petits

2- Structure hétéromère :

C'est-à-dire formé deux couches anatomiquement différentes : superposées (structures stratifiées) ou bien concentriques (structure radiée)

- **Structure stratifiée** :

Elle se rencontre chez la plupart des thalles foliacés, chez de rares lichens fruticuleux en lanières et quelques thalles crustacés. On observe sur une coupe transversale, un cortex supérieur, une couche algale, une médulle et un cortex inférieur qui peut donner naissance à des rhizines (Clauzade et Roux, 1985). (Figure N°5)

- **Structure radiée** :

chez la plupart des lichens fruticuleux , elle est facilement identifiable sur une coupe transversale par sa couche algale (fermée) entourant la médulle et par la présence d'un seul cortex entourant la couche algale. (Figure N°6)



Figure N°4 : structure homéomère de *collema tenax* (OZENDA et CLAUSADE **,**1970**)**



Figure N°5 : Structure hétéromére stratifiée de *Lobaria pulmonaria* (TIEVANT**,** 2001).

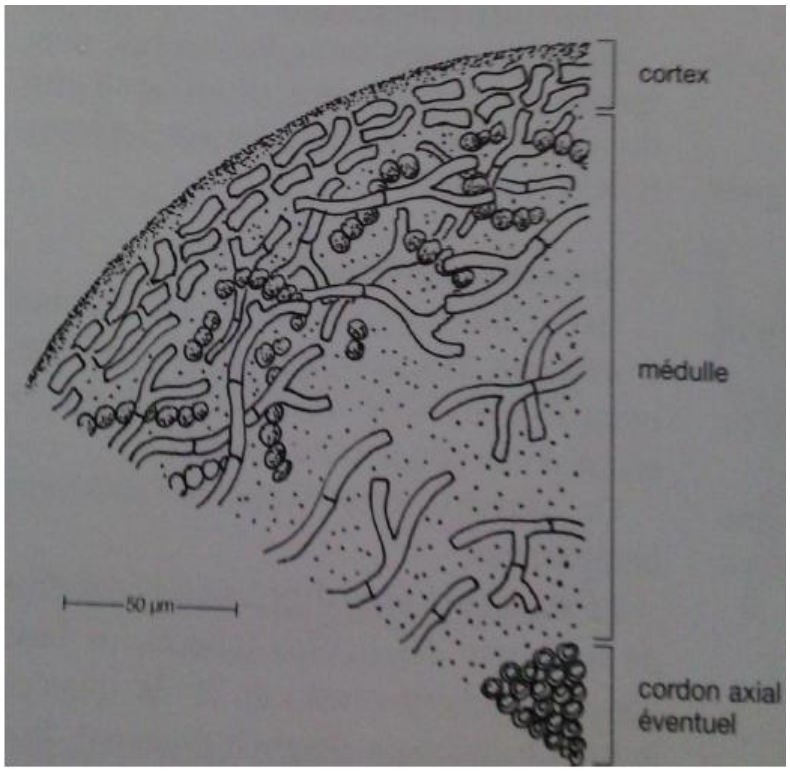


Figure N°6 : Structure hétéromère radiée : coupe transversale du thalle. (TIEVANT, 2001).

1-3-3 Organes permettant l'identification d'un thalle

Il y a différents organes de structure, de fixation et de reproduction rencontrés chez les lichens qui nous facilitent l'identification des différentes espèces.

Soralies : Ce sont des organes à l'aspect farineux ou granuleux constitués d'algues et de filaments mycéliens qui sont émis par les déchirures du thalle (Fig. 7.A). Leur couleur est généralement différente de celle du thalle. Leur transport par le vent ou les insectes permet la propagation de l'espèce sur de longues distances.

Isidies : Ce sont des organes en forme de petits bourgeons constitués d'algues et de Filaments mycéliens (Fig.7.B). Leur couleur est généralement la même que celle du thalle car ils sont recouverts par le cortex. Ces petites excroissances peuvent très facilement se détacher pour coloniser le substrat proche.

Apothécies : Ce sont des organes mycéliens en forme de coupe présents à la surface du thalle qui ont une fonction de reproduction (Fig.7.C).

Périthèces : Ce sont des organes mycéliens en forme d'outre enfoncés dans le thalle et qui présente la même fonction de reproduction que les apothécies (Fig.7.D).

Cil : Organe filiforme disposé sur les bords du thalle a la face supérieure dont la fonction est d'augmenter la surface du liche (Fig.7.E).

Rhizine : Organe qui permet la fixation du thalle au substrat a la surface inferieur (Fig.7.F)

Poil : Organe très fin (en principe visible à la loupe) correspondant à un long Prolongement d'un filament mycélien du cortex, à peine visible à l'œil nu (Fig.7.G).

Céphalodies : Présence dans certains lichens à algues vertes de cyanophycée qui Constituent des excroissances à la surface du thalle. Elles permettent les échanges gazeux avec l'atmosphère (Fig.7.H)

Fibrille : Ramification filamenteuse pouvant atteindre 1 cm de long et de même couleur que le thalle

Papille : Présence entre les fibrilles du genre *Usnea* de petites protubérances

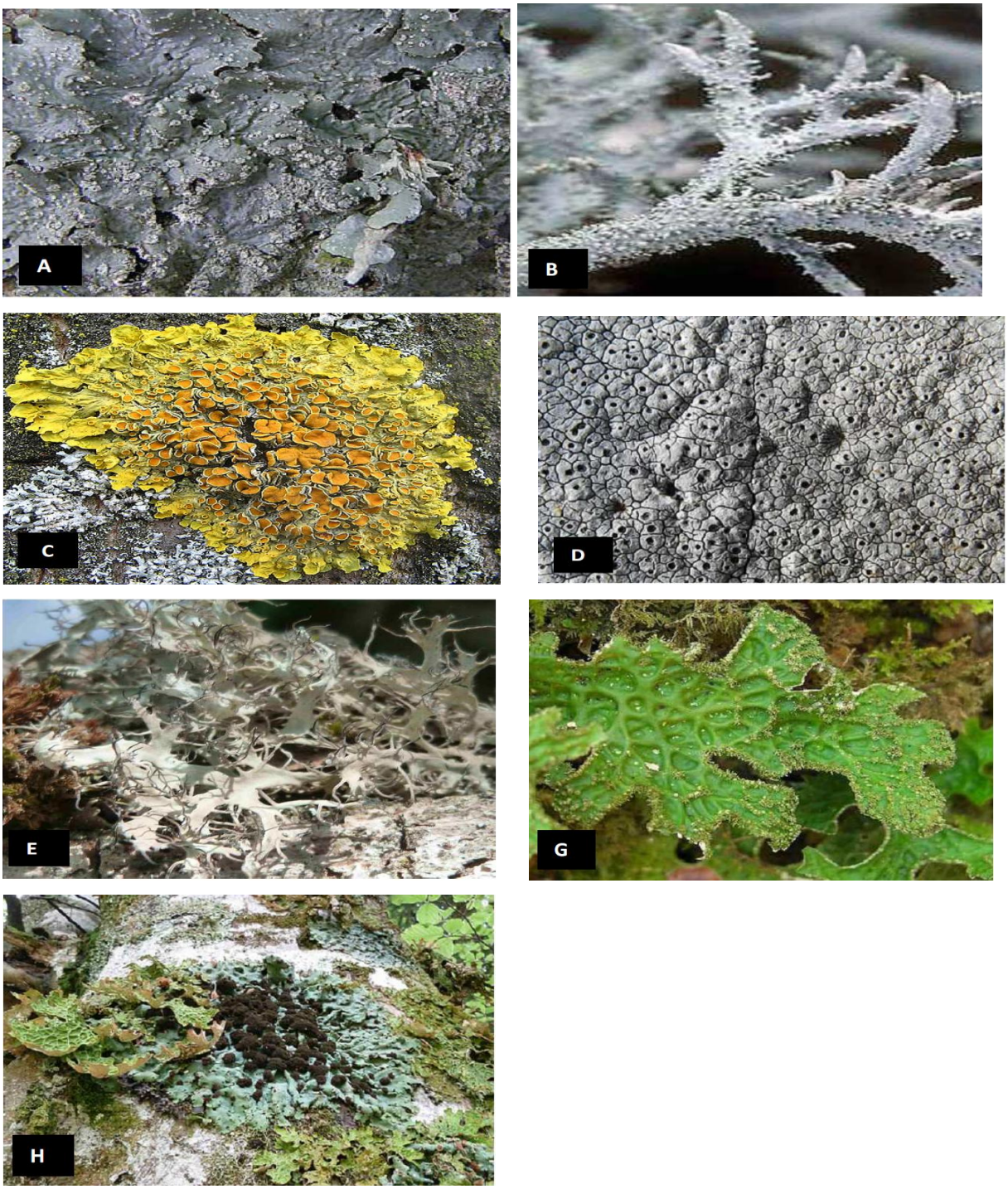


Figure N°7 : Les organes de l'identification des thalles des lichens (Masson, 2014)

A) Soralies (*Punictelia subrudecta*) ;**B) Isidies** (*pseudevernia cansocians*) ; **C) Apothécies** (*Xanthoriaparieta*) ; **D) périthèces** (*Diploschistes caosioplumbeus*) ; **E) Cils** (*Anaptychia ciliaris*) ; **FRhizines**(*peltigera rufecens*) ; **G) Poils** (*Lobaria pulmonaria*) ; **H) Cephalodies** (*Lobaria pulmonaria*)

1-4- Reproduction des lichens :

La reproduction des lichens se fait de deux façons :

- Par dissémination du complexe lichénique: soit par bouturage de fragments de thalle, ou par Émission de sorédies ou d'isidies.

- Par la production de spores du champignon, qui en germant ensuite donnent des hyphes qui Capturent des algues. Par contre, les gonidies ne se multiplient que par voie asexuée (Ozenda, 2000)

1-4-1 Reproduction asexuée (végétative) :

Elle peut se faire par simple fragmentation suite aux contraintes physiques (vent, animaux.) entrainant une séparation de fragments thalles (ce mode est largement observé chez les lichens crustacés ou la partie périphérique se dissocie de la partie centrale très adhérente au substrat). Chez d'autres espèces, les deux partenaires organisent des organes végétatifs qui sont les isidies et les soralies.

Isidies : petites excroissances cortiquées, facilement détachables à l'état sec, contenant des cellules du Mycosymbiote et du photosymbiote, elles sont conclure au thalle et présentent des formes variées outre l'importance pour la reproduction végétale, elles jouent un rôle dans les échanges gazeux et augmentent significativement la surface photosynthétique. (Figure N°8)

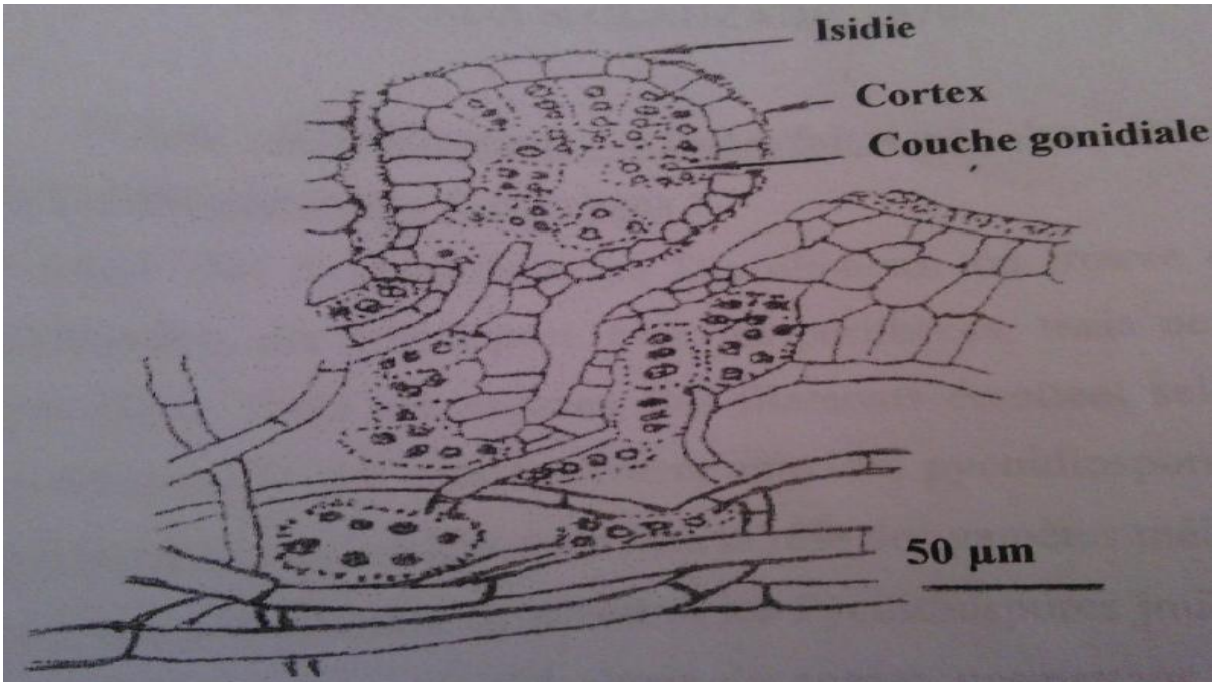


Figure N°8 : Coupe transversale d'une isidie de *Peltigera* (GORENFL**,** 1975).

Soralies : petites masses farineuses ou granuleuses constitués de petits amas comprenant des cellules algales entourés d'hyphes fongiques, le terme de soralie désigne l'ensemble de la structure tandis que les petits amas libérés correspondent aux sorédies. Dispersées par le vent, la pluie, ou de petits animaux, ces structures se fixent sur substrat adéquat et continuent à croitre. (Figure N°9)

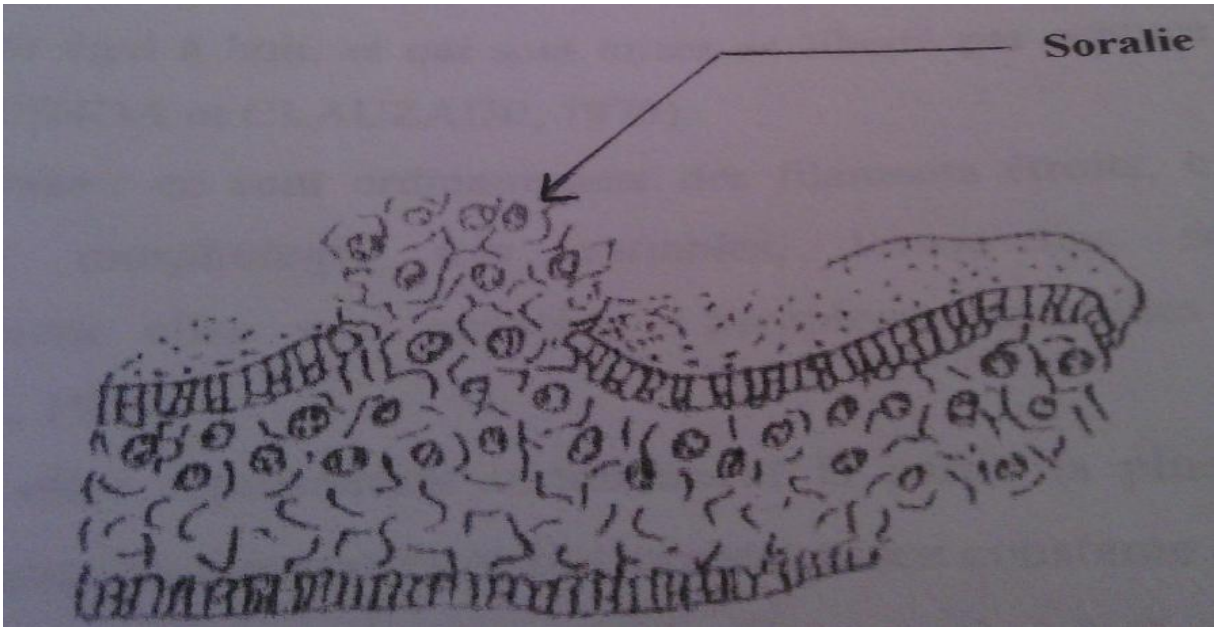


Figure N°9 : coupe transversale d'une soralie de *Lobaria scrobiculatal* (ABBAYES in OZENDA et CLAUZADE, 1970)

1-4-2 Reproduction sexuée :

Les apothécies sont des organes qui indiquent la reproduction sexuée. La reproduction sexuée se déroule en deux phases :

1. Deux hyphes fongiques sexuellement différenciées fusionnent et donnent, à la surface du thalle, des structures en forme de boutons **(les apothécies)** (FigureN°11)**,** ou de coupes plus ou moins fermées (**les périthèces**) (Figure 12), dans lesquelles des cellules particulières (les asques) vont élaborer les ascospores, en général 8 spores par asque mais le nombre peut varier. (**Sérusiaux*et al*., 2004)**

2. Ces spores facilement transportées par le vent vont constituer de nouveaux des hyphes asexués qui devront capturer et emballer une algue présente dans le milieu de façon à pouvoir donner naissance à un nouveau lichen **(Sylvain BELLENFANT et al, 2010)** (Figure N°10).

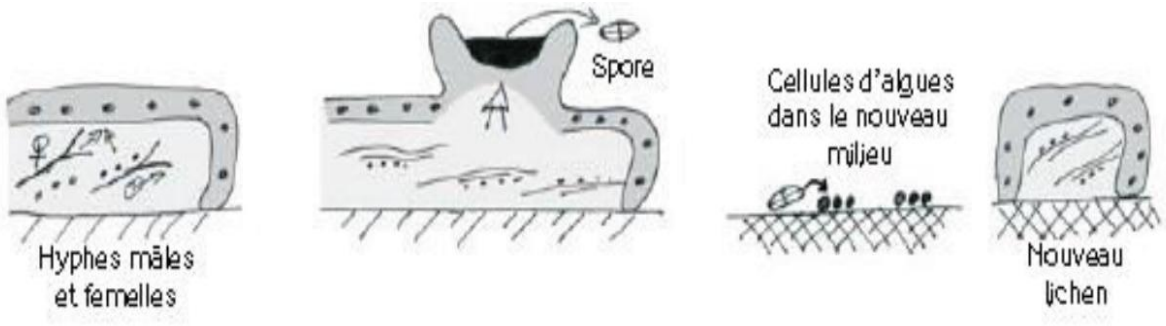


Figure N°10 : Reproduction sexuée (champignon seul)

□□**Apothecies :** organe en forme de coupes.

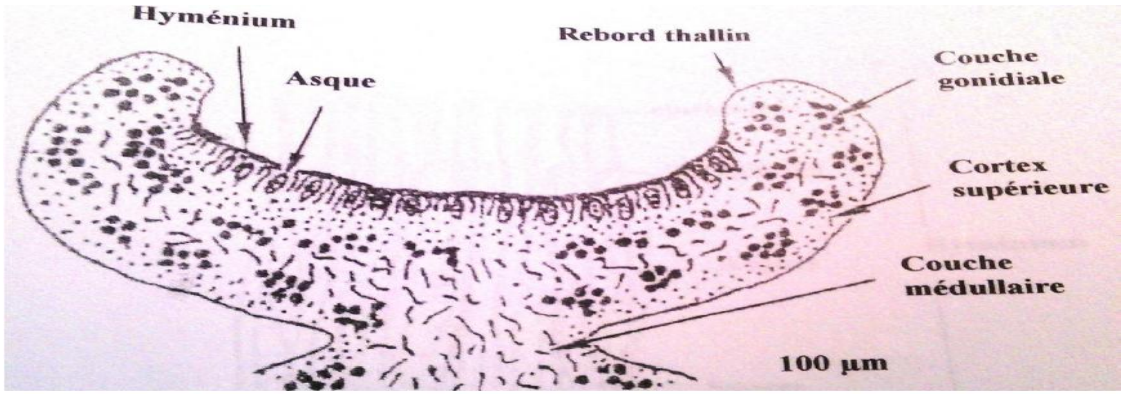


Figure N°11 : Section d'une apothécie (ABBAYES**,** 1978).

□ **périthèces** : fructification en forme de petite sphère ou poires enfoncés dans le thalle.

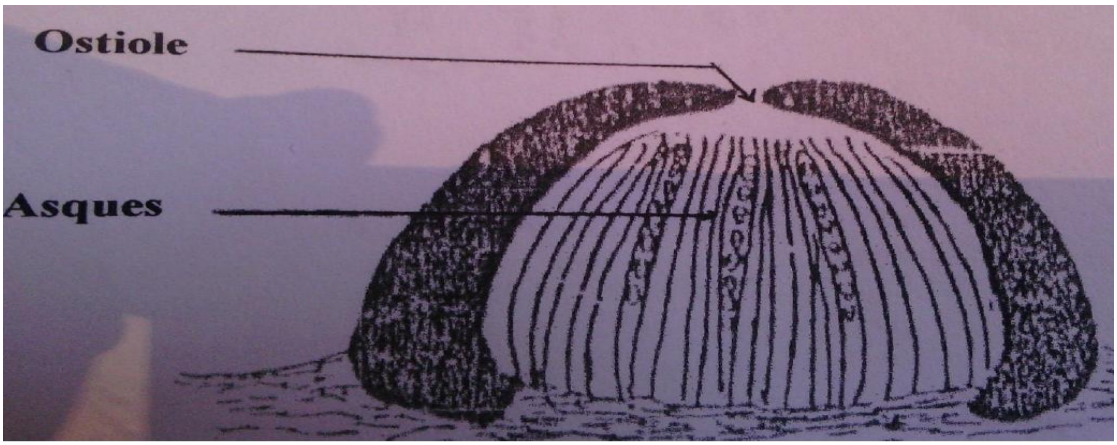


Figure N°12 : Périthéce d'*Arthopyrenia alba* (ABBAYES, 1978).

 lirelles : sont des apothécies allongées qui peuvent être plus ou moins enfoncées dansle thalle, ou saillantes.

1-5-La physiologie des lichens :

(GENEVES, 1990), In GHANNAM, K(2011) .la physiologie globale des lichens se caractérise par :

- La reviviscence : la capacité de passer rapidement, réversiblement et répétitivement de L'état sec à l'état hydraté et active a l'état sec et quiescent.
- Un pouvoir lithogène : qui leur permet de s'installer en pionnier sur des substrats Difficiles.
- La résistance aux températures extrêmes: l'assimilation peut encore être active à -40°C
- L'originalité des voies métaboliques avec l'élaboration de substances spécifiques

1-5-1- Physiologie de l'eau :

L'eau provient de l'humidité atmosphérique ou des précipitations et du substrat. La teneur en eau des lichens sera donc très variable selon les conditions environnantes et également selon l'espèce.

Le mécanisme de absorption de l'eau est très défirent de celui qui existe chez les végétaux supérieurs. Il s'agit surtout d'une absorption par des phénomènes physiques: capillarité et hygroscopicité des parois des hyphes. Cette absorption se produit par toutes les parties du thalles, mais surtout au niveau des ouvertures du cortex.

La circulation de l'eau à l'intérieur des thalles et pratiquement inexistante, il n'y a pas de circulation. On constate que l'eau présente dans le thalle est en très grande partie extracellulaire.

La pénétration de l'eau dans la cellule et au contraire un phénomène vitale et semble très rapide. On constate que même lorsque la teneur en eau du thalle s'abaisse, cellule du cytoplasme reste assez élevée.

La perte de l'eau se produit également par des phénomènes physiques et il s'agit donc surtout de perte d'eau extracellulaire. La résistance de lichens a la sécheresse est grande, de 2 à 3 mois en général, et même 6 mois pour certains (SOUCHON, 1971)

1-6- Biochimie des lichens :

L'étude biochimique des Lichens conduit à la mise en évidence des substances
Fondamentales qui sont communes à tous les êtres vivants (eau, substances minérales et substances organiques) ce sont des métabolites primaires. D'autres métabolites particuliers Aux lichens sont synthétisés par ces organismes : ce sont les métabolites secondaires appelés les **substances lichéniques.** (SOUCHON**,** 1971).

1-7- Ecologie des lichens

Les lichens sont des végétaux pionniers qui colonisent tous types de milieux terrestres. Ils se rencontrent sous tous les climats et toutes les latitudes. La répartition des lichens est influencée par différents facteurs: l'eau, la lumière, la température et le substrat (George, 1999)

1-7-1- Les facteurs abiotiques :

1-L'eau : Selon Ozenda et Clauzade (1970), le problème de l'eau est très important et joue un rôle capitale dans la répartition des lichens, notamment parce que le degré d'hydratation du thalle conditionne les fonctions vitales et qu'un même lichen peut passer très rapidement de l'état de vie active à celui de vie ralentie, suivant les variations de son hydratation (phénomène de reviviscence).

2- La lumière : Les lichens sont tous des végétaux héliophiles; seule une minorité d'espèce, comprenant presque exclusivement des lichens à cyanophycées, préfèrent les habitats ombragés, par exemple sous couvert forestier. Pour tous les autres lichens, la richesse tant en espèces qu'en individus augmente avec la luminosité des stations, comme on l'observe pour les roches ou les troncs d'arbres isolés. Les lichens ont 4 à 10 fois moins de chlorophylle que les plantes a poids égal, c'est une nécessité pour eux d'avoir des exigences en lumière plus grandes (Ozenda et Clauzade, 1970).

3- La température : Nous considérons deux aspects de son action : d'une part l'effet sur l'intensité des fonctions métaboliques et d'autre part la résistance aux conditions extrêmes de température.

***A-L'action sur le métabolisme* :** La photosynthèse varie de la même manière en fonction de la température, mais la courbe est nettement décalée vers les basses températures

B- La résistance aux températures extrêmes : Elle est tout à fait remarquable, surtout du côté des basses températures, de nombreuse espèces peuvent résister à l'état hydraté à un séjour de plusieurs jours à -75°c, par contre la chaleur est moins supportée et un séjour à 50°C environ arrête rapidement les échanges gazeux d'une manière irréversible. Mais à l'état desséché la résistance est beaucoup plus considérable. Des échantillons ont résisté à -183°C pendant 18 heurs et d'autre part d'autre échantillons ont résisté plus de 30 minute à une température égal à 100°C **(Ozenda et Clauzade,1970).**

1-7-2- Autres facteurs atmosphériques

A- Le vent : son action physiologique est indirecte et se fait par le biais d'une augmentation de la vitesse de dessiccation des thalles. Une action directe, mécanique, est la dispersion des fragments de lichens, jouant un rôle important dans la multiplication végétative du lichen (Ozenda et Clauzade, 1970).

B- Les pollutions chimiques : les lichens sont extrêmement sensibles, beaucoup plus semble-t-il que les autres végétaux, aux impuretés contenues dans l'atmosphère et en particulier aux fumées et aux poussières industrielles et domestiques, ce qui les élimines des grandes villes et de leur périphérie mais permet en revanche de localiser ces zones de pollution **(**Ozenda et Clauzade, 1970).

1-7-3- Les facteurs liés au substratum

La plupart des lichens sont susceptible de coloniser des substrats bruts. Sur lesquels ils jouent souvent un rôle de pionniers et ou ils peuvent former des groupements aux associations composées de diverses espèces. Ainsi, on peut distinguer :

- Sur les roches : des groupements saxicoles (calcicoles ou calcifuge) : Les lichens qui colonisent les rochers sont très nombreux et diversifiés ; il est possible de distinguer des lichens calcifuges (sur terrains non calcaires) et d'autres calcicoles.

- Sur les végétaux : Des groupements épiphytes: Colonisant les écorces de nombreux arbres et arbustes, les lichens corticoles sont très abondants et variés. Les essences, résineuses montrent une flore légèrement différente de celle notée sur les essences feuillues. D'autres groupements se rencontrent sur le bois mort (lichens lignicoles) ou sur les feuilles persistantes (lichens folicoles).

- sur le sol : .les groupements terricoles: Les lichens terricoles se trouvent sur le sol nu ou sur les mousses du sol ou des rochers. Dans des pelouses, landes, bois clairs. Un certain nombre d'entre eux vivent en saprophytes aux dépens de la matière organique présente dans le sol.

1-7-4- Les facteurs biotiques

Ce sont essentiellement la concurrence vitale s'exerçant entre les lichens eux même et aussi entre les lichens et les autres plantes. Il y a aussi l'influence de la végétation de bryophytes et de plantes vasculaires qui modifie localement les conditions climatiques et substratiques, créant des microclimats et des micro-stations. Ainsi que L'action des animaux et principalement de l'homme, qui se manifeste surtout mécaniquement (Piétinement, fragmentation des thalles) et chimiquement par l'enrichissement de l'atmosphère et du substrat en ammoniac, sels ammoniacaux, nitrate, phosphates (Bricaud.2009).

1-8- LES USAGES DES LICHENS

Les lichens ont été utilisés dés l'Antiquité comme plantes médicinales, généralement à Tort, et pour une foule d'usages alimentaires ou artisanaux.ils ont été employés comme Nourriture pour l'homme ou le bétail, mais seulement dans les régions très pauvres. De nos Jours ils ont un rôle relativement important dans l'économie local. Toutefois leur utilisation Possible comme source d'antibiotique.

1-8-1- Lichens en thérapeutique

Les lichens ont été employés comme médicaments dans :

- le traitement des affections pulmonaires.
- La couleur jaune du *xanthoria parietina* le désignait pour hâter la guérison des

Jaunisses.

- Les lichens barbus empêche la chute des cheveux et même permet leur repousse
- *Parmelia saxatilis* a été utilisée pour combattre les crises d'épilepsie et contre les

Maux de tête.

- *Cetraria islandica* est utilisé contre les maux de gorge ou la toux et contre le diabète et

Les vomissements.

- les lichens ont des propriétés anti tumorales et inhibitrices Des réplications de virus HIV(Le Gac et al. 2006).

1-8-2- Lichens et nourriture

a)Pour l'humaine :

- Dans les pays nordique, *Cetraria islandica,* dit *"Mousse d'Islande"* a été utilisée sous forme de farine mélangée à la farine panifiable ou préparée en bouillie.

- au Canada, Plusieurs espèces d'*Umbilicaria* ont été consommées par les trappeurs sous le nom de "tripes de roches" et l'une d'elles est utilisée au Japon. Enfin, *Lecanora esculenta* a été utilisé dans les desserts asiatiques.

- En Iran, *(Lecanora esculenta)* est consommé par les paysans qui en font une sorte de pain.

- En turquie, ils utilisaient *(Evermia prurrastri)* dans la fabrication de gelées de fruits.

b) pour les animaux:

Tels que les mammifères alpins mais c'est essentiellement dans la nutrition du Renne, le Caribou. Les mêmes lichens et notamment *Cetraria islandica* ont été utilisés dans les pays nordiques à la nourriture des porcs, des chevaux et des vaches (Ozenda, 2000). Selon Agnes flour (2004), les lichens tel que *Cetraria,* Cladonia sont utilisés comme fourrage des rennes en Laponie

1-8-3- Lichens et l'industrie

1- **Les parfums :** c'est la seule utilisation industrielle des lichens qui conserve

Aujourd'hui une importance notable, surtout à partir de deux lichens fruticuleux corticols: *Evernia prunasri* (la mousse du chêne) et *Pseudevernia furfuracia* (la mousse des arbres) (OZENDA, 2000)

2- **En Teinturerie:** Les lichens utilisés comme matières colorantes, sont actuellement remplacées par les colorants synthétiques même s'ils font encore l'objet d'une exploitation artisanale dans les pays nordique (OZENDA, 2000) .

3- **Les mucilages :** différents lichens peuvent donner par extraction à l'eau Chaude et éventuellement hydrolyse partielle, des substances mucilagineuses qui ont été Utilisées comme succédanées de gomme arabique notamment pour l'encollage des tissus (OZENDA, 2000)

4- **Glucose et alcool** : l'hydrolyse industrielle de la lichenine a donné la Possibilité d'obtenir ces deux corps, mais la difficulté de récolter les lichens nécessaires en Grande quantités a déterminé un déclin rapide de cette industrie (OZENDA, 2000).

5- **Décoration** : les lichens sont également utilisés dans la décoration des tables Et la confection de maquettes où ils représentent des arbres (OZENDA, 2000).

1-8-4- Indicateur des conditions de milieu : Leur principal intérêt dans ce domaine est leur utilisation comme bioindicateur des pollutions atmosphériques. Cela provient de leurs grandes sensibilités aux fumées et poussières. Les lichens peuvent être aussi des accumulateurs de retombées radioactives. Cela a été particulièrement étudié dans les pays arctiques où ils jouent un grand rôle dans la nutrition des herbivores de ces pays (Ozenda, 2000).

Chapitre02

Les lichens et la pollution atmosphérique

2- Pollution Atmosphérique :

2-1- Définition de pollution atmosphérique :

La pollution atmosphérique peut être définie comme la présence d'impuretés dans l'air pouvant provoquer une gêne notable pour le confort ou la santé et un dommage aux biens. Cette pollution peut provenir de gaz, de vapeurs, de particules liquides ou solides ou encoure de rayonnements. C'est aussi une modification chimique et physique du milieu naturel aboutissant à des effets nuisible pour l'homme (Ramade, 2002).

2-2-Les sources et types de la pollution de l'air :

Les principales sources de la pollution atmosphérique sont soit d'origine naturelle soit d'origine anthropique.

2-2-1 Les sources naturelles :

Les polluants émis naturellement se diffusent très largement autour de la terre.

Selon DEL-MAS, et al, (2007), les principales sources naturelles sont :

- L'érosion éolienne (action du vent sur la surface terrestre) qui conduit à l'émission des 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.

2-2-2 Les sources anthropogéniques :

Depuis XIXe siècle que l'impact des activités humaines sur l'environnement s.est simplifié, en relation avec l'accroissement des populations et les bouleversements technologiques majeurs associés à la révolution industrielle.

D'après LAGDIC et al (1998), les premières actions néfastes de l'Homme sur l'environnement Sont dues à :

- D'extraction et de transport.
- L'utilisation sans cesse de combustibles fossiles.

- Le développement et l'intensification de nombreuses activités à l'origine d'une pollution directe ou indirecte (chimie, agriculture industrielle, chauffage).

Actuellement, il n'existe pas d'écosystèmes exempts de traces de l'activité de l'Homme, car même les zones vierges de toute colonisation humaine sont contaminées par des polluants Apportés par les mouvements des masses atmosphériques ou par les courants marins et océaniques.

2-3- Classification des polluants selon leur nature :

Ramade(2002).propose deux classes de polluants les polluants gazeux et les particules**2-3-1 Les gazes :**

Tableau 2.1 : Nature et origine des principaux groupes de substances polluantes de L'atmosphère (RAMADE ,1995).

	Nature des polluants	Source d'émission
Gazes	Anhydride de carbone	• Volcanisme • Respiration • Combustibles fossiles
	Oxydes de Carbone	• Volcanisme • Moteurs a explosion
	Hydrocarbures	• Plantes, bactéries • Moteurs a explosion
	Composés organiques	• Industries chimiques • Incinération d'ordures • Combustions diverses
	Anhydrides sulfureux et autres dérives soufrés	• Volcanisme • Embruns marins • Bactéries • Combustibles fossiles
	Dérivés nitrés	• Bactéries • Combustion
	Radionucléides	• Centrales atomiques • Explosions nucléaires

2-1-2 Les particules : (aérosols)

Tableau 2.2 : Nature et origine des principaux groupes de substances polluantes de L'atmosphère (RAMADE ,1995).

	Nature des polluants	Source d'émission
Les particules	Métaux lourds et composés minéraux	• Volcanisme • Erosion éolienne • Industries diverses • Moteurs à explosion
	Les composés organiques naturels ou de synthèse	• Incendies de forets • Industries de chimiques • Combustions diverses • Incinération d'ordures • Agriculture (pesticides)
	Radionucléides	Explosion nucléaires

2-4- Les effets de la pollution de l'air

2-4-1-Sur la santé humaine :

La pollution de l'air est responsable aussi de plusieurs maladies selon les sources de pollution Et le niveau d'exposition des personnes. On citera :

- Les irritations oculaires, cutanées et respiratoire.
- Les maladies cardiovasculaires.

La dépression de l'immunité cellulaire.

- Les troubles et manque d'oxygénation du système nerveux (Troubles de la mémoire, Insomnies, diminution des performances intellectuelles).
- Les troubles de la personnalité et des performances psychomotrices et encéphalopathie.
- Les troubles sensoriels.
- Les cancers de poumons.
- L'insuffisance rénale.
- L'irritation des muqueuses et des voies aériennes supérieures et parfois inférieures.
- Les troubles de développement cérébral

2-4-1 **Sur l'environnement :**

La pollution de l.air ne s'attaque pas seulement à la santé humaine, mais affecte aussi notre environnement et notre écosystème représentée pasr des phénomènes globaux à l'échelle Locale, régionale et même continentale, cela est constaté à travers :

- Le changement climatique.
- Le problème des substances appauvrissant la couche d'ozone.
- La dégradation de l'habitat et la disparition de certaines espèces floristiques et Faunistiques.

De même, les conditions météorologiques peuvent aussi favoriser les pollutions, à l'échelle locale, ou continentale, ou contribuer à leur dispersion.

2-4-3 Sur lichens :

La pollution atmosphérique est un facteur limitant au développement des lichens. En conséquence la flore lichénique subit des modifications se résumant par une diminution du Nombre et du recouvrement des espèces et par une régression de la fertilité (DERUELLE et LALLEMENT, 1983)

2-5- La biosurveillance de la qualité de l'air :

C'est l'évaluation de la pollution à l'aide d'organismes vivants, le plus souvent des plantes selon la définition proposée par (Garrec et van haluwyn2002), la biosurveillance végétale de a qualité de l'air est utilisation des réponses à tous les niveaux d'organisation biologique, d'un ou plusieurs organismes vivants, pour prévoir et/ou révéler une altération de l'environnement. Elle peu être passive par prélèvement direct sur terrain ou active en transplantant le matériel biologique sur site

2-5-1 La bioindication :

Se sont des organismes qui, exposés à une pollution, réagissent par l'apparition de symptômes et des perturbations de la croissance et du développement (Agnan, 2013)

2-5-2 Bioindication lichénique

L'ensemble des techniques permettant d'évaluer les caractéristiques d'un milieu en étudiant

Les lichens qui s'y trouvent par le recensement des espèces présentes. l'évolution des

Associations lichéniques, ou l'analyses chimiques de fragments de thalle depuis les travaux du lichénologue finlandais Nylander (1866).les lichens sont considérés comme des sentinels de l'environnement

2-5-3-Choix des lichens comme bioindicateur de la pollution atmosphérique:

2-5-3-1- Sensibilité des Lichens à la Pollution atmosphérique :

Selon (Geiser et al, 1996), in ghannam, k(2011) , les effets de la pollution atmosphérique sur les lichens peuvent se traduire par la diminution de la fertilité et de la taille du thalle. La décoloration et déformation du thalle, la dégradation des pigments photosynthétiques, l'altération de la photosynthèse et de la respiration, la mortalité des espèces sensibles

D'après (Herben et Liska, 1986), in ghannam, k(2011) on peut distinguer dans les milieux pollués :

1) les espèces poléotolérantes ou résistantes qui peuvent se développer sur toit le gradient et la pollution et les parties moins polluées.

2) les espèces sensibles qui se développent sur la partie non polluée

3) les espèces poléophiles qui se développent au niveau de la partie polluée seulement

2-5-3-2- L'hypersensibilité des lichens :

D'après Gaveriaux, (1996)

- Les lichens sont dépourvus de système de contrôle des entrées et des sorties, ils n'ont pas de Stomates pour contrôler les échanges avec l'atmosphère. Ils fonctionnent «en éponge », ils Absorbent tous les constituants de l'air polluants compris.
  Les lichens sont, pour leur nutrition, entièrement dépendants de l'atmosphère qui leur apporte L'eau et les sels minéraux. A la suite d'une pluie, le champignon stocke l'eau
- Dans ses hyphes et permet le fonctionnement des deux partenaires pendant un certain temps . le lichens peut alors développer son thalle .en période de sécheresse , le lichens devient inactif , mais capable de survivre jusqu'à la prochaine pluie où il redeviendra actif (phénomène de reviviscence)

- Les lichens subsistent en hiver lorsque les pollutions atmosphériques sont les plus aiguës du Fait du peu de mouvement de l'air et du fonctionnement intense des appareils de chauffage.
- Enfin, les lichens poussent très lentement et vivent très longtemps (plusieurs centaines

D'années) : la quantité de produits toxiques accumulés par rapport à leur propre masse est très

Grande.

2-6-Comparaison entre les lichens et les végétaux :

Les caractéristiques essentielles qui privilégient les lichens par rapport aux autres végétaux.

Tableau 2.3: Comparaison entre les lichens et les végétaux (Déruelle S,Lallemant R., (1983)

LICHENS	**VEGETAUX**
l'eau et les minéraux proviennent exclusivement de l'air et de l'eau de pluie	l'eau et les sels minéraux sont puisés dans le sol
absence de système de régulation des entrées et des sorties	les feuilles sont recouvertes d'une cuticule protectrice et imperméable, les stomates sont capables de se fermer à certains polluants
actif toute l'année après la pluie	pas d'activité hivernale
croissance lente	croissance rapide
Reproduction par des structures aériennes soralies, isidies, spores, ayant un contact immédiat avec les polluants de l'air	Reproduction par graines protégées d'une enveloppe coriace pas de contact avec les polluants de l'air
Hyphes issus de la germination immédiatement au contact de l'air	Germination des graines dans le sols pas de contact avec les polluants de l'air

2-7-Méthode de bioindication :

2-7-1 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 changement observés au niveau du recouvrement lichénique donneront une indication sur la qualité de l'air de la zone concernée Kirschbaum et wirth(1997), in Ghannam, k(2011).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 bioindication 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

Notre travaille basée sur la méthode quantitative.

t

2-7-2 Méthode de l'Indice de la Qualité de l'Air (IQA) :

Cette méthode consiste à étudier la végétation lichénique naturelle des arbres de la zone à cartographier. Les changements observés au niveau du recouvrement lichénique donneront une indication sur la qualité de l'air de la zone concernée (KIRSCHBAUM ETWIRTH, 1970).

Chapitre03

Matériel et méthode

3-1-Situation géographique :

la commune de Médéa se situe en pleine zone montagneuse, à 90km la ville d'Alger, au nord de 42km de BLIDA, de l'ouest par MILIANA et au sud par BERROUAGHIA, sur un plateau insérer entre L'ATLAS BLIDIEEN et le massif de BERROUAGHIA (MAURITANIE CESARIENNE ou TITTERI) qui s'infléchis légèrement vers le sud et dont le sommet s'élève à 920m au dessous de niveau de la mer, elle s'étend sur une surface de **64 km**, dont 55% des terres sont agraire ceinturant la totalité du périmètre urbain.

La population est estimée à **138 355 habitants** La commune de **Médéa** est limitée administrativement :

- au nord par les communes de TAMEZGUIDA et el HAMDANIA.

- au sud par la commune de TIZI MEHDI.

- à l'est par la commune d'OUZERA.

- à l'ouest par la commune de DRAA SMAR

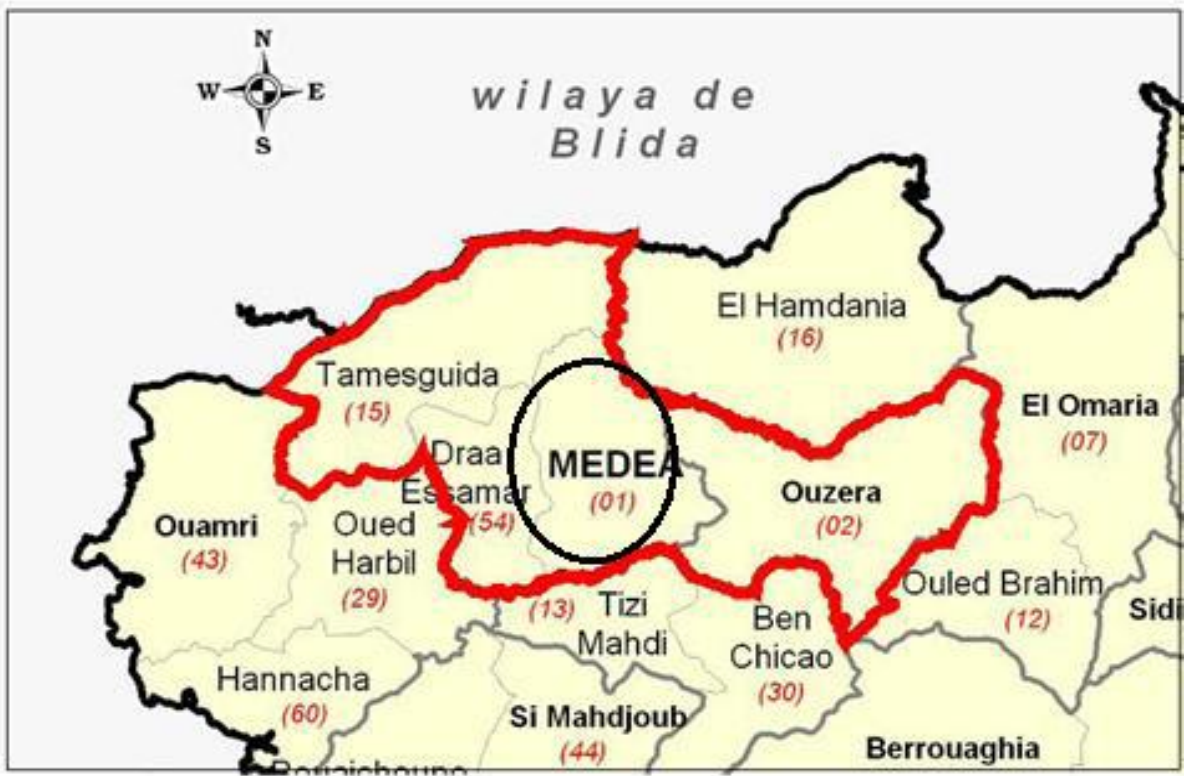


Figure N°13 : la situation communale de la station **(Annonym., 2017)**

3-2-CARACTERISTIQUES DE LA ZONE D'ETUDE

3-2-1-Le relief

La Wilaya de Médéa peut être découpée en quatre (04) zones naturelles **:(la direction de l'environnement de medéa)**

A/ -Le tell montagneux:

Il forme une bande quasi –continue ceinturant la wilaya à l'Ouest et au Nord, depuis l'Ouarsenis jusqu'au massif de Tablat .C'est une région au relief marqué, au climat rude,peu peuplée. Région forestière, l'arboriculture, la céréaliculture et l'élevage ne sont pratiqués qu'à la faveur de dépressions alluviales ou de replats colluviaux.



Figure N°14 :photo représente le tell Le tell montagneux **(la direction de l'environnement de medéa)**

B/ -Le tell collinien:

Située au cœur de la wilaya, c'est une région de peuplement qui de tout temps a eu une vocation agricole, la polyculture y est de mise; vigne et arboriculture sur les terres légères, céréales et fourrages sur les terrasses alluviales des principaux oueds



Figure N°15 : photo représente le tell collinien **(la direction de l'environnement de medéa)**

C/ -Les plaines du tell:

Traditionnellement vouées à la céréaliculture, les plaines de Beni Slimane et Merachda sont enchâssées à l'intérieur du tell collinien. La mise en valeur de ces plaines a permis d'implanter la polyculture associant cultures à sec et en irrigué ainsi que le développement et l'élevage.



Figure N° 16 : photo représente les plaines du tell **(la direction de l'environnement de Médéa)**

D/ -Le piémont méridional du tell:

Caractérisé parune pluviométrie irrégulière située entre 300 et 400 mm, le piémont s'affirme comme une zone de transition vers les hautes plaines steppiques où la céréaliculture est la plus répandue.



Figure N°17: photo représente le piémont méridional du tell **(la direction de l'environnement de Médéa)**

3-3-L'étude climatique de Médéa

3-3-1-Le climat

Le climat de Médéa se distingue par des caractéristiques dues à de nombreux facteurs qui sont entre autres :

- Son altitude qui atteint 1240 m au dessus du niveau de la mer (sommet de Benchicao).
- Sa position sur les monts de I 'Atlas tellien. Son exposition aux vents et aux vagues de courants venant de I 'Ouest

3-3-2-Précipitations

Les précipitations contribuent au dépôt d'éléments chimiques potentiellement toxiques et au lessivage d'autres. (Signoret, 2002)

Cette figure présent un histogramme des moyens mensuelles des précipitations en mm de la willaya de Médéa, (2000-2020), on remarque que la précipitation élève présent dans les mois de JANVIER (115.7) NOVEMBRE (98.3) DECEMBRE (111.4).On remarque aussi que, la précipitation minimale la duré de juillet(4.8),aout (10.8) **(infoclimat.fr)**

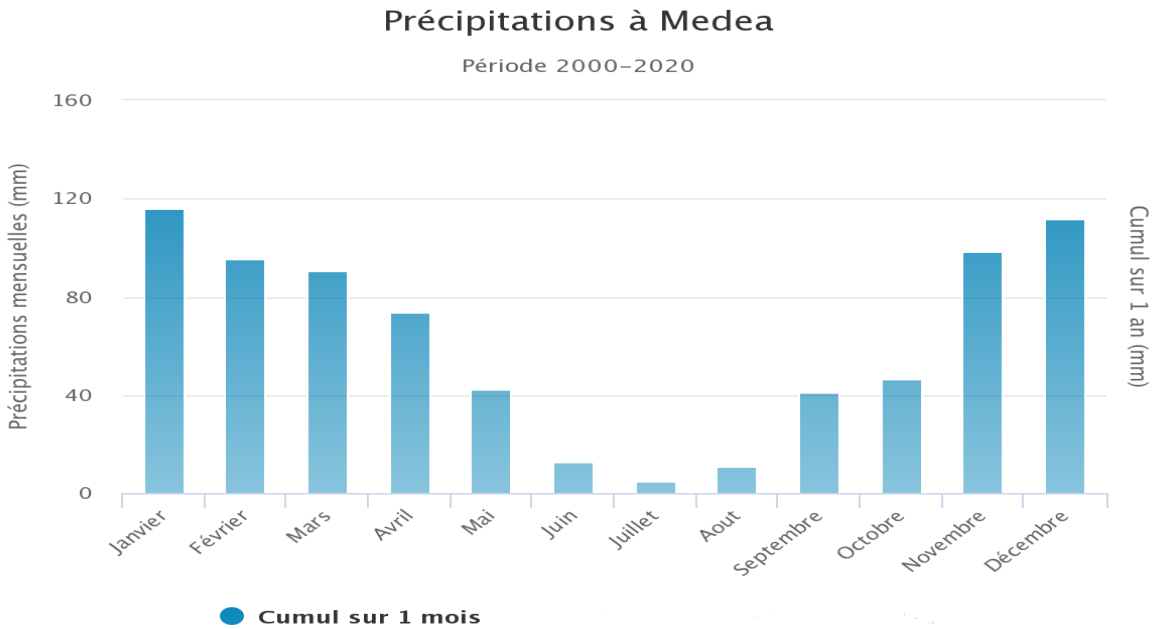


Figure N°18 : Histogrammes des moyennes mensuelles des précipitations en mm de willaya de Médéa (2000-2020)

3-3-3-LA TEMPERATURE

Cette courbe représente les températures moyennes de la willaya de Médéa pendant vingt ans année (2000-2020), elles sont exprimées par la moyenne des minimas du mois le plus froid (m) et la moyenne des maximas du mois les plus chauds (M) ainsi que les températures moyennes. D'après le tableau (voir annexes) les températures moyennes mensuelles ont un minimum (m) en février (3.9C°) et un maximum (M) en juillet (31.0 C°)D'après le tableau (voir annexes), nous remarquons que le mois le plus froid est le mois de janvier avec une température moyenne de 6.9 C°, et le mois le plus chaud est celui de juillet avec une température moyenne de 27.2C°.

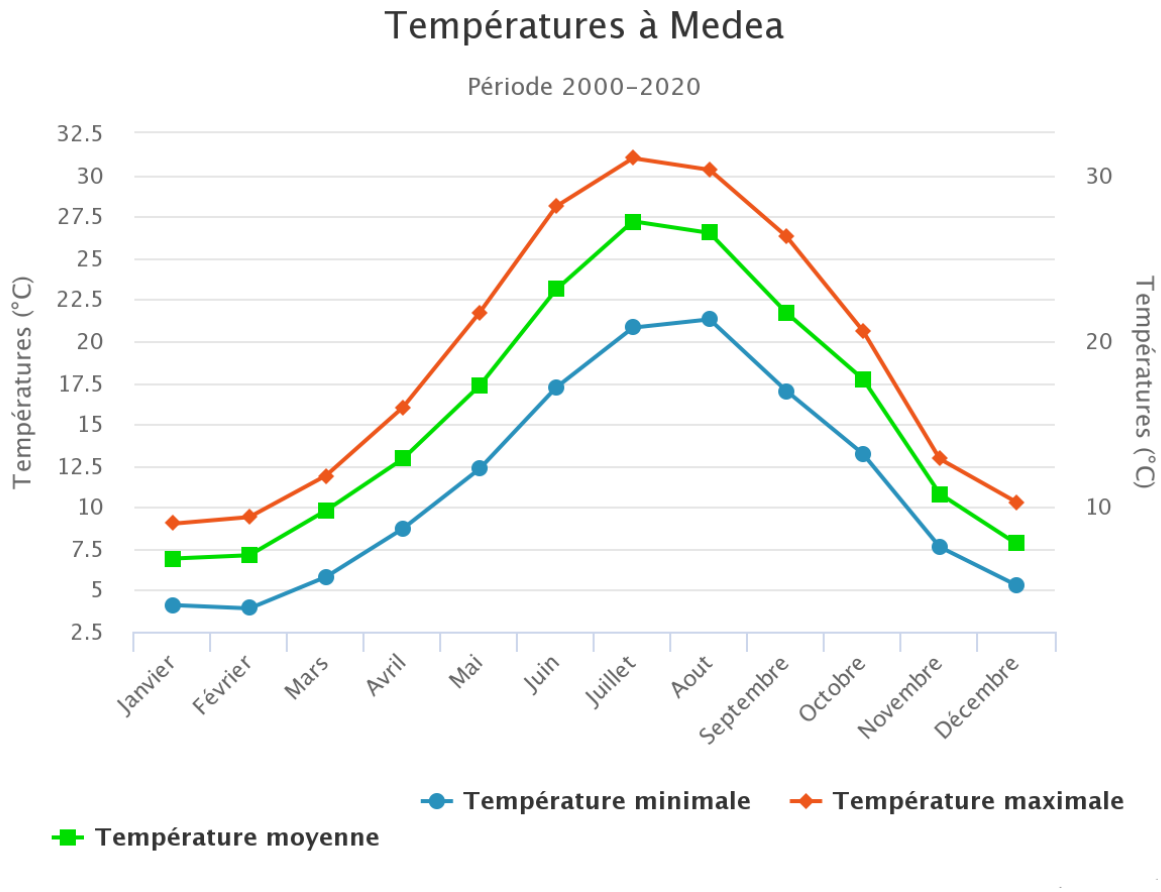


Figure N°19 : Températures moyennes mensuelles dela willaya de Médéa (2000-2020)

La saison sèche (durée et intensité)

Elle joue un rôle capital dans la distribution de la végétation. Un mois est dit biologiquement sec si (le total mensuel des précipitations exprimé en millimètres est égal ou inférieur au double de la température moyenne, exprimée en degrés centigrades) Cette formule permet de construire des diagrammes ombrothermiques illustrant la saison sèche des différentes zones d'étude (kaabeche,1990).

Donc nos zones d'études ont une période sèche estivale qui s'étend sur les mois d'été (mai ,juin ,juillet , aout, septembre)

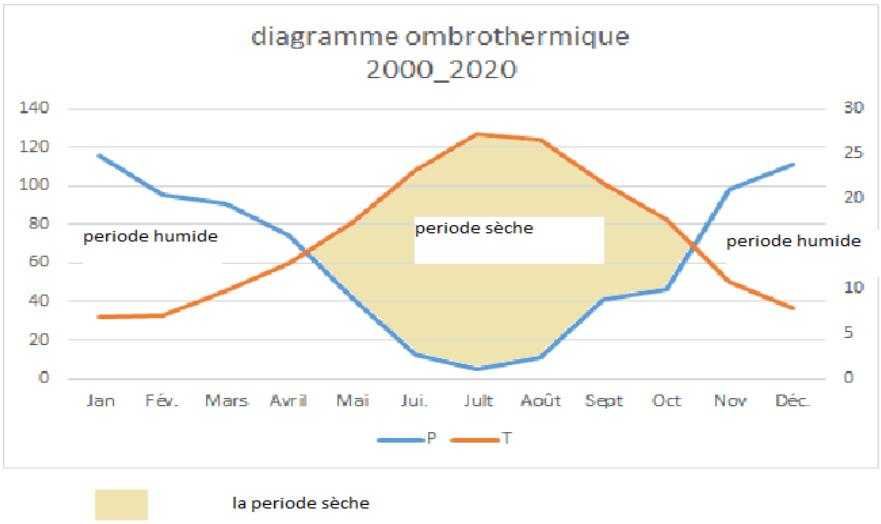


Figure N°20: Digramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen (1983-2008)

Le quotient pluviométrique d'Emberger pour la willaya de Médéa calcule sur une période 10 ans (2000-2020) a une valeur Q2=94.39 sur le climagramme d'Emberger,la willaya de Médéa se trouve dans l'étage bioclimatique subhumide à hiver tempéré

$Q2= 2000*P / (M^2 -m^2)$

P : pluviométrie moyenne annuelle (mm).

M : température maximale moyenne du mois le chaud en (°K).

m : température minimale moyenne du mois le plus froid en (°K).

Notre zone d'étude se situe dans l'étage bioclimatique subhumide inferieur à hiver chaud (Q2=94.39m=3.9 °C)

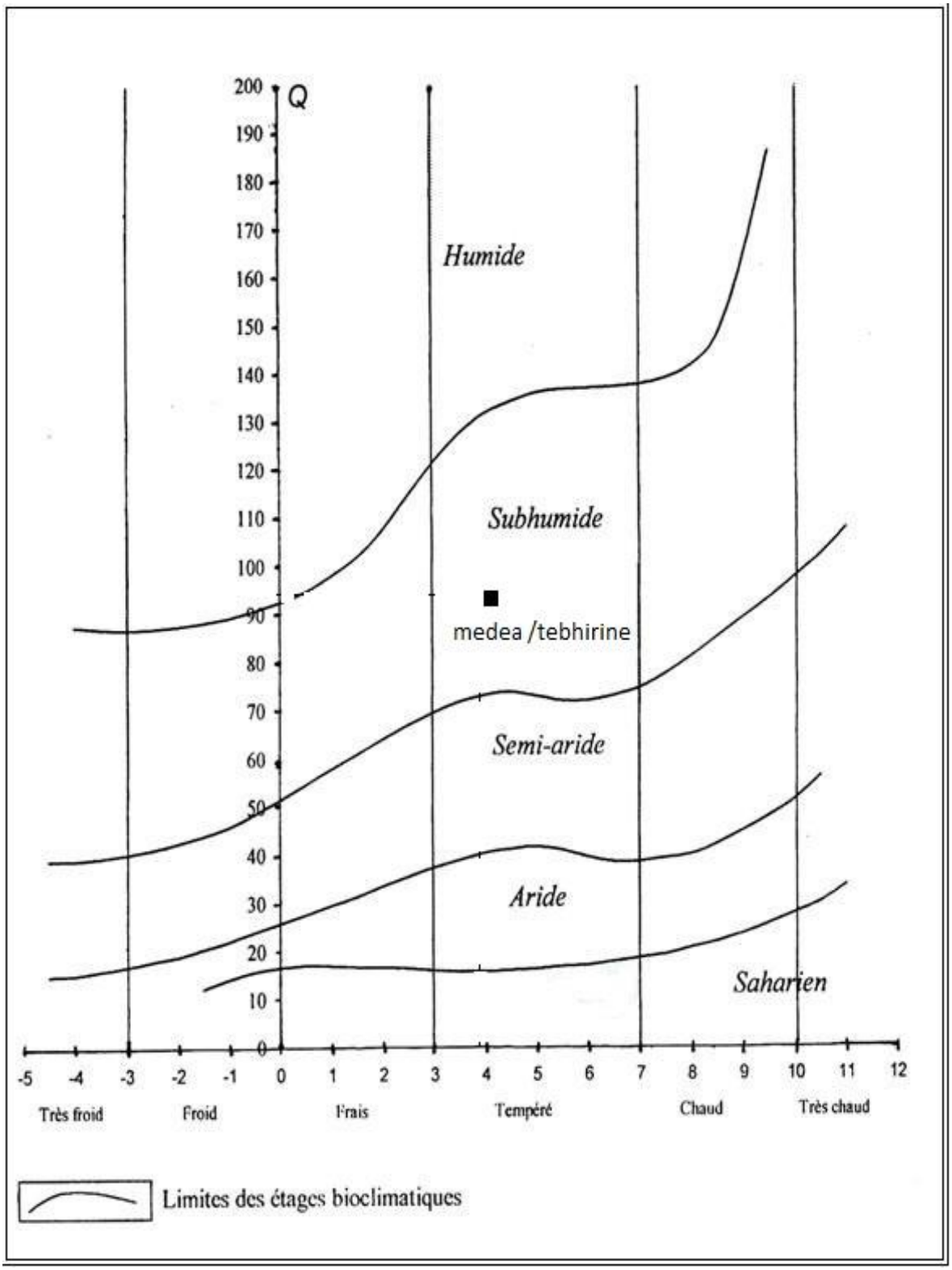


Figure N°21: climagramme d'EMBERGERde la willaya de Médéa (2000-2020)

3-4-Choix des zones d'étude :

Notre travail a pour but d'évaluer la pollution atmosphérique au niveau de la partie sud du ville de médéa par un recensement de la flore lichénique, Notre choix est basé sur deux différentes zones qui sont situées dans la même wilaya de Médéa .la première zone de nature forestière Tebhirine est l'autre est une zone urbaine (le sud de la ville du Médéa) avec des altitudes plus ou moins différentes. pour établir la carte d'isopollution qui basée essentiellement sur des classes de sensibilité des espèces lichéniques selon l'échelle de pollution de Kirchbaum et Wirth(1997).

3-5-Choix de la méthode

pour déterminer l'état de la qualité de l'air au niveau de la partie sud du ville de medea ;nous avons divisé cette partie en plusieurs placettes horizontale et verticale de 1*1 km respectivement parallèles et la méthode choisie pour notre échantillonnage et la méthode allemande quantitative de(kirchbom et wirth,1970) car elle a l'avantage d'être simple et son protocole est pratique

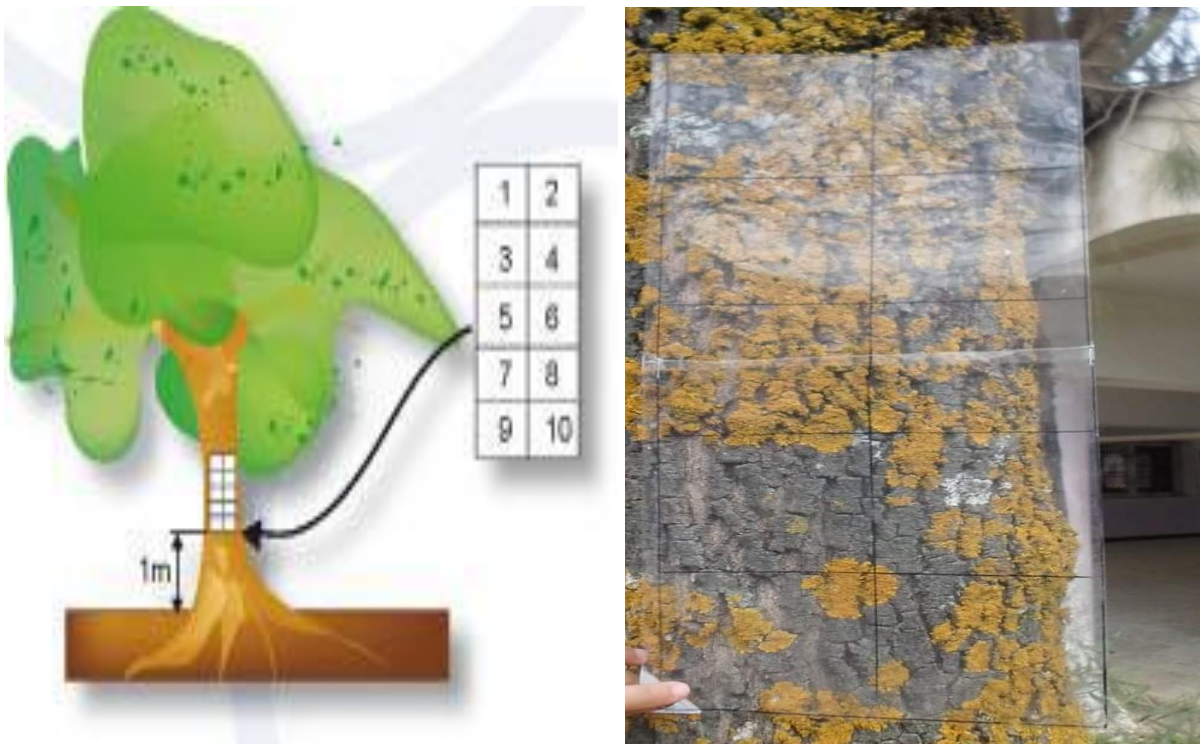


Figure N°22:la grille fixée sur le tronc d'un arbre au noud de la ville de Médéa

3-6-Étapes de l'application de la méthode

3-6-1-Le choix des arbres :

Les arbres choisis au sein de la station doivent répondre à un certain nombre des critères à savoir :

-choix de 06 arbres qui doivent être répartis de façon homogène.

-Les arbres ne doivent pas être penchés.

-Si possible les arbres de la même espèce.

-Nous avons choisi de 54 arbres ont été inventoriés.

-Le tronc doit avoir un diamètre supérieur à 20 cm et la grille doit être placée à 1 m au – dessus du sol.

- Le tronc en question ne doit pas être incliné.

-Ils doivent être situés à plus de 10 m de la chaussée d'une route principale

3-6-2-Matériel de récolte utilisé sur le terrain :

- Une loupe, pour l'observation des lichens de petits thalles, peu visibles à l'il nu.
- Un GPS (GPS Test), qui sert à indiquer les coordonnées géographiques (Longitude, Latitude, et L'altitude), pour situer le lieu de récolte.
- Un décamètre (pour avoir le diamètre des arbres, la hauteur minimale du relevé)

Des fiches terrain (fiche arbre, .fiche station).

- Les guides de détermination des lichens;(Guide des Lichens de France, Lichens des arbres .CHANTAL VAN HALUWYNET JULIETTE ASTRA) et (les lichens bio-indicateurs,Kirschbaum Wirth)
- Un pulvérisateur pour imbiber d'eau les lichens ce qui facilite leur identification.
- Grille faite avec un transparent (divisée en cinq mailles) de 50X20 cm pour avoir la fréquence des espèces.
- Des punaises pour fixer la grille sur le tronc de l'arbre.
- Un couteau pour prélever les échantillons.
- Des enveloppes pour mettre échantillons.

- une feuille d'enregistrement des notes
- Un Appareil photo. (OPPO A93, caméra 48 mégapixels

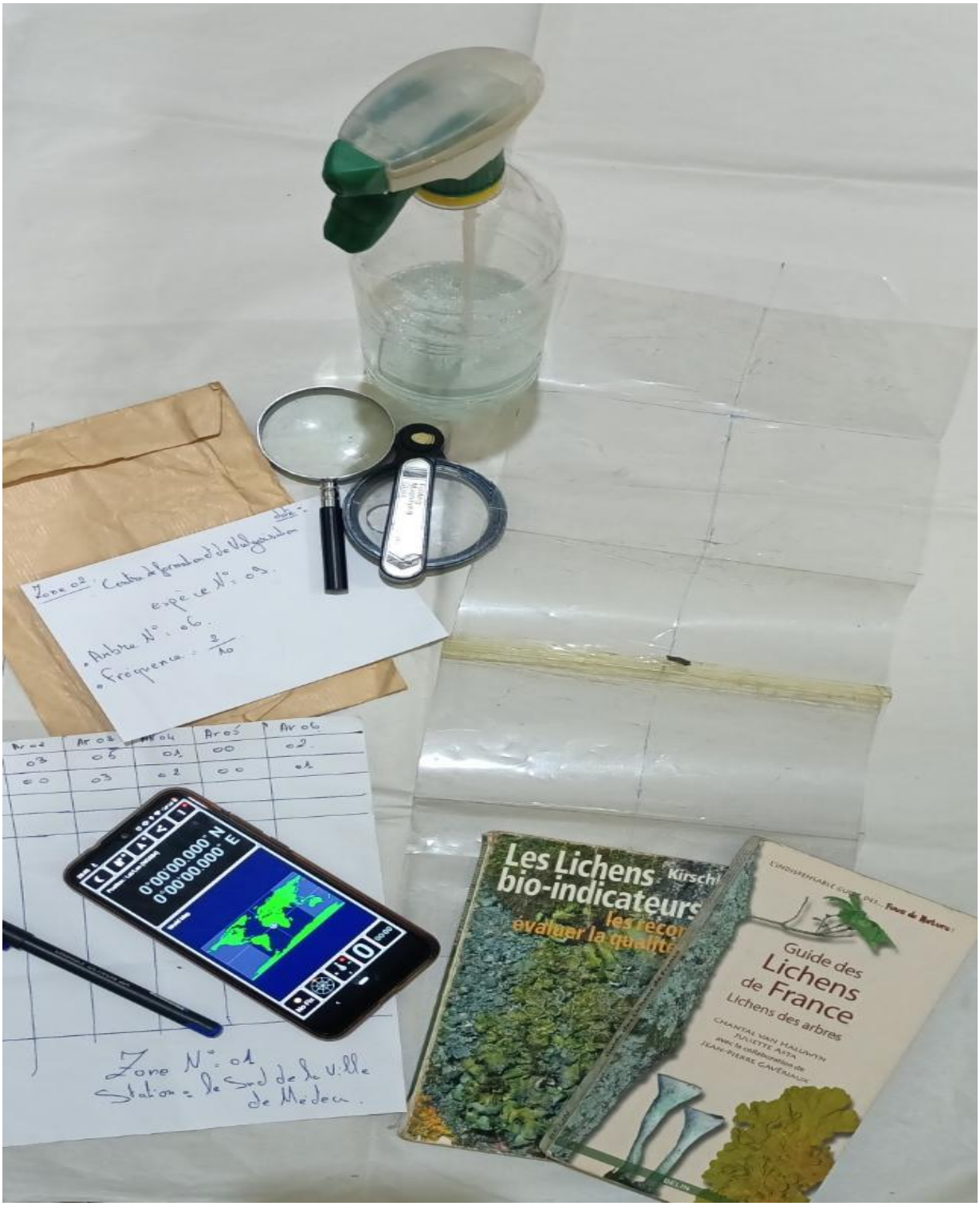


Figure N°23: le Matériel de récolte utilisé sur le terrain

3-6-3-Récolte et conservation des lichens :

- Choix l'arbre : 6 arbres dans chaque station ,Le diamètre des arbres doit être de plus de 20cm. En effet, la croissance des lichens est tellement lente que seuls les arbres âgés possèdent des colonies de lichens suffisamment développées.
- Le tronc doit être préalablement mouillée à l'aide d'un pulvérisateur rempli d'eau afin de mieux voir chaque espèce, mais aussi le maximum d'espèces présentes grâce à la grande capacité de reviviscence des lichens.
- les lichens fruticuleux et certains foliacés sont facilement enlevés de leur substrat, éventuellement à l'aide d'un bon canif, ou simplement à la main, en ayant soin de bien enlever la base. Pour les lichens très secs et cassants, il est parfois utile de les humecter avant de les prélever. Toutes les espèces crustacées et bonnes nombre de foliacées adhèrent fortement à l'écorce ou à la pierre à laquelle elles sont fixées. On a détaché des fragments du substrat avec un instrument adéquat (couteau)
- utiliser des enveloppes en papier pour assurer la conservation des échantillons jusqu'au moment de leur classement définitif.
- Établir la liste des espèces présentes en s'aidant de la fiche qui donne les caractéristiques d'identification de terrain (espèce N°.., arbre N°.., zone N°.., la date, l'altitude, les coordonnés géographiques)
- placer sur l'arbre une grille de 20 cm de largeur sur 50 cm de hauteur qui présente 10 carrés de 10 cm de côté. Une grille préétablie sur un morceau de plastique transparent suffit pour un usage occasionnel. Cette grille est placée à l'endroit de l'arbre qui semble présenter la plus grande diversité lichénique, à hauteur des yeux (le bas de la grille est environ à un mètre pour éviter toute perturbation du sol).
- Choisi le prochain arbre à une distance de 20mètre plus loin que le premier arbre.
- Echantillonner 54 arbres au sein de sud de la ville de Médéa qui permet d'avoir un nombre suffisant de la station pour comprendre la répartition des lichens et IQA pour les différents transepts
- Calculer l'indice de la qualité de l'air IQA Pour chaque carrée.

3-6-4-Identification des lichens:

Pour apprécier la qualité de l'air nous avons besoin de la valeur de l'Indice de la qualité de l'air qui nécessite la connaissance de la fréquence des espèces sur chaque arbres dans chaque station, d'où la nécessité pour nous, d'identifier toutes espèces échantillonnées au sein de chaque phorophyte.

Comme elle nécessite un matériel adéquat et surtout une assistance de notre promoteurs lichenologue algérien : Ghennam kamel et l'utilisation des guide de détermination des lichens;(Guide des Lichens de France, Lichens des arbres .CHANTAL VAN HALUWYNET JULIETTE ASTRA) et (les lichens bio-indicateurs,Kirschbaum Wirth)

L'identification des espèces ce fait par dex etape princiaux :

Premièrement les lichens sont identifier à l'aide des flores lichéniques selon :

1) Du thalle du point de vue ses caractères macroscopiques, sa morphologie générale, sa couleur, ses particularités et sa surface (présence éventuelle d'isidies, de soralies...).

b) Des fructifications pour distinguer le type d'ascocarpes (apothécie ou périthèce)

En plus de tous les autres caractères observables (couleur, forme et dimensions

Des thalles et les organes associés).

Deuxièmement d'identification a été faite au niveau du laboratoire de l'Université de Médéa grâce à la loupe binoculaire et trois réactifs principaux à savoir

- ✓ C : l'eau de javel.
- ✓ K : la potasse ou hydroxyde de potassium (KOH).
- ✓ P : la paraphénylènediamine

Pour ce faire, nous mettons sur chaque espèce à identifier une goute chaque réactif dont le changement de couleur d'un réactif à l'autre qui se voit clairement à la loupe binoculaire permet d'identifier facilement l'espèce lichenique en utilisant les guides des lichens.

C'est ainsi qu'après ouverture de toutes nos enveloppes arbre par arbre, nous avons pu identifier au total 12espèces qui reviennent plus moins régulièrement sur les écorces de nos 54 phorophytes échantillonnés

Nous avons utilisée Un appareil photo pour obtenir les photographies données dans Ce mémoire.

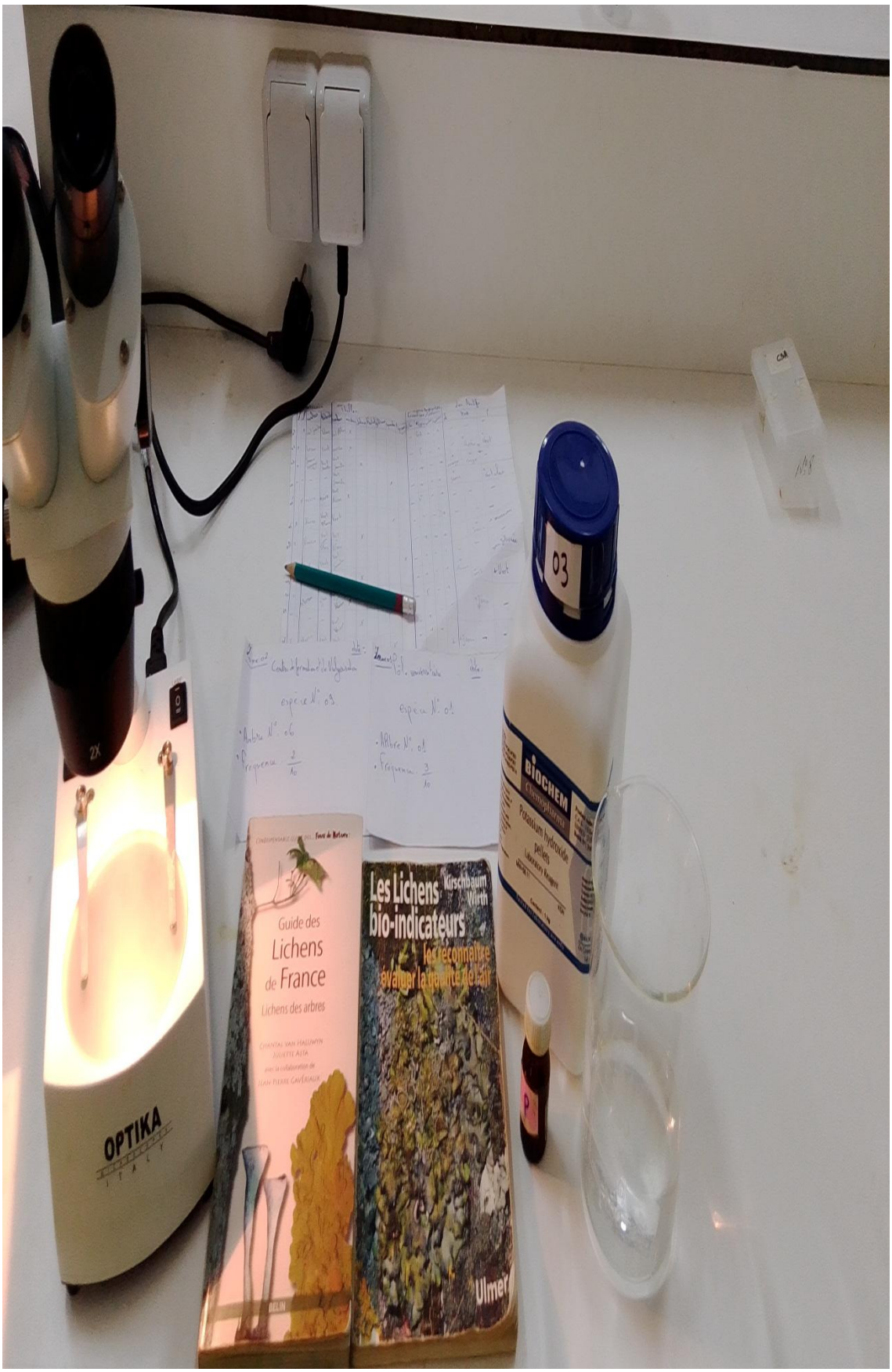


Figure N°24: le matériel utilisé pour l'Identification des lichens

3-6-5-Calcul de l'indice de la qualité de l'air IQA

Pour chacun des 6 arbres, en face du nom de l'espèce trouvée, indiquer le nombre de carré dans lesquels l'espèce est présente sur la grille (fréquence notée de 0 à 10, zéro quand l'espèce est absente, 10 quand elle est présente dans toutes les cases).

Pour chaque ligne calculer .ensuite la fréquence moyenne (somme des fréquences divisée par 6) qui sera reportée dans la dernière case de la ligne. Puis additionner toutes les fréquences moyennes afin d'obtenir l'IQA (VDI.1995)

*La valeur de l'I.Q.A. a été représentée sous la forme d'une couleur. Pour cela, les valeurs sont groupées en classes, chaque classe ayant une couleur qui lui est propre. La figure N°20 représente les degrés de pollution selon l'échelle d'évaluation des classes de qualité de l'air (Kirschbaum et Wirth, 1997)

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	Moy
Xanthoria parietina	10		8	7	4	10	6.5
Xanthoparmelia sp	2			3	10	10	4.16
Lecidella elaeochroma		10	6	2			3
Lecanoa dispersa		1					0.16
Parmelina sp		1					0.16
Indice de la qualité de l'air							13.98

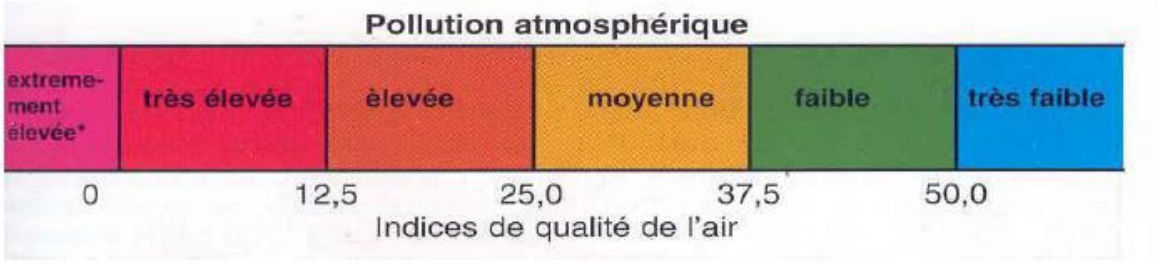


Figure N°25 : Echelle d'évaluation de la pollution de l'air pour l'Europe tempérée (Kirschbaum et Wirth, 1997)

Plus l'indice obtenu est élevé, plus la pollution atmosphérique est faible, plus l'air est de bonne qualité. Dans l'exemple précédent, l'indice 21,67 indique une pollution atmosphérique élevée

3-7-L'utilisation des SIG pour la cartographie de la qualité de l'air de la partie sud de la ville de Médéa :

- Google Earth Et le programme QGIS pour étalier la carte d'isopollution

3-7-1-La cartographie automatiques SIG

Selon Berger et al (2005), le SIG est vu en tant qu'outil informatique pour manipuler des données géographiques. Ainsi, le SIG est « un système pour saisir, stocker, vérifier, intégrer, manipuler, analyser et visualiser des données qui sont référencées spatialement à la terre. Il comprend en principe une base de données localisées et les logiciels applicatifs appropriés ». (ESRI, 2004). Le SIG est vu en tant que système d'information. Il est alors appelé SIRS (Système d'Information à Référence Spatiale) et est défini comme « un ensemble organisé Globalement comprenant des éléments (données, équipements, procédure, ressources humaines) qui se coordonnent, à partir d'une référence spatiale commune, pour concourir à un résultat ».

Les Systèmes d'Information Géographique exploitent deux différents types de modèles Géographiques (IAAT, 2003)

Chapitre 04

Résultat et discussion

4-Les espèces retrouvées

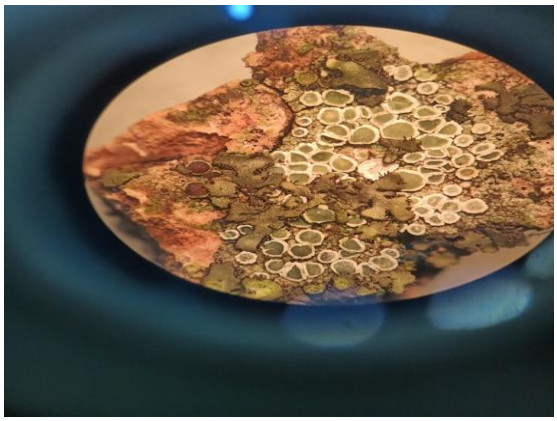
4-1-Identification des espèces

D'après les résultats de réactions colorées effectuées lors de phase d'identification des espèces nous avons pu identifier au total 13 espèces qui reviennent régulièrement sur les écorces de 5arbres échantillonnés.il est à note que certaine espèces ont été identifiées par leurs morphologique type de talle, couleur de talle.

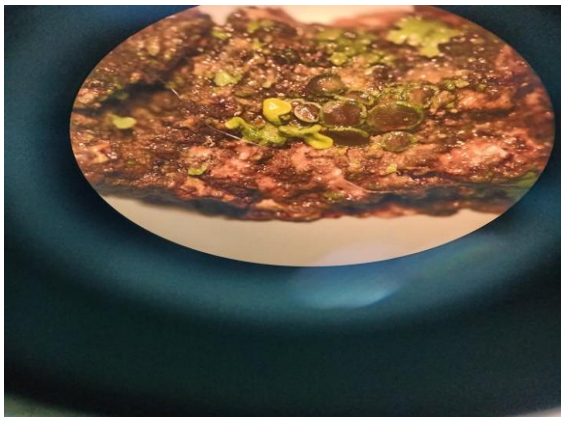
Tableau N°04 : le différent test chimique effectue pour la reconnaissance de Taxons

N° des espèces	Les réactifs			Nom des espèces
	CL	KOH	P	
1	-	-	-	Lecanoa dispersa
2	-	+ Marron	+ Vert	Physconia grisea
3	+ Orange	+ Rouge	-	Xanthoria parietina
4	+ Jaune	-	+ Vert	Melanelixia subaurifera
5	-	-	-	Lecidella elaeochroma
6	-	-	-	Lecanora pulicaris
7	-	+ jaune	+ Marron	Parmelina sp
8	-	-	-	Lecanora expallens
9	+ Marron	-	-	Xanthoparmelia sp
10	-	+ Vert foncé	-	Lecanora chlarotera
11	-	+ Jaune	-	Hypogymnia farinacea
12	+ jaune	-	-	Physconia venusta

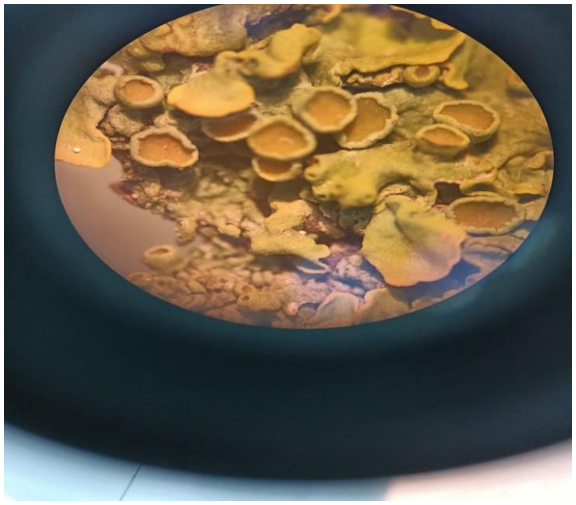
4-2-Les photos des espèces identifiées



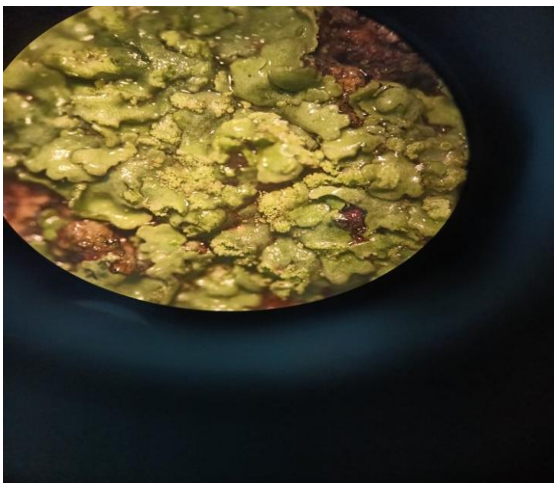
Lecanoa dispersa



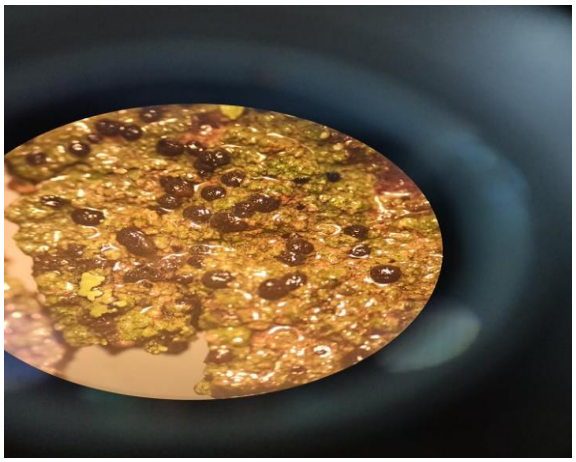
Physconia grisea



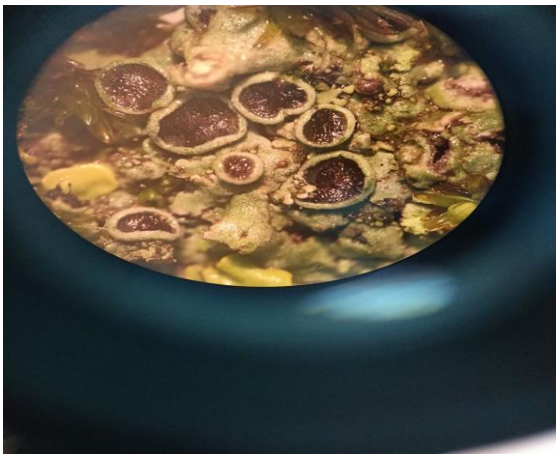
Xanthoria parietina



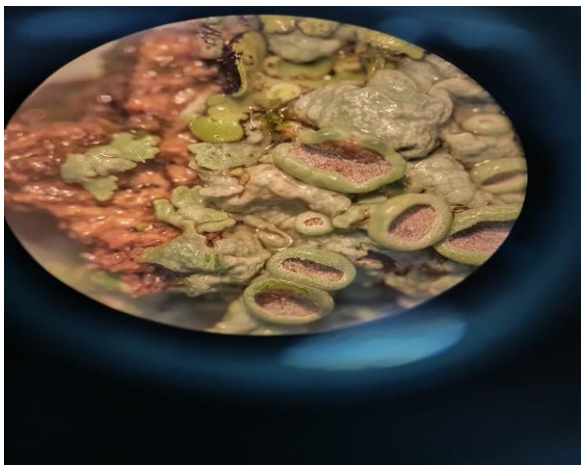
Melanelixia subaurifera



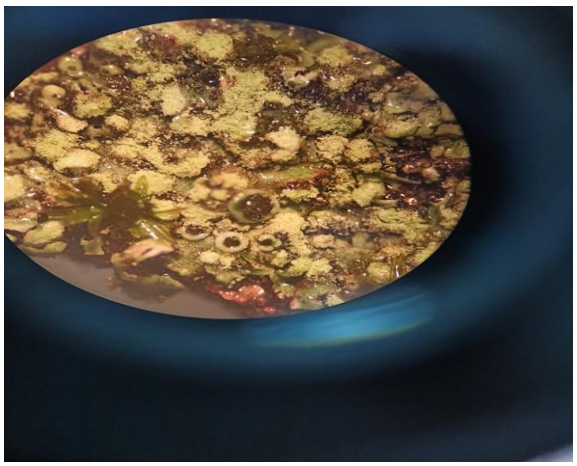
Lecidella elaeochroma



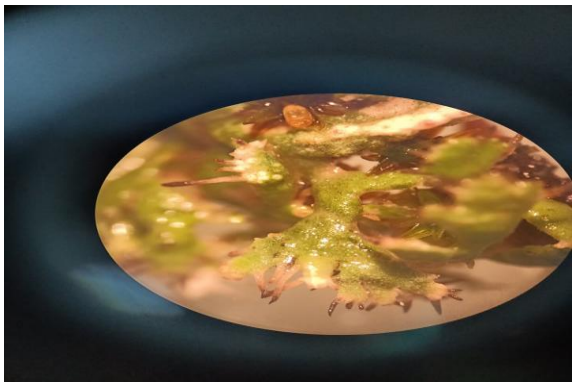
Lecanora pulica



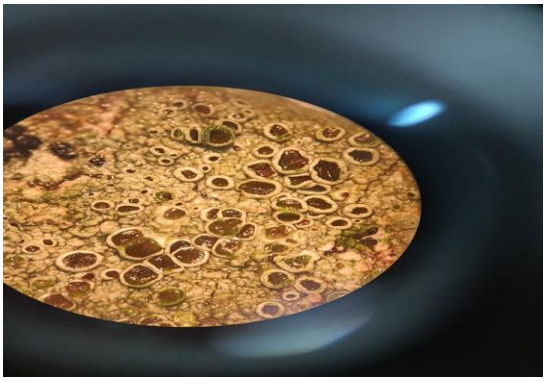
Parmelina sp



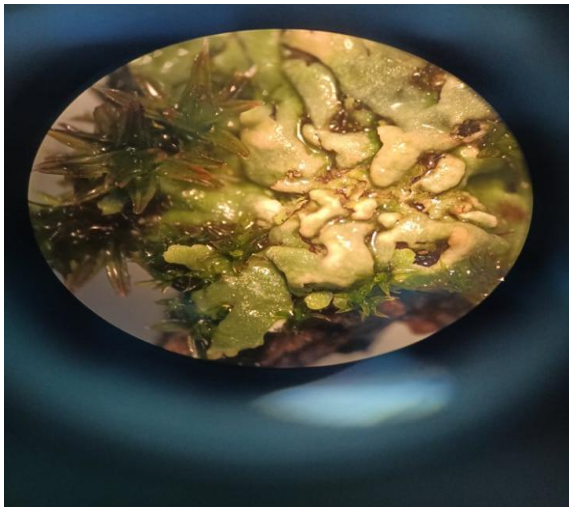
Lecanora expallens



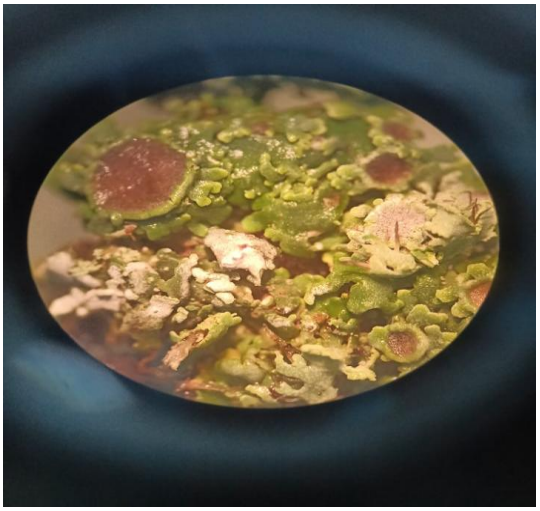
Xanthoparmelia sp



Lecanora chlarotera



Hypogymnia farinacea



Physconia venusta

Figure N°26 : Les espèces identifier dans la partie sude de la ville de Médéa

4-3-Classification des espèces en fonction du thalle

Selon le protocole de l'IQA est essentiellement quantitatif et ne tient compte que des espèces présente dans la grille. En observe sur toutes la facettes des arbres et en dehors de la grille, nous avons remarqué que les espèces comme *xanthoria pareitina* ont un grand recouvrement sur presque tous les phorophytes.

Le tableau ci-dessousdonne la liste des espèces echantillonnés en fonction de leur thalle .on remarque une prédominance des foliacés(7/12) que les espèses crustacés(5/12).

Tableau N°05 :espèces de lichens échantillonnées au sud de la ville de Médéa en fonction du thalle

N°espèces	Espèces retrouvées	Type de thalles
1	**Lecanoa dispersa**	Crustacés
2	**Physconia grisea**	foliacés
3	**Xanthoria parietina**	foliacés
4	**Melanelixia subaurifera**	foliacés
5	**Lecidella elaeochroma**	crustacés
6	**Lecanora pulicaris**	Crustacé
7	**Parmelina sp**	foliacés
8	**Lecanora expallens**	Crustacé
9	**Xanthoparmelia sp**	foliacés
10	**Lecanora chlarotera**	crustacés
11	**Hypogymnia farinacea**	foliacés
12	**Physconia venusta**	foliacés

4-4-.La présence des espèces sur différents arbres

Selon ghannam(2011) et Rahali(2003), les lichens est expose au nord de tronc, car en générale c'est le cote le plus colonisé par les lichens comme l'ont d'ailleurs constaté

Sur diverse types d'arbres de station il existe plusieurs types des lichens, le tableau suivant Regroupe les différents arbres échantillonnés.

Tableau N°06 : les espèces des arbres.

Les arbres	
Plantane(plantanus)	6
Orange sauvage (citrus sinensis)	4
Le figuier (ficus carica)	7
Casuarina (casuarina sp)	4
Le cyprée (Cupressus sempervirence)	5
Le peuplier (populus sp)	8
Mélia(Méliaceae)	13
L'amandier (prunus dulcis)	5
L'erable (Acère sp)	3

Ce tableau représente les arbres utilisés comme site de localisaton des lichens dans la partie sud de la ville de Médéa pour faire prélevé les lichens.

Nous avons trouvées beaucoup plus milia(meliaceae) environ 13arbres .puis Plantane(plantanus).et le puplier(poplous) environ8 arbres pour chaque une ces arbres trouvées en grande quantité dans la ville de Médéa, car elle trouve les conditions climatique favorable pour leur survie.

Dans la figure souvent la dessous représenté les espèces des arbres sous forme du graphe.

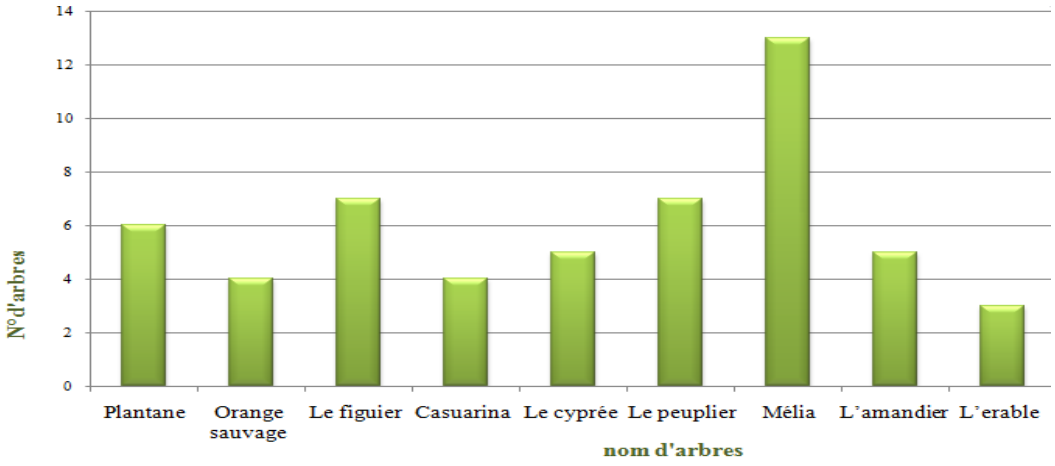


Figure N°27 : graphe des espèces d'arbres

4-5-L'indice de la qualité de l'air (IQA)

Après les calcules des valeurs d'IQA dans chaque stations on a obtenues les résultats suivants :

TableauN°07 :les valeur de l'IQA calculées

Station	Les valeurs d'IQA
A	28.46
B	15.14
C	23.14
D	35.15
E	25.46
F	30.63
G	13.98
H	16.03
I	21.47

4-6-Représentation des stations sur la carte de la ville de Médéa en fonction des l'IQA

4-6-1-Zonage

D'après le tableau N° 7 les valeurs de l'IQA calculées snt varient entre 34.99 et 13.98.

On fait le zonage sur la carte de la partie sud de la ville de Médéa en fonction des valeurs des IQA

Le tableau suivent représente le nombre de stations en fonction des classes d'IQA

Tableau N°08 : Classification des stations selon l'échelle Kirschbaum et Wirth (1997)

Station	Les valeurs d'IQA	Pollution atmosphérique
A	28.46	Moyenne
B	15.14	Elevée
C	23.14	Elevée
D	35.15	Moyenne
E	25.46	Moyenne
F	30.63	Moyenne
G	13.98	Elevée
H	16.03	Elevée
I	21.47	Elevée

Selon ce tableau nous déduire que lorsque la valeur d'IQA obtenu est élevée, plus la pollution Atmosphérique n'est faible, plus l'air est de bonne qualité.

Nous avons remarqué que les stations qui rencontrent un niveau de pollution élevé (B, C, G, H, I), et les zones qui a un niveau moyen de pollution sont (A, D, E, F).

4-6-2-Distribution des IQA

Présentation de la carte de pollution de la zone d'étude

Après avoir fait les différents calculs sur les I.Q.A de chaque station, les données sont Ensuite répertoriées et classées pour réaliser la carte de la pollution de notre zone d'étude. Dans la figure N°, est présentée la carte de la pollution des différentes stations selon leur Degré de pollution montrée par différentes couleurs.

12.5<IQA<25 ⟹ couleur orange (Elevée)

25<IQA<37.5 ⟹ couleur jaune (Moyenne)

Les nombres totaux des stations de la partie sud de la ville de Médéa est 09.pour visualiser ces deux classe de IQA sur la carte suivant :

Les placettes de couleur orange où les stations représentent la classe de l'IQA entre 13.98 et 28.46 qui sont classées dans le niveau élevée de la pollution atmosphérique

Les placettes de couleur jaune où les stations représentent la classe de l'IQA entre 30.63 et 35.15 qui sont classées dans le niveau moyenne de la pollution atmosphérique

4-7- Comparaison la biodiversité des lichens

Pour la station A

Nous avons mené notre étude dans la première zone, qui se situe à proximité du pôle urbain de l'université, qui se trouve exactement dans le cimetière des martyrs, et nous l'avons choisie après avoir examiné toute la zone selon le protocole en vigueur. mesures pour les huit zones restantes, où nous avons recherché le plus grand nombre d'arbres, qui sont à dix mètres de la route principale et le type de l'écorce Nous avons trouvé plusieurs types de lichens voir (annexe 2) , qui sont les suivants :(Lecanoa dispersa, Physconia grisea , Xanthoria parietina, Melanelixia subaurifera, Lecidella elaeochroma, Lecanora pulicaris, Parmelina sp, Melanelixia subaurifera, Xanthoparmelia sp, Lecanora chlarotera)

Pour la station B

La deuxième zone, qui se situe sous la residence universitaire en contrebas de la route principale menant à la zone et aux bâtiments de la zone et à quelques mètres du théâtre aérien du pôle, nous avons souffert du manque d'arbres contenant des lichens, et parce que la plupart des zones entre eux sont petites et nouvelles. , nous avons trouvé les types suivants(annexe 2):(Xanthoria parietina , Xanthoparmelia sp , Lecanoa dispersa, ,Lecanora chlarotera, Melanelixia subaurifera, Lecidella elaeochroma, Physconia venusta, Parmelina sp)

Pour la station C

La troisième région, qui se situe sous la route national numéro 1 sous le pôle urbain, et c'est une zone quelque peu dépourvue de bâtiments et éloignée des zones urbaines.Nous avons trouvé les types de lichens suivants :(Xanthoria parietina , Xanthoparmelia sp,,Lecanora chlarotera, Lecidella elaeochroma, Lecanora expallens, Physconia grisea, Lecanora pulicaris)

Pour la station D

La quatrième zone, qui se situe dans le quartier Damiat, et après notre examen de la zone, qui est une zone urbaine avec de nombreuses maisons, nous avons pris notre étude sur un échantillon d'arbres situés dans Nous avons trouvé les types de lichens suivant(annexe 2): (Xanthoria parietina, Lecanora expallens, Parmelina sp , Lecidella elaeochroma, Lecanora chlarotera, Lecanoa dispersa , Hypogymnia farinacea)

Pour la station E

La cinquième zone, qui se situe au lieu-dit Takbo, sur laquelle nous avons mené notre étude à l'Institut agricole, pour trouver un nombre suffisant d'arbres et la difficulté de travailler dans les zones voisines en raison du manque d'arbres et de leur présence à l'intérieur de la habitations ou exempts de lichen (annexe 2):(Physconia grisea, Parmelina sp , Xanthoparmelia sp, Xanthoria parietina, Lecidella elaeochroma, Lecanora chlarotera, Parmelina sp)

Pour la station F

La sixième zone, qui est la M’sallah, et c'est une zone qui contient de nombreux arbres, ainsi qu'une zone qui contient des résidences et des routes secondaires .Après une bonne recherche, nous avons mené notre étude sur les arbres au lycée Khadija Bin Rouisi, comme ainsi que la résidence universitaire pour filles, Jawhar Lauras, et l'école intermédiaire Imam Elias. nous

avons trouvé :(Xanthoria parietina, Xanthoparmelia sp, Lecanora chlarotera, Lecanoa dispersa, Lecanora expallens, Lecidella elaeochroma, Parmelina sp, Melanelixia , subaurifera, Lecanora pulicaris, Lecanora chlarotera)

Pour la station G

Une description de la septième zone, qui est située à proximité de l'hôpital Mohamed Boudiaf en face des bâtiments hospitaliers, ainsi que de l'école intermédiaire El Bachir Ibrahimi en face de l'hôpital nous avons trouvé (annexe 2) :(Xanthoria parietina, Xanthoparmelia sp, Lecidella elaeochroma, Lecanoa dispersa, Parmelina sp)

Pour la station H

La huitième zone s'appelle Talaish, et près du centre militaire du service national, c'est une petite zone boisée qui contient des arbres ainsi que quelques habitations .Après un bon examen, nous avons trouvé ces types de lichens (annexe 2) (Xanthoria parietina, Xanthoparmelia sp, Lecanora chlarotera, Melanelixia subaurifera, Lecanora expallens, Lecanoa dispersa, Physconia venusta)

Pour la station I

La neuvième et dernière zone, qui est située dans le bas de Bati, est une zone urbaine, et après avoir bien examiné la zone, nous avons trouvé (annexe 2) (Xanthoria parietina, Physconia venusta, Xanthoparmelia sp, Lecanora chlarotera, Lecidella elaeochroma, Lecanoa dispersa)

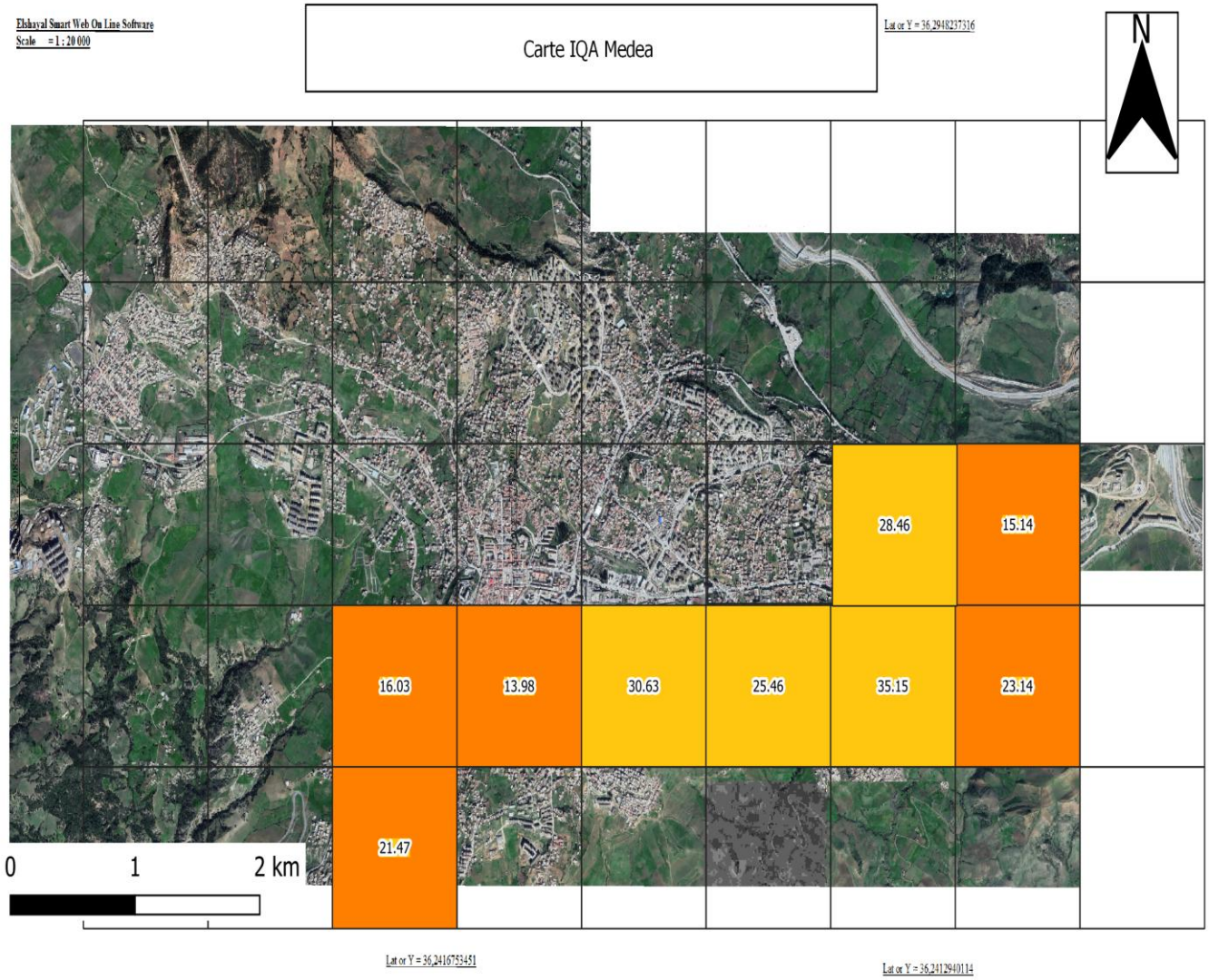


Figure 28 : zonage de partie sud de ville du Médéa en fonction des valeurs d'IQA

4-8-L'identification des espèces dans le station zest de Tibhirine

Tableau N°09: le différent test chimique effectue pour la reconnaissance de Taxons

N° des espèces	Les réactifs			Type de thalle	Identification des espèces
	CL	KOH	P		
1	-	-	-	crustacée	Basidia rubella
2	-	-	-	fruticuleux	Evernia prunastri
3	-	+jaune	-	foliacée	Physconia sp
4	-	+jaune	-	crustacée	Lecanora argentata
5	-	+marron	+rouge	complex	Cladonia mediteranea
6	-	+jaune	-	fruticuleux	Physconia sp
7	-	-	-	foliacée	Phaeophysa Hirtusa
8	-	+jaune	-	foliacée	Physia adscendens
9	-	-	-	crustacée	Lecanora patelaroedes
10	+vert	-	-	foliacée	Phaeophysia sp
11	+jaune	-	-	gélatineux	Colema sp
12	-	+jaune	-	crustacée	Deploicia canescens
13	+rouge	-	-	foliacée	Ochrolichia subviridis
14	+rouge	-	-	crustacée	Lecanactis patelaroides
15	-	-	-	foliacée	Xanthoparmelia sp
16	-	+jaune	-	foliacée	Parmelina sp
17	+orange	+rouge	-	foliacée	Xanthoria parietina
18	-	-	-	crustacée	Lecanora dispersa

4-8-1-Les photos des espèces retrouvées



Cladonia mediteranea



Lecanora argentata



Phaeophysia sp



Xanthoria parietina



Xanthoparmelia sp



Lecanora dispersa



Physia adscendens



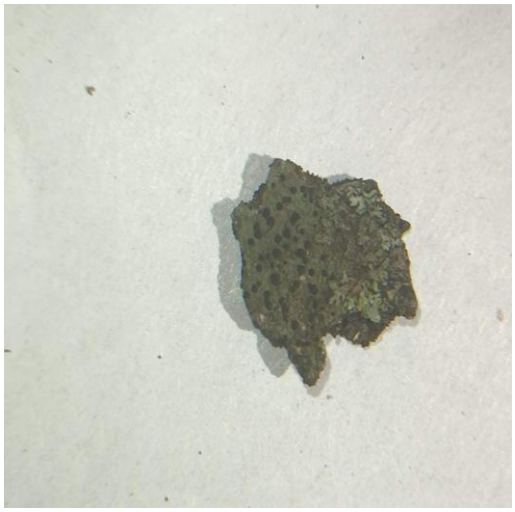
Colema sp



Lecanora patelaroedes



Ochrolichia subviridis



Lecanactis patelaroides



Lecanora dispersa



Basidia rubella



Deploicia canescens



Phaeophysa Hirtusa



Evernia prunastri



Lecanora patelaroedes



Physconia sp

Figure N°29 : Les espèces identifier dans la station de zest Tibhirine

4-9-Comparaison des résultats obtenus

Espèces	Espèces du sud de la ville de Médéa (2021)	Espèces du sud de la ville de Médéa(2018)	Espèces du la Zest de Tebhirine
Lecanora dispersa			
Physconia grisea			
Xanthoria parietina			
Melanelixia subaurifera			
Lecidella elaechroma			
Lecanora pulicaris			
Parmelina sp			
Lecanora expallens			
Xanthoparmelia sp			
Lecanora chlarotera			
Hypogymnia farinacea			
Physconia venusta			
Hypogymnia farinacea			
Durna ceuratenia			
Lepraria incana			
Lecanactis patelaroides			
Caloplaca cerina			
Luchamora disparssa			
Phaeophysa Hirtusa			
Collema Furfuracéum			
Physote duploeicice			
Basidia rubella			
Evernia prunastri			
Physconia sp			
Lecanora argentata			
Cladonia mediteranea			
Physconia sp			
Evernia prunasri			
Physia adscendens			

Lecanora patelaroedes			
Phaeophysia sp			
Colema sp			
Deploicia canescens			
Ochrolichia subvridis			

Les espèces communes entre la station zest de Tebhirine et la partie sud de la ville de Médéa(2021).

Les espèces communes entre la station zest de Tebhirine et la partie sud de la ville de Médéa(2018).

Les espèces communes dans la partie sud de la ville de Médéa (2021) et(2018).

Les espèces communes entres les trois stations.

Les espèces trouvées uniquement dans la partie sud de la ville de Médéa(2021).

Les espèces trouvées uniquement dans la partie sud de la ville de Médéa(2018).

Les espèces trouvées uniquement dans la station Zest de Tebhirine

comparants nos résulta sur la biodiversité licheniques pour la région du coté sud de la ville de Médéa et la zone est de Ttibhirine et Médéa coté sud année (2018) Notons que les deux régions sud et zest tibhirine possèdent des diversités licheniques différentes .ou nous remarquons que (*Xanthoria parietina, Lecidella elaechroma, Lecanora chlarotera*) sont des espèces communes entre les deux station du sud de la ville de Médéa (2021) ,(2018) e (t *Xanthoria parietina*) que nous avons trouvé dans tous les stations et sont des espèces résistent à la pollution

Le passage d'un milieu sain à un milieu pollué s'accompagne de la diminution du nombre d'espèce (appauvrissement de la flore) et de la disparition des espèces les moins tolérantes. Le contraire se produit également .En bio indication, ce sont les lichens les plus sensibles à la pollution qui indiquent le niveau de pollution de l'endroit.

Si tous les lichens sont sensibles à la pollution, ils n'y réagissent pas tous de la même façon. Certaines espèces sont particulièrement tolérantes et résistent mieux que d'autres aux agressions polluantes **(Philippe DELFOSSE et Alain DELPORTE 2006)**

-Les espèces communes entre les trois stations : *Xanthoria parietina*

-Les espèces communes entre les deux station de sud de la ville de Médéa (2021-2018) :

Lecidella elaechroma, Lecanora chlarotera

-Les espèces communes entre le Sud 2de la ville de Médéa(2021) et le zest de Tibhirine : *Lecanora dispersa Parmelina sp Xanthoparmelia* spLes espèces communes entre le Sud 2de la ville de Médéa(2018) et le zest de Tibhirine : *Caloplaca cerina*

Les différences entre les espèces trouvent dans le zest de Tibhirine et dans la partie sud de ville du Médéa montre que la station de Tibhirine et moins pollué à cause du site de Tibhirine est situé a une altitude à 1000 m, également il comprend Une zone urbaine loin de toute activité industrielle avec une action anthropique négligeable, et aussi un faible trafic routier.

Les différences entre les espèces trouvent dans la partie sud de la ville de Médéa entre les année 2021et 2018 repende au différence entre facteur d'habitation et automobile et la voix de circulation et établissement de l'infrastructure avec la diminution de couverture végétal surtout l'installation de l'université Yahia farés et le route national n° 01

4-10-Interprétation de la distribution de l'IQA

Les sources des polluants

Au niveau de la partie sud de la ville de Médéa, il y a beaucoup des habitations, des quartiers, des casernes militaires, des mosquées et l'installation de l'université Yahiya fares au Paul, Ain dhab et théâtre avec les résidences universitaire fréquentée par des nombreuses personnes en plus de la circulation automobile et des stations de transport principalement les causses des étudiants et l'existant de route principale n°01 et des routes secondaires avec une grande circulation.

Le couvert végétal

La végétation joue un rôle très important et agis sur la pollution atmosphérique en la réduisant, et d'autre cas ou la densité des végétations forme un obstacle non négligeable pour la circulation des polluant.

Dans la partie sud de la ville de Médéa présente une couverture végétal très faible et moins stratifiée et une végétation presque nulle dense et nous représentées des arbres isolé qui facilite le déplacement et la distribution.

L'altitude

Le facteur d'altitude est agit sur la dissémination des lichens, comme la partie sud de Médéa qui a une altitude élevée de 980 m.

Le vent

Le vent conditionne directement les polluants, il intervient par sa force, sa direction et sa fréquence dans leur accumulation sur le sol ou leur dispersion loin des sources (PHILIPPE, 2004)

Les vents de la partie sud de la ville de Médéa dominants viennent de l'ouest et du nord et soufflent pendant la saison froide et pluvieuse car de haut pression s'installent sur le tell elle subit l'influences des systèmes de vents fréquents et violent en hivers et en été des vents variables.

L'humidité

L'eau est un facteur permet la distribution des lichens, et dans la partie sud de la ville de Médéa il n'existe pas des sources d'eau important. Ce qui exprime le manque des espèces.

Les variations annuelles de la précipitation

La variabilité interannuelle des précipitations à des conséquences importantes sur la biologie des espèces (LEVEQUE, 2001) les précipitations influence le niveau de pollution atmosphérique, elles favorisent le lessivage de l'atmosphère et jouent un rôle prépondérant sur la qualité de polluants présent dans l'atmosphère. (GOMBERT, 1999)

Variation annuelles des Températures moyennes de l'air

Contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition De la totalité des espaces et des communautés d'êtres vivants dans la Biosphère (RAMADE, 1992).Elle influence la quasi-totalité des processus biologiques Avec des répercussions au niveau de la dynamique des populations et de la structure des Communautés (PETCHEY et al.2010).Ainsi, lorsqu'elle s'accroit, on observe généralement Une augmentation du taux d'accroissement des populations et du nombre de générations Par année en raison d'une saison de croissance plus longue et plus chaude(PARMESAN 2006).

L'effet des établissements et infrastructures existants

Dans la partie sud de la ville de Médéa existent certain établissement comme les écoles D'éducation à l'environnement, les cliniques médicaux, les restaurants…. ces Établissement et autres joué un rôle significatif pour diminue les valeurs de l'IQA est alors La pollution est augment.

Resistances des espèces lichénique

Les facteurs précédent agissent sur la distribution des IQA, mais aussi liée à la nature des Espèces des lichens qui retrouvées sur la plupart des arbres qui est échantillonnées, tout Les 12 espèces trouvées au Nord de ville de Médéa sont toutes résistantes par exemples Espèces comme *Xanthoria parietina* est présente sur tout les placettes, avec un Recouvrement presque toujours élevé, cette élévation de recouvrement d'espèce qui est Influencer positivement les values des IQA dans les placettes.

Conclusion générale

Conclusion

L'un des aspects que la nature a développé pour montre l'impact de la pollution atmosphérique généré par l'exploitation abusive, par l'homme, des ressources naturel est le lichen. Découvert récemment cet élément naturel est produit de l'association de deux éléments (champignon+ algue) qui pousse sur les arbres, les roches, et le sol indique efficacement le degré de pollution d'une région déterminé par son types de thalle, sa couleur …..Etc.

Dans notre travail nous avons utilisées les lichens pour évaluer la qualité de l'air dans la partie sud de la ville de Médéa. Car Ces dernières années la ville de Médéa a connu une croissance démographique et l'extension urbaine et l'augmentation de nombre de voiture. Ceci a engendré une détérioration de la pureté de l'atmosphère et en conséquence le risque pour la santé et les dommages sur l'environnement.

Pour l'évaluation de la qualité de l'air en utilisant les lichens et la méthode de l'indice de la qualité de l'air (IQA) nous avons trouvée deuze (12) espèces, les foliacées ont dominé par 7 espèces au plan de recouvrement Xanthoria parietina et Xanthoparmelia sp les plantes le plus abondantes.

Pour calculer l'IQA dans chaque station en été utilisés la fréquence est e recouvrement des espèces et réalisée la carte d'isopollution par le SIG.

A fin d'arriver a notre travail nous avons quelque facteur : la pollution atmosphérique, les paramètres climatique(le vent, couvert végétal).

A partir de cette étude nous avons constaté que la qualité de l'air dans la partie sud de la ville de Médéa et variée entre moyenne et élevée.

En conclusion, la bio indication léchenique est une méthode simple er économique pour avoir rapidement une bonne estimation sur la qualité globale de l'air tous polluants confondus. Cependant il faut signaler qu'il n'existe pas de correspondance directe entre cette estimation biologique et les mesures de pollution dans l'atmosphère

Liste de référence

A

AGNAN Y., 2013.Bioaccumulation et bioindication par les lichens de la pollution atmosphérique actuelle et passée en métaux et en azote en France : sources, mécanismes et facteurs d'influence. Doctorat de l'université de Toulouse. INP Toulouse,37p.

Agnes FLour.2004. Observation biologique des lichens. Ed: Moissac. France, 172 p.

Ait Hammou M., (2015). Analyses taxonomique et écologique des lichens de la région de TIARET. Thèse de Doctorat. Université d'Oran 1. Algérie. 266 p

Annonym . (2017),PDAU INTERCOMMUNAL DE MEDEA , DRAA SMAR, TAMEZGUIDA , OUZERA., Hydrolique de medea.15p

Asta J, Letrouit M. A, (1994). Thallus morphogenesis in some lichens. *Cryptogamic Botany*, 4 : 274-282

B

Bricaude , O;2010.les liches des forets de la région méditerranéenne française et leur relation avec la continuité écologique des boisements . Rapport WWF-AFL,p:118

C

Clauzade G. & Roux C. (1987):Généralités sur les lichens et leur détermination. Bulletin de la société botanique du centre-ouest, Dignac (France) nouvelle série, tome 18, pp 147-214.

Clauzade G. et Roux C., 1985. Likenoj d'Okcidenta Europo. Ilustrita determinlibro verkis, Kuunlaboris, Ed. Houmeau, Royan. 893 p

CLAUZADE. G et ROUX. C , (1987), Likenoj de Okcidenta Europo.Suplemento 2a. *Bull. Soc. bot.* Centre-Ouest, Nouv. Série, 18: 177-214.

Coste C., (2011): Écologie et fonctionnement des communautés lichéniques saxicoleshydrophiles, Thèse de doctorat d'Écologie. , Université Toulouse, 132 p.

D

DELMAS R., CHAUZY S., VERSTRAETE U-M., FERRE H., 2007. Atmosphère, Océan et Climat. Edt. Belin. 228 p.

DERUELLE S., 1994.Utilisation des lichens comme bioindicateurs de la qualité de l.air. Module 2L0hommeetlabiosphre2:Universit:P arisV I : Paris:21p.

G

GARREC J.P., VAN HALUWYN C. (2002). *Biosurveillance végétale de la qualité de l'air, Editions Tec & Doc, Paris, 117p*

Gavériaux, J.-P. (1996). Les lichens et la bioindication de la qualité de l.air: guide technique à l.usage des professeurs des collèges et des lycées: éducation à l.environnement, CRDP de l.Académie d.Amiens,52 p.

Déruelle S., Lallemant R., (1983): Les lichens témoins de la pollution, Université biologique, 108p

George B. (1999). Understanding Lichens. Ed. Richmond. 92 p.

GHANNAM KAMEL, 2011,Les lichens dans l'algérois, étude de leur biodiversité et biosurveillence par SIG de la qualité de l'air :magister, pathologie des écosystèmes USTHB, pages82

GORENFLOT R et GUERN M. (1989). Organisation et biologie des Thallophytes. Doin éditeur- Paris, p.160-164.

Goujon M. (2004). Lichens et biosurveillance de la qualité de l'air. Publication de qualité de l'air. Publication de l'Agence régionale de l'environnement de Haute-Normandie : connaitre pour agir. 4 p.

K

KIRSCHABAUM, U. ET WIRTH, V.1997. Les Lichens bio indication, les reconnaitre, évaluer la qualité de l.air. Paris ;Les Edition Eugen Ulmer.128 p

L

la direction de l'environnement de Médéa.2013 .invest in Algéria wilaya de Medéa

LAGDIC L., CAQUET T., AMIRAD J-C., RAMADE F., 1998. Utilisation de biomarqueurs pour la surveillance de la qualité de l.environnement. Tec et Doc. Pays et 87P.

Le gac E, Miralles B M, Brosseau L, De champeaux E. 2006. Les lichens : Structure, écologie et intérêt, Mem. lic.Univ de Rennes 1 UFR SVE, 135 p.

M

MAIZI N., 2013.Caractérisation de la pollution plombique à l'aide des bioindicateurs végétaux: un lichen (Ramalina farinacera), une mousse (funaria hygrométrica) et quelques espèces phanérogramiques dans la région de ANNABA (Algerie) thèse de doctorat biologie végétale.129p

Masson J-C. 2014. Les lichens, bioindicateurs de la qualité de l'air- IFE - avril 2014

N

NULTSCH, W., 1998.Botanique générale. Lichens. Université de Boeck, 602p

Nylander I., 1866_les lichens du jardin de Luxembourg.bulletin de la société de France ,13.p364-372.

O

Ozenda P. 2000. Les végétaux. Organisation et diversité biologique. Éd. Dunod, Paris. 512 p.

OZENDA et CLAUZADE. (1970).Les lichens étude biologique et flore illustrée.Edition : Masson, P. 8-39, 109,121.

R

Rahali M.,2003-etude de la pollution plombique et globale dans la région d'alger en utilisant les lichens comme indicateurs biologique. Thése de doctorat.L'INA.ALGER,302p.

Ramade F.2002-élèment d'écologie appliquée,Ed.DUNOD,Paris.

Ramade , F., 1995. élément d.écologie .4ieme édition. Paris : Ediscience, 361 p.

S

SOUCHON, C.1971.-Les lichens.(collection Que-sais-je ?).Presse Universitaires de France éd, Paris, 124p

SERUSIAUX E, D. P. (2004), *Les macrolichens de Belgique du Luxembourg et de nord de la France.*

Sylvain BELLENFANT, Jean VALLADE, Jean BEGUINOT, Daniel SIRUGUE, Claude LEMMEL et le Groupe Lichens de Bourgogne (GLIB), Les lichens et une symbiose exemplaire Rev. sci. Bourgogne-Nature - 12-2010,
30-45.

T

Tievant P., (2001) : Guide des lichens : 350 espèces de lichens d'Europe. Édition Délachaux et Niestlé, Paris, 304 p

V

Van Haluwyn Ch.et Lerond M., (1993) : Guide des lichens. Ed.Lechevalier, Paris, 344p.

Site internet

https://www.infoclimat.fr/climatologie/normales-records/2000 2020/medea/valeurs/60437.html

Les annexes

Annexe 1

Les donnes climatiques

Tableau 1: précipitation de la willaya de Médéa (2000-2020) infoclimat .fr

Les mois	Janviers	Fevrier	mars	avril	mai	Juin	Juillet	Aout	Septe	Octbr	Nevmbr	dcmbr	Somme
Les moyenns	115.7	95.1	90.7	73.9	42.0	12.8	4.8	10.8	40.9	46.7	98.3	111.4	743.0

Tableau 2 : la température de la willaya de Médéa (2000-2020) infoclimat .fr

Mois	Janviers	Fevrier	Mars	Avril	mai	juin	Juillet	Aout	septmbre	Octbre	Novembre	Décembre	Somme
Max	9.0	9.4	11.9	16.0	21.7	28.1	31.0	30.3	26.3	20.6	12.9	10.3	19.0
min	4.1	3.9	5.8	8.7	12.3	17.2	20.8	21.3	17.0	13.2	7.6	5.3	11.4
Moy	6.9	7.1	9.8	12.9	17.3	23.1	27.2	26.5	21.7	17.7	10.8	7.8	15.7

Annexe 2 : Tableau de l'identification des espèces pour le sud de ville Médéa

Codes	Réactifs /couleur			Thalle	Couleur des thalles	Cilles	Rhizine	Soridiée /isidiée	Convex/concav	Reb orde
	Cl	K oh	p							
N°1	-	-	-	crustacés	Vert/ bleu	-	peut	Isidiée	**Convex**	**Blanc**
N°2	-	+ Marron	+ Vert	foliacés	Marron	-	peut	Isidiée	Concave	Vert
N°3	+ Orange	+ Rouge	-	foliacés	Ver t jaunâtre	-	+	Isidiée	Concave	Vert jaunâtre
N°4	+ Jaune	-	+ Vert claire	foliacés	Vert jaunâtre	-	+	Isidiée	-	-
N°5	-	-	-	crustacés	Vert marron	-	peut	Isidiée	Convex	Noire
N°6	-	-	-	Crustacé	Vert	-	+	Isidiée	Concav	Vert blanc
N°7	-	+ jaune	+ Marron	foliacés	Vert blanc	-	+	Les 2	Concave	Vert /blanc
N°8	-	-	-	Crustacé	Vert jaunâtre	-	+	Isidiée	Concave	Vert
N°9	+ marron		Gris foliacés	foliacés	Vert jaunâtre	-	+	isidiée	-	-*
N°10		+ Vert		crustacés	Gris marron	-	Peut	Isidie	Concave	gris
N°11		+ Jaune	-	foliacés	Vert marron	-	+	Isidiée	-	--
N°12	+ **Jaune**	-	-	foliacés	Vert jaunâtre	+	+	isidiée	Concave	Vert jaunâtre

Zone A

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	Moy
Lecanoa dispersa	3		4	9	2		3
Physconia grisea	2						0.33
Xanthoria parietina	10	10	10	10	6	10	9.33
Melanelixia subaurifera	6	4					1.66
Lecidella elaeochroma	1			1	6		1.32
Lecanora pulicaris		3	1	10			2.33
Parmelina sp		5	1	10		2	3
Melanelixia subaurifera		2	8			3	2.16
Xanthoparmelia sp		6	3		3	6	3
Lecanora chlarotera		2		5	6	1	2.33
Indice de la qualité de l'air							28.46

Zone B

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	Moy
Xanthoria parietina	08	10	10		10	10	8
Xanthoparmelia sp	06				4	1	1.83
Lecanora chlarotera	02	2	7				1.82
Physconia venusta		3					0.5
Melanelixia subaurifera		8					1.33
Lecanoa dispersa		2					0.33
Lecidella elaeochroma		1	2	2			0.83
Parmelina sp			3				0.5
Indice de la qualité de l'air=15.14							

Zone c :

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	Moy
Xanthoria parietina	8	10	10	10	8	10	9.33
Xanthoparmelia sp	10	5	10	4	2	10	6.83
Lecanora chlarotera	4				6		1.66
Lecidella elaeochroma		8			3		1.83
Lecanora expallens				4			0.66
Physconia grisea				5	6		1.83
Lecanora pulicaris					6		1
Indice de la qualité de l'air							23.14

Zone d :

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	Moy
Xanthoria parietina	10	10	10	10	10	10	10
Lecanora expallens	6	10	10	10	10	10	9.33
Parmelina sp			6	2	7		2.5
Lecidella elaeochroma	10	6		8	10	7	6.83
Lecanora chlarotera	1	2	4		9	7	3.83
Lecanoa dispersa		1	5		6	3	2.5
Hypogymnia farinacea		1					0.16
Indice de la qualite de l'air							35.15

Zone e :

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	Moy
Physconia grisea	5	5	5	7	6	4	5.32
Parmelina sp	2	1	7	9			3.16
Xanthoparmelia sp	1	2	3	4	5		2.5
Xanthoria parietina	10	10	10	6	10	10	9.33
Lecidella elaeochroma			10	1	2		2.16
Lecanora chlarotera			8				1.33
Parmelina sp			5	5			1.66
							25.46

Zone f :

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	Moy
Xanthoria parietina	10	10	10	10	9	10	9.83
Xanthoparmelia sp	4	8	7	5	2		4.33
Lecanora chlarotera	1						0.16
Lecanoa dispersa	4			4		1	1.5
Lecanora expallens	2	2	8	2	7		3.5
Lecidella elaeochroma	1			5		5	1.83
Parmelina sp	1	1	6		1		1.5
Melanelixia subaurifera			8		5	2	2.5
Lecanora pulicaris			10	3		6	3.16
Lecanora chlarotera				5	2	6	2.16
Hypogymnia farinacea						1	0.16
Indice de la qualite de l'air							30.63

Zone g :

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	Moy
Xanthoria parietina	10		8	7	4	10	6.5
Xanthoparmelia sp	2			3	10	10	4.16
Lecidella elaeochroma		10	6	2			3
Lecanoa dispersa		1					0.16
Parmelina sp		1					0.16
Indice de la qualite de l'air							13.98

Zone h :

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	Moy
Xanthoria parietina	10	9	10	10	10	10	9.83
Xanthoparmelia sp	3	2		6			1.83
Lecanora chlarotera	2						0.33
Melanelixia subaurifera	2		7		2	4	2.5
Lecanora expallens			1			1	0.33
Lecanoa dispersa					3		0.5
Physconia venusta						4	0.66
Indice de la qualite de l'air							16.03

Zone I :

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	Moyenne
Xanthoria parietina	10	9	10	10	10	10	9.83
Physconia venusta	4		6				1.66
Xanthoparmelia sp	3	3	4	2	4	3	3.16
Lecanora chlarotera	7			7			2.33
Lecidella elaeochroma		4		6	7	5	3.66

Lecanoa dispersa		2			3		0.83
Indice de la qualite de l'air							21 ,47

Annexes 02 :Les tableaux de les cordonnes géographiques

Les Cordons GPS des arbres

Station n°B			**Alt**
Les arbres	**N**	**E**	**(m)**
A1	36°16'08,002N	2°48'04,243	993
A2	36°16'10,253N	2°48'05,660	997
A3	36°16'10,072N	2°48 '05 ,867	972
A4	36°16'10,042N	2°48'08,098	978
A5	36°16'09,468N	2°48'06,928	983
A6	36°16'08,019N	2°48'06 ,521	993

Station n°C			**Alt**
Les arbres	**N**	**E**	**(m)**
A1	36°15'50.221	2°48'13.795	936
A2	36°15'18.698	2°48'18.698	927
A3	36°15'47.425	2°48'18.690	894
A4	36°15'48.180	2°48'25.562	890
A5	36°15'48.703	2°48'28.733	897
A6	36°15'48.258	2°48'25.277	896

Station n°E			**Alt (m)**
Les arbres	**N**	**E**	
A1	36°15’43.377	2°46’15.482	966
A2	36°15’42.775	2°46’15.395	974
A3	36°15’43.575	2°46’17.450	970
A4	36°15’43.179	2°46’17.123	973
A5	36°15’45.453	2°4616.500	966
A6	36°15’44.454	2°46’15.502	975

Station n°F			**Alt (m)**
Les arbres	**N**	**E**	
A1	36°15’25.155	2°45’56.991	964
A2	36°15’25.318	2°45’57.556	961
A3	36°15’25.920	2°45’57,041	961
A4	36°15’25.888	2°45’56.924	933
A5	36°15’27.070	2°45’57.447	974
A6			

Station n°G			**Alt (m)**
Les arbres	**N**	**E**	
A1	36°15’31.893	2°45’31.417	975
A2	36°15’31.478	2°45’30.498	975
A3	36°15’32.231	2°45’31.546	698
A4	36°15’32.768	2°45’32.790	968
A5	36°15’34.145	2°45’34.005	980
A6	36°15’33.539	2°45’34.513	969

Station n°H			**Alt (m)**
Les arbres	**N**	**E**	
A1	36°15’32.451	2°44’13.269	819
A2	36°15’33.183	2°44’26.488	844
A3	36°15’44.576	2°44’43.505	904
A4	36°15’44.851	2°44’51.168	937
A5	36°15’45.554	2°44’50.725	940
A6	36°15'45.013	2°44’51.168	937