

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



N°Ref :.....

Centre Universitaire Abdelhafid BOUSSOUF- Mila

Institut des Sciences et de la Technologie

Département des Sciences de la Nature et de la Vie

Mémoire préparé en vue de l'obtention du diplôme de

Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences de la Nature et de la Vie

Spécialité : Protection des Ecosystèmes

Thème

**Inventaire des lichens des secteurs Sud de la ville
de Mila**

Présenté par :

- **BOUCHERMA Manar**
- **ABDERZZAK Fairouz**

Devant le jury :

Président : Mr. BOUCHAREB Noureddine Grade : MCA Centre Universitaire de Mila

Examinatrice : Mme. BOUAROUDJ Sara Grade : MCB Centre Universitaire de Mila

Promoteur : Mr. LAALA Ahmed Grade : MCA Centre Universitaire de Mila

Année Universitaire : 2021/2022

Remerciement

Qu'il nous soit d'abord permis de remercier et d'exprimer notre gratitude envers le

Bon Dieu, qui nous a donné la patience et le courage pour que nous puissions

achever ce travail.

Nous adressons tous nos sincères et respectueux remerciements à nos promoteur, Mr

LAALA Ahmed pour leur dévouement et leur disponibilité durant la préparation de

ce mémoire.

Nos remerciements s'adressent aux membres du jury d'avoir accepté d'évaluer notre

travail.

Nous tenons également, à remercier tout le corps enseignant du département science

de la nature et de la vie qui a contribué à notre formation.

Enfin, nous tenons à remercier, tous ceux qui ont contribué de prêt ou de loin pour

l'élaboration de ce présent travail.

Dédicaces

A MA TRES CHERE MERE

Source inépuisable de tendresse, de patience et de sacrifice. Ta prière et ta

Bénédictio n'ont été d'un grand secours tout au long de ma vie.

*Quoique je puisse dire et écrire, je ne pourrais exprimer ma grande affection et ma
profonde reconnaissance. J'espère ne jamais te décevoir, ni trahir ta confiance et tes
sacrifices.*

Puisse Dieu tout puissant, te préserver et t'accorder santé, longue vie et Bonheur.

A MON TRES CHER PERE

*De tous les pères, tu es le meilleur. Tu as été et tu seras toujours un exemple pour
moi par tes qualités humaines, ta persévérance et perfectionnisme. En témoignage de
brut d'années de sacrifices, de sollicitudes, d'encouragement et de prières.*

Puisse Dieu vous préserver et vous procurer santé et bonheur.

A Mes frères soufiane et sif eddine

A MES TRES CHERES SŒURS Souad Meryem et Ikram

A PETIT NEVEU DJOUDI

A MON ADORABLE PETITE SŒUR Rawan

*Une sœur comme on ne peut trouver nulle part ailleurs, Puisse Allah te protéger,
garder et renforcer notre fraternité. Je te souhaite tout le bonheur du monde*

B. Manar

Dédicaces

Avant tout je remercie dieu qui m'a donné la puissance la volonté la santé et le courage pour achever ce travail.

je dédié mon modeste travail À la plus douce et belle femme au monde à ma formidable maman "HAFIZA" qui ma tout donné.

Je tiens aussi à remercier mon cher papa "SEDDIK" le brave homme qui m'a soutenu tout au long de ma vie que dieu vous protège mes chers parents A toute ma famille Mon grand frère OUSSAMA et sa femme et ces enfants (YAZEN NEDJME EDINNE)

Ma chère sœur AMINA et son mari et ces enfants (AMANI et les jumeaux DAYAA et LIWAA EDINE)

MES CHERES FRERES YAHIA ET ISLEM.

MON CHER FIANCE CHARAF

Qui n'a jamais cessé de m'encourager et de toujours ma soutenir pour accomplir ce travail.

A tous mes oncles, mes tantes grandes mère et grandes pères, je n'ai pas pu citer des noms pour crainte d'oublier certains A mes cousins mes cousines.

A ma deuxième famille ZOUAGHI. Un grand merci à tous mes amies " MANAR, IBTISSEM, MARWA, MERYEM RAYAN...qui m'ont encouragé de près ou de loin.

A. Fairouz

Table des matières

Table des matières.....	I
Liste des figures.....	IV
Liste des tableaux.....	VI

Introduction générale

Chapitre : Etude bibliographique

I.1	Définition des lichens	1
I.2	Différences fondamentales des lichens avec les végétaux supérieurs.....	1
I.3	Les partenaires impliqués dans la symbiose lichénique	1
I.3.1	Le partenaire fongique	1
I.3.2	Le partenaire chlorophyllien	2
I.4	Echanges nutritionnels entre les partenaires	2
I.5	Anatomie et structure du thalle des lichens	3
I.5.1	Structure homéomère.....	3
I.5.2	Structure hétéromère	4
I.6	Différents types de thalles	5
I.6.1	Thalle crustacé	5
I.6.2	Thalle foliacé	5
I.6.3	Thalle squamuleux.....	6
I.6.4	Thalle gélatineux.....	6
I.6.6	Thalle fruticuleux	7
I.6.7	Thalle filamenteux	7
I.6.8	Thalle Composites.....	8
I.7	Principaux groupements lichéniques.....	11
I.8	La reproduction des lichens	11
I.8.1	La reproduction asexuée	11
I.8.2	La reproduction sexuée	12
I.9	Répartition écologique des lichens	13
I.9.1	Les facteurs substratiques.....	13
I.9.2	Les facteurs climatiques	13
I.9.3	Les facteurs biologiques	14
I.10	Utilisation des lichens	14
I.10.1	Usage alimentaire	14
I.10.2	Usage industrielles	14
I.10.3	Usage médicaux	15

Table des matières

I.10.4	L'utilisation des lichens comme indicateurs de pollution	16
Chapitre II: présentation de la zone d'étude		
Matérielles et méthodes		
II.1	Présentation de la zone d'étude	21
II.1.1	Situation géographique.....	21
II.1.2	La carte topographique	21
II.1.3	Les Paramètres climatiques	23
II.2	Matérielles et méthodes	25
II.2.1	Matérielles.....	25
II.2.2	Méthodes d'échantillonnage des lichens	27
Chapitre III: résultats et discussions		
III.1	Liste des lichens identifiés.....	29
III.2	La diversité lichénique des arbres.....	34
III.3	La diversité lichénique des secteurs	34
III.4	La richesse spécifique des lichens des secteurs sud de la ville de Mila.....	35
III.4.1	L'analyse par secteur	35
III.5	Répartition physionomique	37
III.6	Analyse par classe.....	38
III.7	L'analyse par famille	39
III.8	Analyse par genre	41
III.9	Identification des espèces bio-indicatrices.....	42
Conclusion		
Référence bibliographique		
Annexe		

Liste des figures

Figure01 : Echanges nutritionnelles entre les partenaires des lichens (VanHaluwyn, 2009).

Figure02 : Anatomie et structure de lichens (Hale, 1974).

Figure03 : Structure homéomère : coupe transversale du thalle (Ozenda et Clauzade, 1970).

Figure04 : Structure hétéromère stratifiée coupe transversale du thalle (Boullard, 1990)

Figure05 : Structure hétéromère radiée coupe transversale du thalle (Boullard, 1990)

Figure06 : thalle crustacés (Bricaud, 2010).

Figure07 : Thalle foliacé (Bricaud, 2010)

Figure 08 : thalle squamuleux (Bricaud, 2010)

Figure09 : Thalle gélatineux (Bricaud, 2010)

Figure10 : thalle fruticuleux (bricaud, 2010)

Figure11 : Photo et dessin d'un thalle filamenteux Kerkour et Smaoun, (2018), Tiévant,2001) in (Ait Hammou, 2015).

Figure12 : Thalle composite (Bricaud, 2010)

Figure13 : Organes reproductifs des lichens (a) apothecies, (b) lirelles, (c) peritheces ,(d) Soralies, (e) isidies (Agnan. ; 2013)

Figure14 : Reproduction asexuée par sorédies (Beguinot et al, 2010).

Figure15 : Reproduction asexuée par isidies (Beguinot et al, 1998)

Figure16 : Mécanismes de la reproduction sexuée (Beguinot et al, 2010).

Figure17 : Localisation de la zone d'étude

Figure18 : pente de la ville de Mila par classe(en%)

Figure19 : Altitude de la partie sud de la ville de Mila

Figure20 : Précipitations moyennes mensuelles de la ville de Mila (période 2009-2018)

Figure21 : Température moyennes mensuelles de la ville de Mila (période 2009-2018)

Figure22 : Situation de la région de Mila dans le Climagramme d'Emberger (2009-2018)

Figure23 : interface de l'application GPS

Figure24 : la diversité lichenique de chaque arbre des secteurs sud de la ville de Mila

Figure25 : la diversité lichenique de chaque arbre des secteurs sud de la ville de Mila

Figure26 : la richesse spécifique en lichens des secteurs sud de la ville de Mila

Figure27 : l'abondance des espèces des lichens dans le secteur 5

Liste des figures

Figure28 : abondance des espèces des lichens dans le secteur 6

Figure29 : abondance des espèces des lichens dans le secteur 7

Figure30 : abondance des espèces des lichens dans le secteur 8

Figure31 : fréquences de lichens selon le type physiologique dans les secteurs sud de la ville de Mila

Figure32 : fréquences de lichens selon le type physiologique dans chaque secteur

Figure33 : spectre systématique par classe des espèces lichénique dans les secteurs sud de la ville de Mila

Figure34 : spectre systématique par classe des espèces lichénique dans chaque secteur

Figure35 : spectre systématique par famille des espèces lichénique des secteurs sud de la ville de Mila

Figure36 : spectre systématique par famille des espèces lichénique dans chaque secteur

Figure37 : le spectre systématique par genre des espèces lichénique des secteurs sud de la ville de Mila

Figure38 : le spectre systématique par genre des espèces lichénique dans chaque secteur

Figure 39 : Répartition des lichens par leurs résistances à la pollution dans les secteurs sud de la ville de Mila

Figure40 : Répartition des lichens par leurs résistances à la pollution dans chaque secteur

Liste des tableaux

Tableau n°1 : Espèces des lichens identifiées aux secteurs sud de la ville de Mila

Tableau n°2 : La résistance des lichens identifiés à la pollution

Introduction

Introduction

Les lichens sont un groupe de végétaux appartenant aux cryptogames, comme les champignons, les mousses et les fougères. Ils sont formés par l'association symbiotique de deux organismes : l'un hétérotrophe, un champignon, l'autre photoautotrophe qui peut être une algue ou une cyanobactérie, ou les deux à la fois (**Robert et Catesson, 2000**). Les lichens dépourvus de tiges, de feuilles, de racines et de vaisseaux conduisant de la sève, donc ils ne sont pas vascularisés, Ils appartiennent au groupe végétal des thallophytes, leur appareil végétatif constitué d'hyphes et de filaments ou de cellules chlorophylliennes, forment un thalle. En symbiose, le champignon assure à l'algue un milieu humide et les sels minéraux nécessaires tandis que l'algue fournit au champignon les produits organiques par photosynthèse. Les lichens sont souvent connus dans les endroits qui sont trop durs ou n'ont pas assez de sol, y compris de hautes montagnes, les côtes rocheuses, les troncs et les tiges des arbres et des arbustes (**Johnson et Galloway, 1999**).

Les lichens font partie de la biodiversité négligée, bien qu'ils soient peu recherchés lors des inventaires fongiques, une centaine de nouvelles espèces sont décrites chaque année. Ces modestes végétaux sont considérés comme les pionniers de l'installation de la végétation terrestre car ils s'accommodent aux conditions les plus contraignantes (**Ait Hammou, 2015**). La croissance des lichens varie fortement en fonction des facteurs de l'environnement. Ainsi, ces lichens ne possèdent aucun moyen de défense contre les agressions du milieu cela leur confère une dépendance directe de l'atmosphère et un grand pouvoir d'accumulation qui s'ajoute à d'autres particularités structurales et physiologiques. Ils sont donc très sensibles aux atmosphères polluées et de nombreuses espèces disparaissent lorsque la qualité de l'air se dégrade c'est la raison pour laquelle ils sont utilisés en tant que bio-indicateurs et bio-accumulateurs des pollutions (**Ait Hammou, 2015**).

La recherche algérienne dans le domaine des lichens reste embryonnaire. Jusqu'aujourd'hui ce qui nous a incités à emmancher l'étude de la flore lichénique de la partie Sud de la ville de Mila. Le présent travail est structuré comme suit :

- Dans une première partie, nous donnons un aperçu général des lichens, leur biologie, leur écologie et leurs usages.
- La deuxième partie présente la zone d'étude, le matériel utilisés et la méthodologie suivie pour réaliser cette étude.
- La troisième partie illustre les résultats obtenus.

Une conclusion résumera l'ensemble du travail réalisé.

Chapitre I

Etude bibliographique

I.1 Définition des lichens

Le mot lichen est composé à partir d'un emprunt au mot latin lichen et au grec leichên, qui signifiait « lèpre » et « dartre. » **Chevalier (2003)**. Les Lichens étaient considérés comme des êtres simples, intermédiaires entre les algues et les champignons.

I.2 Différences fondamentales des lichens avec les végétaux supérieurs

S'explique par des nombreuses particularités possédées par ces végétaux et notamment par quelques différences fondamentales avec les végétaux supérieurs :

- Une activité continue.
- Un métabolisme lent.
- Un grand pouvoir d'accumulation.
- L'absence de moyens de lutte contre la pollution (**Deruelle et Lallemand, 1983**).

I.3 Les partenaires impliqués dans la symbiose lichénique

Selon Le **Gac et al., (2006)**, le champignon et la population d'algue à l'origine du lichen forment une ectosymbiose, ou les partenaires sont seulement juxtaposés ou en contact superficiel (**Agnes flour, 2004**).

I.3.1 Le partenaire fongique

"Champignon ou mycobionte" : c'est lui qui englobe l'algue, qui donne la morphologie au lichen, qui assure la reproduction sexuée (spores), qui protège l'algue de la dessiccation et qui apporte les sels minéraux : en effet, grâce à la sécrétion de substances solubilisantes acides, il enlève à la roche les sels minéraux nécessaires à la vie de l'association. De plus le champignon peut modifier la longueur d'onde de la lumière pour la rendre exploitable par l'algue lors de la photosynthèse (**Agnes flour, 2004**). Le champignon impliqué dans l'association est toujours un septomycète et dans 98% des cas le mycobionte est un ascomycète (pyrénomycètes ou discomycètes), on parle alors d'ascolichen. Plus rarement c'est un basidiomycète (basidiolichen). Les champignons lichénisés ne présentent pas de différences fondamentales, en ce qui concerne leur organisation cytotologique, même les corps protéiques concentriques, intracytoplasmiques, qu'on a longtemps considérés comme caractéristiques de la lichénisation ont été retrouvés chez des champignons ayant un autre mode de vie lorsqu'ils sont soumis à des conditions d'environnement sévères (sécheresse) ou lorsqu'ils ont eu une durée de vie exceptionnellement longue (**Robert et Catesson, 2000**).

I.3.2 Le partenaire chlorophyllien

Dans 90% des cas, ces algues sont des Chlorophycées : algues vertes qui ont le plus souvent des cellules avec un noyau, un chloroplaste vert et des grains d'amidon. D'autres contiennent des gouttelettes lipidiques de carotène orangé (algues oranges). Dans 10% des cas, ce sont des cyanobactéries : algues bleues dont les cellules bleu-vert (chlorophylle et phycocyanine) n'ont pas de noyau (seulement un amas de cordons chromatiques). L'algue apporte les matières organiques (par photosynthèse) et il donne sa couleur au lichen (**Agnes flour, 2004**). Il arrive qu'il y ait association tripartite et qu'un champignon s'associe à une cyanobactérie et à une algue verte. Les photobiontes occupent alors des sites séparés dans le thalle, les cyanobactéries étant localisées dans des céphalodies, (*Lobaria pulmonacea*, *Peltigera aphantosa*). Une même espèce d'algue peut se trouver chez plusieurs lichens, alors que le champignon est plus spécifique à quelques espèces de lichen, c'est pour cela que les lichénologues nomment les lichens en fonction de leur partenaire fongique (**Le gac et al., 2006**).

I.4 Echanges nutritionnels entre les partenaires

Chacun des deux partenaires tient un rôle important dans la survie de l'autre. Le champignon reçoit de l'algue, capable de photosynthèse, divers produits organiques tels les sucres, alors qu'il l'emprisonne totalement dans ses filaments et la protège ainsi contre une lumière trop intense et contre la dessiccation d'une chaleur trop élevée (**Jahns, 2007**). Il est possible également que le champignon facilite l'alimentation en eau de l'algue et apporte du CO_2 par sa respiration (**Van Haluwyn et al., 2009**). Ensemble, le champignon et l'algue peuvent vivre dans des conditions défavorables qui empêchent l'un et l'autre de se nourrir tout seul, ceci est un avantage déterminant du point de vue biologique et on parle alors d'une symbiose trophique ou alimentaire (**Jahns, 2007**).

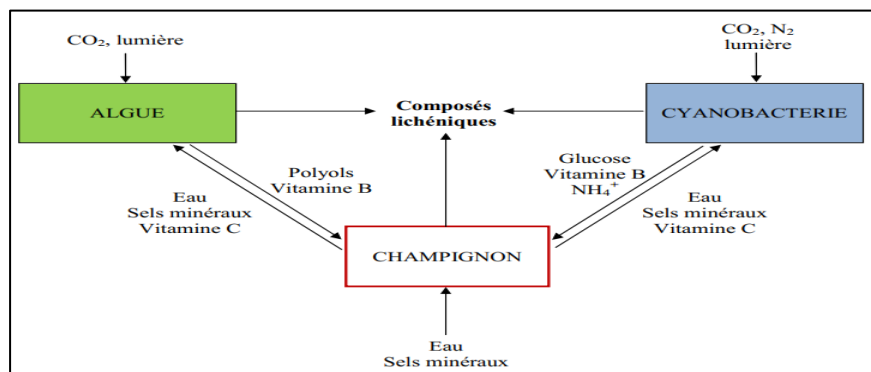


Figure01 : Echanges nutritionnelles entre les partenaires des lichens (VanHaluwyn, 2009)

I.5 Anatomie et structure du thalle des lichens

Selon Asta (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 déterminée par le champignon, qui forme un tissu compact et filamenteux enveloppant d'innombrables algues unicellulaires appelées gonidies. Celles-ci sont concentrées dans une partie bien précise du lichen (Goujon, 2004).

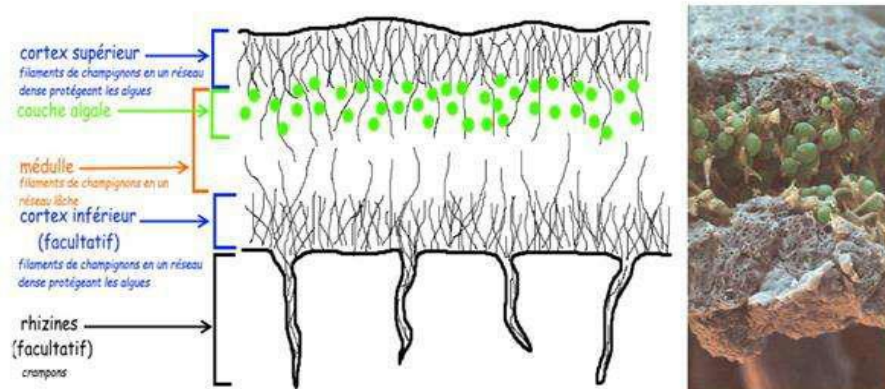


Figure02 : Anatomie et structure de lichens (Hale, 1974)

I.5.1 Structure homéomère

Le thalle des lichens est dit homéomère quand l'algue y prédomine sur le champignon ou quand les cellules d'algues et d'hyphe sont mêlées et réparties dans toute l'épaisseur du thalle dans les mêmes proportions (Agnes, 2004; Serge, 2005).

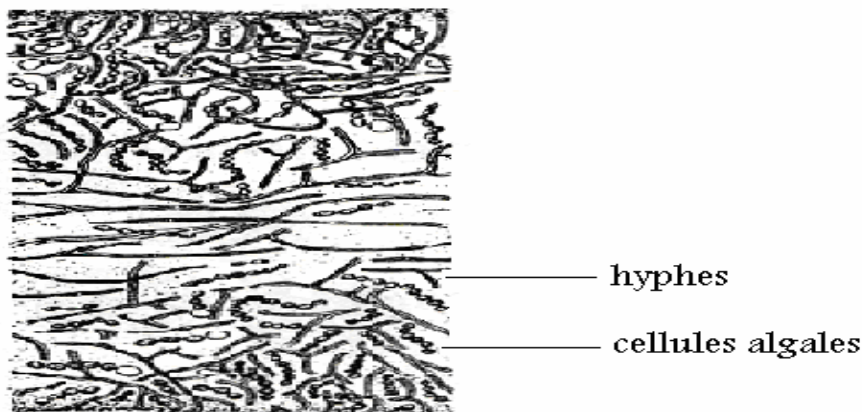


Figure03 : Structure homéomère : coupe transversale du thalle (Ozenda et Clauzade, 1970)

I.5.2 Structure hétéromère

C'est-à-dire formé de couches anatomiquement différentes, tantôt superposées (structure stratifiée), tantôt concentriques (structure radiée).

I.5.2.a Structure hétéromère stratifiée

Chez la plupart des thalles foliacés, chez un petit nombre de thalles fruticuleux principalement *Evernia prunastri* et chez quelques thalles crustacés, on observe, sur une coupe transversale, la succession suivante: cortex supérieur, couche gonidiale, médulle et cortex inférieur (**Ozenda et Clauzade, 1970**).

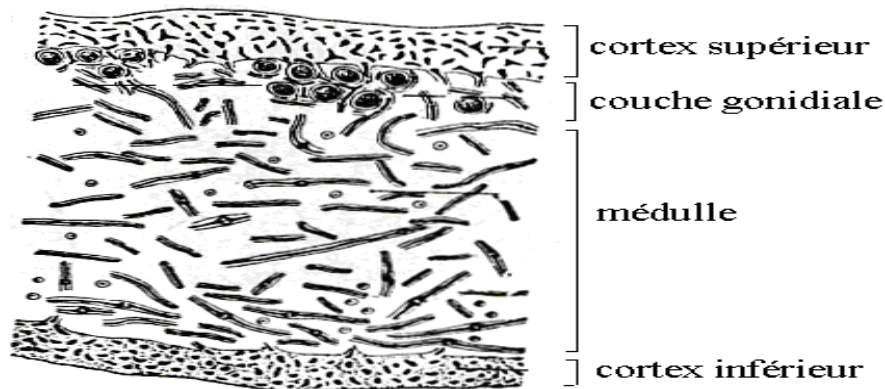


Figure04 : Structure hétéromère stratifiée (coupe transversale du thalle) (Boullard, 1990)

I.5.2.b Structure hétéromère radiée

Chez la plupart des lichens fruticuleux, la couche gonidiale fait tout le tour de la section transversale, quelle que soit la forme, arrondie, aplatie ou irrégulière. La partie la plus interne de la médulle peut disparaître en grande partie comme chez les *Alectoria* dont le thalle est plus ou moins creux, ou au contraire être formée comme chez les *Usnea*, d'hyphes très serrés parallèles à l'axe et constituée un cordon axial (**Ozenda et clauzade, 1970**).

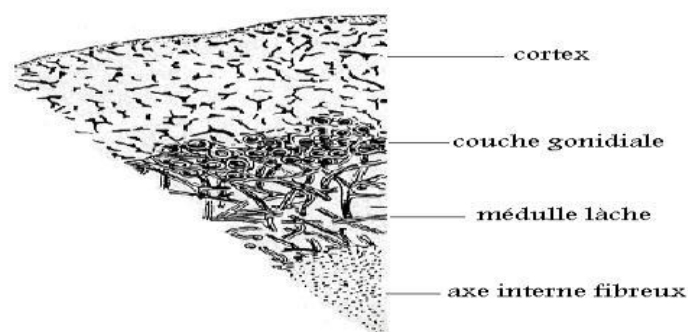


Figure05 : Structure hétéromère radiée (coupe transversale du thalle) (Boullard, 1990)

I.6 Différents types de thalles

Un lichen est constitué de thalle, appareil végétatif du lichen, d'où leur appartenance aux Thallophytes. Le thalle constitue l'essentiel du lichen, il assure la nutrition, l'entretien de la vie et de la croissance d'un lichen. La classification des lichens repose avant tout sur la morphologie du thalle, sur l'aspect et le développement de leurs fructifications et de leurs asques. Selon la forme, on distingue divers types de thalle (Tiévant, 2001; Van Haluwyn et Lerond, 1993).

I.6.1 Thalle crustacé

Non séparables de substrat, du moins sous forme de fragments importants, car très adhérent à celui-ci et même inclus dans ce dernier, ils présentent deux types bien distincts (crustacé lobés et non lobés).

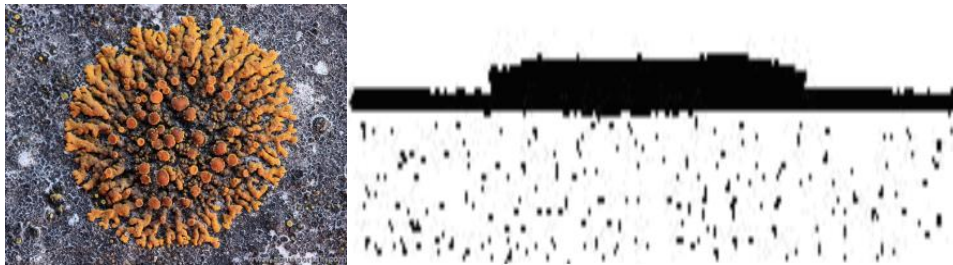


Figure06: Thalle crustacés (Bricaud, 2010)

I.6.2 Thalle foliacé

Se présentant sous forme de lame ou de feuilles plus au moins lobées et se détachant facilement des substrats, parfois fixés par des rhizines. Il existe deux types :

- **Les Foliacés ombiliqués** : sont appliqués au substrat par un point de fixation central nommés ombilic.
- **Les Foliacés non ombiliqués** : adhérents au substrat par toute leur face inférieure, au moyen de rhizines ou de rhizohyphes.

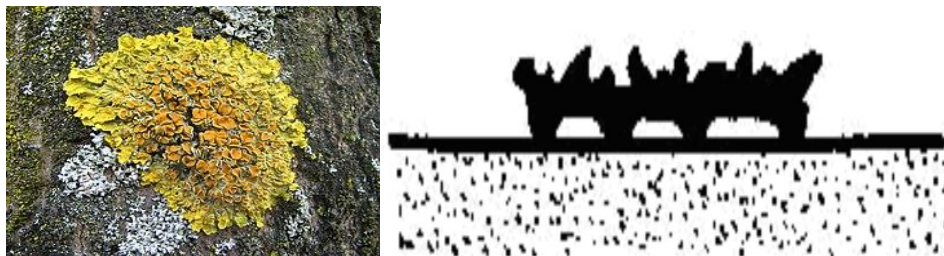


Figure07: Thalle foliacé (Bricaud, 2010)

I.6.3 Thalle squamuleux

D'après **Jahns (1996)**, les thalles squamuleux sont constitués de petites squamules ou écailles, de plus de 1,5 mm, serrées les unes contre les autres, contiguës, plus ou moins imbriquées ou même superposées, convexes, concaves ou plates ; plus ou moins appliquées et fixées sur le substrat. (**VanHaluwyn et Lerond, 1993**).



Figure 08 : Thalle squamuleux (Bricaud, 2010)

I.6.4 Thalle gélatineux

Ce sont des thalles à Cyanophytes (algues bleues). Leur aspect varie selon l'humidité. À l'état sec, leurs thalles sont noirs, rigides et cassants ; à l'état humide, ils s'épaississent, deviennent mous et gélatineux. Ils sont de morphologie variable, ils peuvent être foliacés, squamuleux, crustacés ou fruticuleux (**Laberche, 2004**).

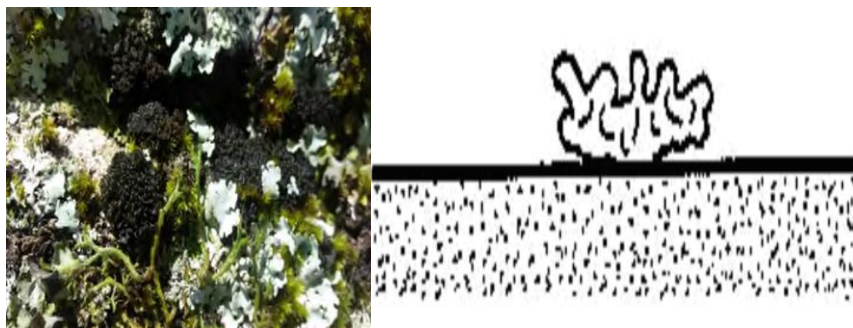


Figure09: Thalle gélatineux (Bricaud, 2010)

I.6.5 Les thalles lépreux : rassemblent à de la poudre qui se détache facilement du substrat (*Psilolechia lucida*)



Photo.1. Thalle lépreux (Kerkour et Smaoun, 2018)

I.6.6 Thalle fruticuleux

Les thalles n'adhèrent au substrat que par un seul de ces extrémités, ils se présentent :

- Sous forme de tiges ou lanières plus au moins ramifiées ou non.
- Sous formes pendantes ou dressées qui sont les plus longs des lichens (plusieurs décimètres) (Van Haluwyn et Lerond, 1993).



Figure10 : thalle fruticuleux (bricaud, 2010)

I.6.7 Thalle filamenteux

Formés par des filaments très fins, emmêlés, ce genre de thalle est étalé sur le support et très adhérent au substrat.

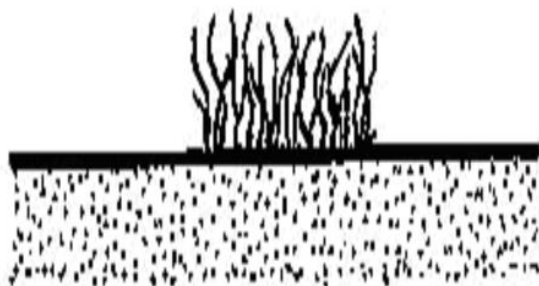


Figure11 : Photo et dessin d'un thalle filamenteux Kerkour et Smaoun,(2018)

I.6.8 Thalle Composites

Thalles formés de deux parties bien distinctes :

- Un thalle primaire plus au moins adhérent au substrat qui peut être de type crustacé, squamuleux ou rarement foliacé.
- Un thalle secondaire, de type fruticuleux et toujours dressé, qui se développe secondairement sur le thalle primaire, perpendiculairement au substrat (**Van Haluwyn et Lerond, 1993**).



Figure12 : Thalle composite (Bricaud, 2010)

1.7 Principaux groupements lichéniques

- **Lichens terricoles et humicoles**

Selon **Ozenda et Clauzade, (1970)**, ce sont des lichens qui croissent sur la terre ou l'humus, le thalle est toujours entièrement situé à la surface de substrat, mais il émet toujours des hyphes fixateurs (filaments constitutifs de mycélium des champignons supérieurs et des lichens) à l'intérieur de celui-ci.



Photo.2. Lichen terricole

- **Lichens lignicoles**

Les lichens lignicoles sont des lichens qui poussent et se développent sur bois mort ; sur bois peu altéré et bien éclairé ; sur bois plus altéré, en milieu plus humide et ombragé et sur bois altéré (**Olivier, 2006**).



Photo.3. Lichen lignicole

- **Lichens muscicoles**

Sont des lichens qui poussent sur les mousses (**Olivier, 2006**).



Photo.4. Lichen muscicole

- **Lichens foliicoles**

Les lichens foliicoles sont des lichens qui se développent sur les feuilles des arbres. Ils forment également avec les lichens lignicoles et les lichens corticoles le groupe des lichens épiphytes (**Johnson et Galloway, 1999**).



Photo.5. Lichen foliicoles

- **Lichens lichénicoles**

Sont des lichens qui se développent sur d'autres lichens (**Roux et al., 1989**).



Photo.6. Lichen lichénicole

- **Lichens corticoles**

Ce sont les lichens qui se développent sur les branches des arbres les écorces des troncs. Ils sont les plus abondants et complexes, ils se divisent en plusieurs peuplements :

- **Peuplements plus ou moins ombrophobes** : plus ou moins protégé des pluies et l'écoulement.
- **Peuplements non ombrophobes** : se développent sur les branches des arbres (**Ait hammou, 2015**).



Photo.7. Lichen corticole

- **Lichens saxicoles**

Se trouvent sur les murs, les toits et les roches, ils sont très adhérent au substrat. Les lichens saxicoles sont les plus variés, abondants et présents (plus de $\frac{3}{4}$ des lichens présents en monde).



Photo.8. Lichen saxicole

I.8 La 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 production de spores du champignon, qui en germant ensuite, donnent des hyphes qui capturent des algues.

En revanche, les gonidies des algues, ne se multiplient que par voie asexuée (**Ozenda, 2000**).

- La reproduction des lichens s'e fait grâce à un ensemble d'organes différents, isidies, soralies, apothécies, périthèces.

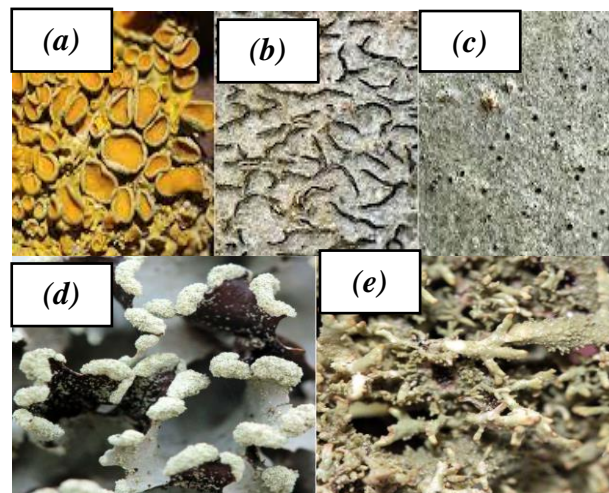


Figure13 : Organes reproductifs des lichens : (a) apothecies, (b) lirelles, (c) périthèces, (d) Soralies, (e) isidies (Agnan, 2013)

I.8.1 La reproduction asexuée

Les sorédies et les isidies qui contiennent à la fois le champignon et l'algue se réimplantent facilement et finissent par donner un nouveau thalle. Ces différents modes de reproduction permettent de coloniser de nombreux lieux. La reproduction asexuée s'accomplit selon deux modes (**Ozenda, 2000**).

I.8.1.a Reproduction asexuée par sorédies

Le thalle se déchire et laisse pousser des soralies de couleur différente de la surface du thalle. Ces soralies émettent de petits granules légers appelés sorédies qui se séparent facilement du thalle puis sont transportées par le vent ou les animaux. Les sorédies permettent la colonisation de nouveaux lieux parfois très éloignés (Ozenda, 2000).

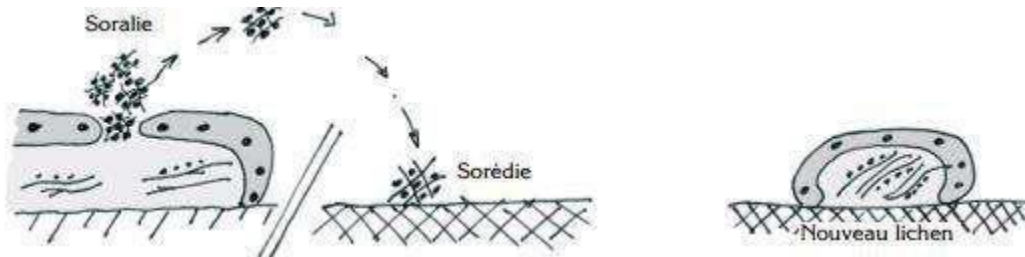


Figure14 : Reproduction asexuée par sorédies (Beguinot et al., 2010).

I.8.1.b Reproduction asexuée par isidies

Le thalle émet des petits bourgeons de la même couleur que la surface du thalle appelés isidies. Ces isidies se détachent mais, plus lourdes, elles tombent à proximité et permettent la colonisation d'un même endroit (Ozenda, 2000).

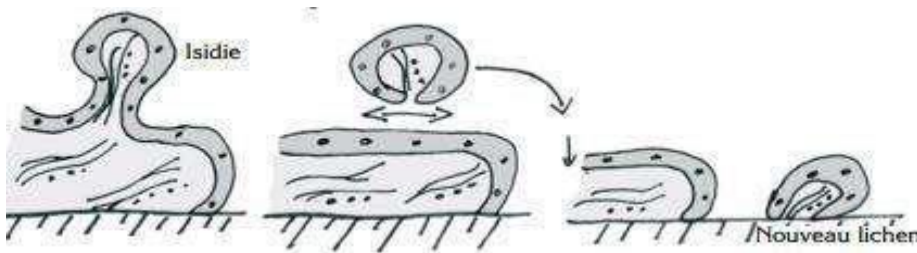


Figure15 : Reproduction asexuée par isidies (Beguinot et al., 1998)

I.8.2 La reproduction sexuée

Les apothécies sont des organes qui sont impliqués dans la reproduction sexuée qui se déroule en deux phases :

- Dans le même thalle, des hyphes + et des hyphes - (filaments du champignon) fusionnent et forment des apothécies qui vont produire des spores.
- 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 (Ozenda., 2000).

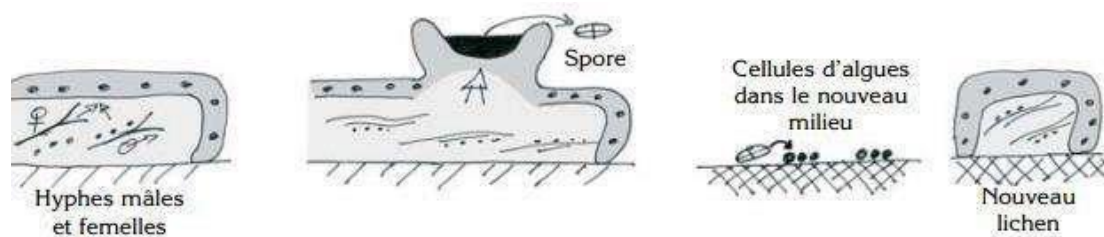


Figure16 : Mécanismes de la reproduction sexuée (Beguinot et al., 2010).

I.9 Répartition écologique des lichens

Les lichens sont répandus sur toute la planète terre. Ils forment l'ultime végétation rencontrée vers les pôles et en altitude, à la limite des neiges et des glaces permanentes. Seulement, ces végétaux, considérés dans leur ensemble, représentent un groupe très plastique, présent à peu près partout, chaque espèce a cependant ses exigences propres et sa répartition est influencée par le milieu de trois manières, autrement dit déterminée par trois ensembles de facteurs écologiques : les facteurs substratiques, les facteurs climatiques et les facteurs biologiques (Clauzade et Roux, 1987).

I.9.1 Les facteurs substratiques

Les lichens se développent dans des milieux extrêmement variés. Ils existent dans les stations les plus diverses et sur presque tous les substrats naturels ou artificiels, souvent inattendus comme les métaux, le verre, le cuir, les os, le carton etc. Toute fois les lichens font défaut dans la mer (sauf sur les rochers littoraux) et dans les grandes villes (à cause des goudrons et des gaz toxiques contenus dans les fumées) (Ozenda et Clauzade, 1970).

I.9.2 Les facteurs climatiques

L'atmosphère constitue un ensemble de facteurs écologiques tout à fait important du fait que les lichens en absorbent une partie de l'eau, du gaz carbonique et des sels minéraux apportés par la pluie ou le vent (Van Haluwyn et Lerond, 1993).

- L'eau joue un rôle capital dans la répartition des lichens notamment parce que le degré d'hydratation du thalle conditionne les fonctions vitales (Van Haluwyn et al., 2009).
- L'humidité est également un facteur qui influe directement sur le fonctionnement physiologique des lichens ; ils la reçoivent soit de l'atmosphère (aérohygrophiles) soit du substrat (substratolygrophiles) (Leblanc, 2001).
- La température agit sur les fonctions métaboliques des lichens principalement la respiration et la photosynthèse (Frey, 1970).
- Le vent, est un facteur climatique qui comporte également une action mécanique d'arrachage qui entrave le développement des espèces fruticuleuses et espèces

foliacées. Seulement ajoutant que, d'une autre manière, le vent est facteur de dissémination (**Des Abbayes, 1951**).

I.9.3 Les facteurs biologiques

Il existe une concurrence vitale entre lichens eux-mêmes et entre les lichens et végétaux (mousses et plantes vasculaires) qui, en modifiant les conditions du milieu, entraîne la création de microclimats et de microstations (**Van Haluwyn et al., 2012**).

L'action des animaux, et principalement de l'Homme, se manifeste surtout mécaniquement par le piétinement et la fragmentation des thalles et chimiquement par l'enrichissement de l'atmosphère et du substrat en ammoniac, sels ammoniacaux, nitrates etc... Elle permet ainsi la colonisation des lichens dans de nouvelles stations ; il est à noter également la pollution de l'air par l'Homme dont l'influence sur les lichens est considérable et dans l'ensemble, néfaste (**Hawksworth et Rose, 1976**).

I.10 Utilisation des lichens

Les lichens ont été utilisés dès l'antiquité comme plantes médicinales 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 ou bien en période de guerre ; et comme source d'antibiotiques ou comme indicateurs des conditions de milieu naturel (**Ozenda, 2000**).

I.10.1 Usage alimentaire

Les lichens peuvent être utilisés dans l'alimentation des 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. *Lecanora esculenta* est consommé en Iran par les paysans qui en font une sorte de pain.

I.10.2 Usage industrielles

I.10.2.a Parfums et cosmétiques

Plusieurs lichens comme : *Evernia prunastri* *Lobaria pulmonaria* et *Pseudevernia furfuracea*, fournissent des extraits à odeur persistante, utilisés dans l'industrie des parfums (**Sen-Salerno et Blakeway, 1987**).



Photo.9. Utilisation industrielle à base des lichens

I.10.2.b Utilisation en pharmacie

Les lichens produisent de très nombreux composés chimiques qui leur sont propres et qui sont susceptibles d'avoir des applications pharmaceutiques. Ainsi, certaines de ces molécules ont une activité antibiotique ou anti-inflammatoire marquée ou bien encore des propriétés photo protectrices (**Ozenda, 2000**).



Photo.10. Utilisation pharmaceutique a base des lichens

I.10.3 Usage médicaux

Le principal intérêt des lichens en médecine est la possibilité d'extraire des antibiotiques. L'acide usnique des Usnées semble actif contre une vingtaine de bactéries dont le Colibacille et divers agents de la tuberculose (**Ozenda, 2000**).



Photo.11. Utilisation médicinale à base des lichens

I.10.4 Utilisation dans la bio-surveillance

L'infériorité des lichens par rapport aux autres végétaux ainsi que la différence de résistance entre les diverses espèces permet de les utiliser comme bioindicateurs de la pollution de l'air. Le passage d'un milieu sain à un milieu pollué s'accompagne de la diminution du nombre d'espèces (appauvrissement de la flore) et de la disparition des espèces les moins tolérantes. Le contraire se produit également. En bioindication, ce sont les lichens les plus sensibles à la pollution qui indiquent le niveau de pollution de l'endroit où ils sont trouvés. En effet si des lichens sensibles à la pollution sont présents c'est que celle-ci n'est pas forte car la moindre pollution les aurait fait disparaître. **(Kirschbaum et Wirth, 1997).**

Chapitre II

**Présentation de la zone
d'étude**

Matériels et méthode

II.1 Présentation de la zone d'étude

II.1.1 Situation géographique

La zone d'étude choisie s'étend sur une superficie de 610.7 ha. Elle est localisée géographiquement entre les attitudes : $36^{\circ} 25' 35''\text{N}$ et $36^{\circ} 26' 49''\text{N}$ et entre les longitudes Est : $6^{\circ} 14' 16''\text{E}$ et $6^{\circ} 16' 51''\text{E}$. Administrativement la zone d'étude est limitée :

Au Nord : par les secteurs Nord de la ville de Mila

Au l'Est : par la commune d'Ain-Tin

Au l'Ouest : par les communes de Ahmed Rachedi et Oued Endja.

Au Sud : par la commune de Sidi-Khelifa

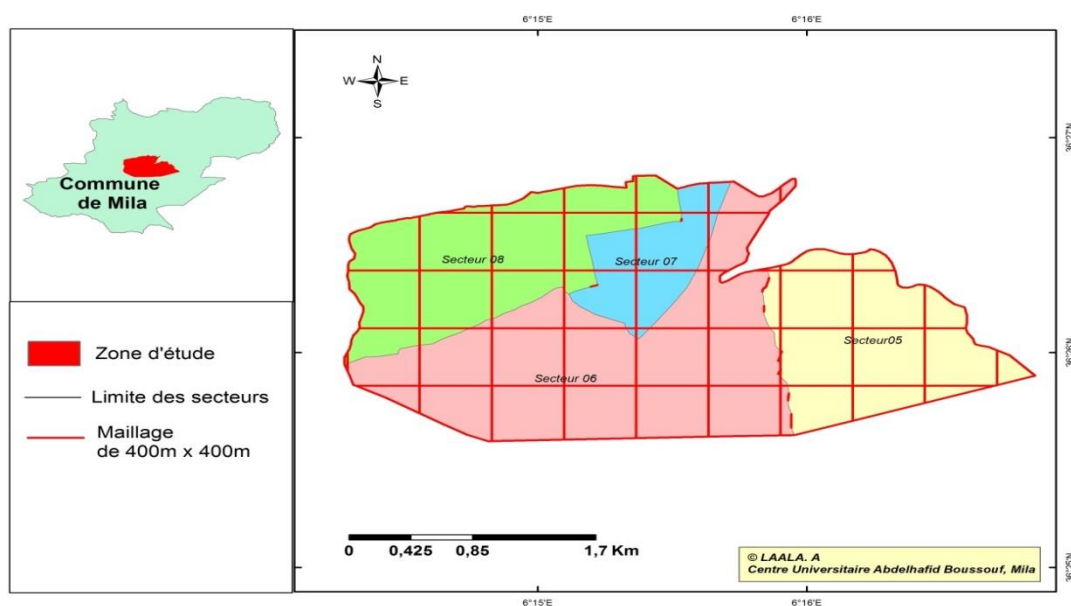


Figure17 : Localisation de la zone d'étude

II.1.2 La carte topographique

La ville de Mila appartient au vaste bassin de Mila - Redjas - Ferdjiwa. Elle se caractérise par un ensemble de sites occupés (plaines, collines, contreforts et espaces montagnards).

Les différents éléments topographiques s'établissent dans les proportions suivantes :

- Plainses et vallées (55%)
- Collines et piémonts (30%)
- Montagnes (15%)

II.1.2.a La pente

Les pentes constituent un facteur déterminant du potentiel morphologique de la région d'étude qui caractérise les aspects du relief.

La figure 18 montre que les trois tiers de la zone d'étude est caractérisé par des pentes moyennes, alors que les pentes faibles et forts ne caractérisent que des superficies inférieures à 22.75% et 2,79% respectivement.

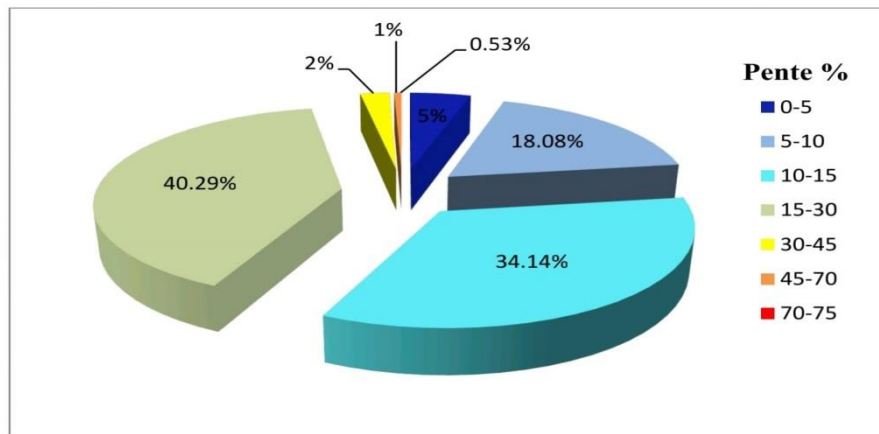


Figure18 : Classes des pentes (en%) de la ville de Mila

Les valeurs des pentes les plus dominants est comprises entre 10 et 30%. Elles s'affichent au niveau des zones d'El Kherba, Thniya, Sennaoua, DNC et de la plus grande partie des deux cités Boulmerka et Ben Mahjoub.

II.1.2.b L'altitude

L'altitude de ville de Mila varie de 323 à 750 mètres. La plupart des profils d'élévation sont [400-450 m], représentant Les pentes de basse altitude [323-350m] sont minoritaires

La partie Sud de la ville est caractérisée par des altitudes dépassant 600 m, c'est le cas des cités suivantes : Thniya, Sennaoua, Cité 300 logement et une partie de la cité d'El Kherba. Cette classe altitudinale occupe la majoritaire espace de la zone d'étude.

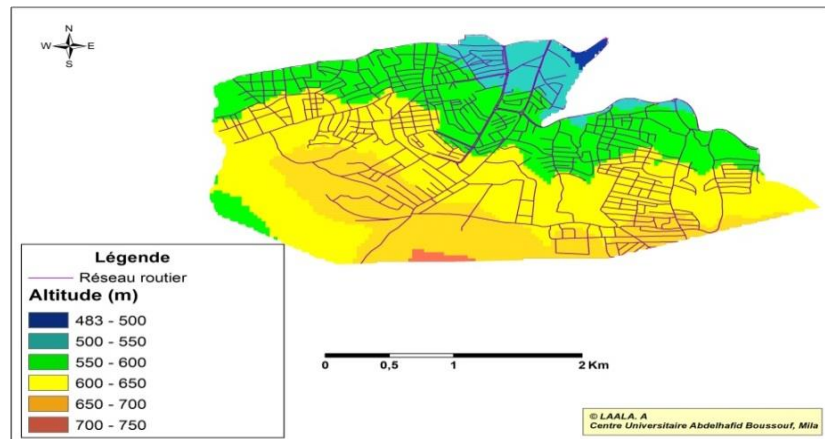


Figure19 : Altitude de la partie Sud de la ville de Mila

II.1.3 Les Paramètres climatiques

Pour mieux comprendre le bioclimat de la zone d'étude, deux paramètres de base doivent être considérés, à savoir les précipitations et la température.

II.1.3.a La Pluviométrie

La pluviosité est définie comme étant un facteur primordial qui permet de déterminer le type de climat. D'après la figure 20, nous constatons que les précipitations annuelles de la ville de Mila sont égales à 596 mm. Le mois de Février est le mois le plus humide, avec plus de 88,1 mm. A l'inverse, Juillet est le mois le plus sec.

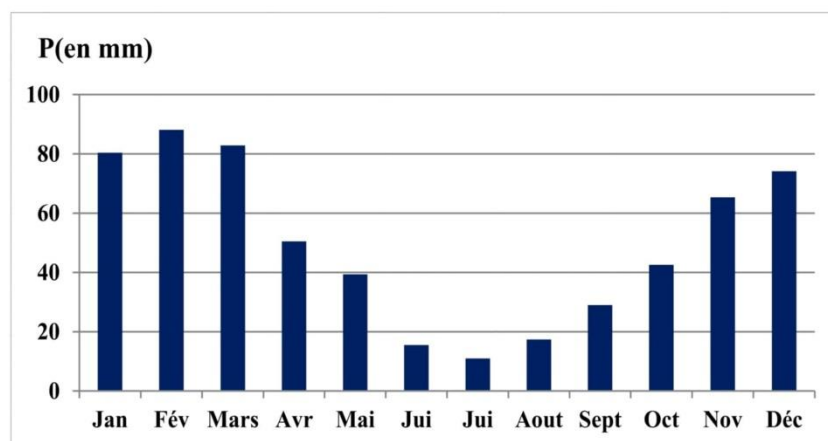


Figure20 : Précipitations moyennes mensuelles de la ville de Mila (période 2009-2018)

II.1.3.b La température

La figure 21 montre que la température moyenne mensuelle la plus élevée a été enregistrée en juillet (26,8°C). La valeur la plus basse pour ce paramètre a été enregistrée en janvier (8,4°C).

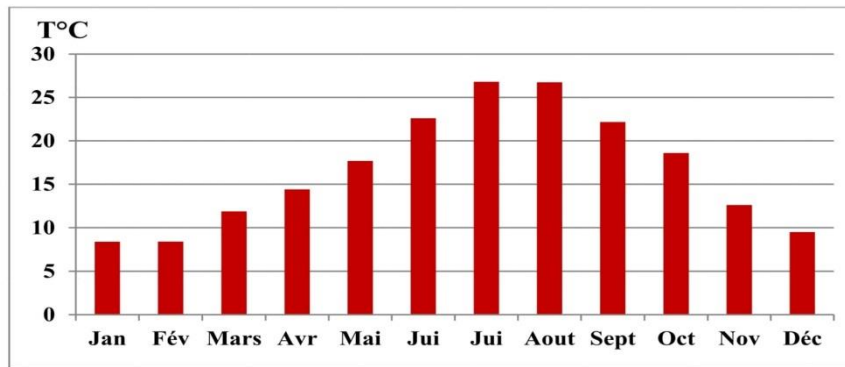


Figure 21 : Température moyennes mensuelles de la ville de Mila (période 2009-2018)

II.1.3.c Quotient pluviothermique d'Emberger

Pour la région méditerranéenne le botaniste **Emberger (1955)** a classé les climats en cinq étages bioclimatiques : humide, subhumide, semi-aride, aride et saharien. Ces étages sont également caractérisés par quatre variations thermiques en fonction de la valeur du m : à hiver froids si le m est inférieur à 0°C , à hiver frais si le m est compris entre 0°C et 3°C , à hiver doux ou tempéré si le m est compris entre 3°C et 5°C et enfin à hiver chaud si le m est supérieur à 7°C . (m = Températures moyenne des minima du mois le plus froid ($T+273^{\circ}\text{K}$)).

La ville de Mila est classée dans l'étage bioclimatique subhumide à hiver chaud

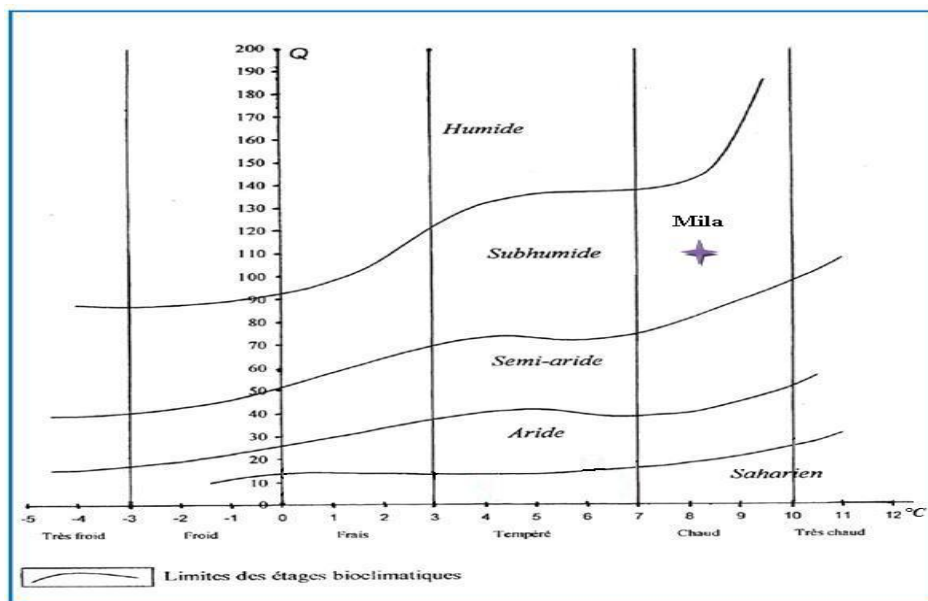


Figure 22 : Situation de la région de Mila dans le Climagramme d'Emberger (2009-2018)

II.2 Matérielles et méthodes

II.2.1 Matérielles

Sur le terrain, nous avons utilisé le matériel suivant :

- Une grille de fer de 5 carrés (10cm x 10cm)



Photo.12. Grille d'échantillonnage

- Un couteau pour la récolte des échantillons.



Photo.13. Couteau

- Une application GPS pour relever les coordonnées de chaque arbre inventorié



Figure23 : Interface de l'application GPS

- Des enveloppes en papier et une bouteille d'eau pour humecter les échantillons secs.



Photo.14. Enveloppe en papier et bouteille d'eau

- Une loupe pour mieux identifier les espèces de lichens.



Photo.15. Une loupe

- Un guide taxonomique d'identification des lichens intitulé « Guide des lichens, 350 espèces de lichens d'Europe » (Tiévant, 2001).

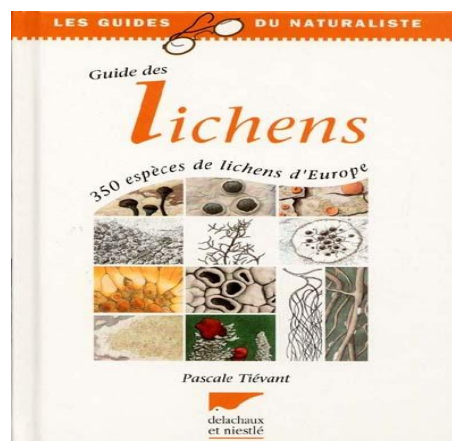


Photo.16. Guide des lichens

II.2.2 Méthodes d'échantillonnage des lichens

L'étude que nous avons menée vise à inventorier et identifier la flore lichénique corticole existant dans les secteurs Sud de la ville de Mila. Pour réaliser cet objectif, nous avons effectué plusieurs sorties de terrain entre le mois de Janvier et la fin du mois d'Avril.

Une grille de 5 carrés (Photo17) a été placée au-dessus de 1.5 m du sol et sur les 4 côtés de chaque arbre de la zone d'étude (Côté Nord, Sud, Est et Ouest) dans le but d'avoir le maximum de diversité lichénique.



Photo.17. Méthode d'échantillonnage des lichens

II.2.2.a Identification des lichens

Les échantillons récoltés lors des sorties de terrain ont été identifiés grâce à un livre taxonomique cité en haut.

II.2.2.b Traitement des données collectées

Les données obtenues ont été regroupées, sous Excel, dans une table qui présente les informations relatives des arbres échantillonnés (Nom scientifique, les coordonnées géographiques latitudinales) et des lichens (nom scientifique de l'espèce lichénique).

II.2.2.c Calcul de la diversité lichénique

La diversité d'un peuplement exprime le degré de complexité de ce peuplement. Dans cette étude nous avons calculé :

- **La Diversité lichénique de chaque arbre** : est la somme des fréquences des espèces sur chaque côté de l'arbre.
- **La Diversité lichénique de chaque secteur** : est la somme des fréquences des espèces lichéniques de tous les arbres d'un secteur.

II.2.2.d La richesse spécifique

La richesse spécifique(S), est le nombre total d'espèces que comporte le peuplement considéré effectivement présentes sur un site d'étude et d'un moment donné.

II.2.2.e L'abondance

C'est l'effectif total d'une espèce (nombre d'individus). La fréquence des lichens est mesurée selon le nombre de carrés dans lesquels l'espèce est présente.



Chapitre III





Résultats et discussions




III.1 Liste des lichens identifiés


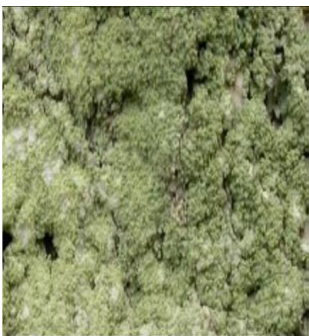

Les caractéristiques de toutes les espèces identifiées sont représentées dans le tableau ci-dessous.




Tableau01 : Espèces des lichens identifiées dans les secteurs Sud de la ville de Mila

Espèce	Les caractéristiques	Photo
<i>1-Arthonia apatetica</i>	<p>Thalle crustacé, peu visible, continu gris brun olive, mince, peu structuré, noires, irrégulières arrondies, convexes, parfois agglomérées, disque noir convexe.</p> <p>L'habitat : corticole sur les arbres</p>	
<i>2-Candelaria concolore</i>	<p>Thalle petit foliacée ; coalescent pour former de vastes colonies, vaguement imbriqué, jaune citron à moutarde jaune, pâlisant à vert-jaune à l'ombre.</p> <p>L'habitat : corticole sur les arbres</p>	

3-<i>chrysothrix candularis</i>	Thall : lépreux, mince, non délimité, jaune vif, mais avec des plages jaune d'or et d'autres jaune verdâtre ; formé de sorédies globuleuses.	
4-<i>Flavoparmelia caperata</i>	Thalle : foliacé, vert jaunâtre, en forme de rosette à lobes larges, la face inférieure dépourvue de rhizines. -Présence de soralies granuleuses vers le centre du Thalle. Les apothécies très rares à Disque brun. L'habitat : corticole sur les arbres	
5-<i>FlavoParmelia soredians</i>	Thall : foliacé jaune verdâtre assez semblable à celui de <i>Parmelia caperata</i> mais plus petit. Pas d'isidies ; soralies farineuses souvent allongées. Face inférieure jaune verdâtre pâle, ridée vers le centre.	
6-<i>Lecidella elaeochrome</i>	Crustacé régulier, gris verdâtre (plus jaunâtre dans les endroits ensoleillés), nettement délimité par une ligne hypothalline noire. L'habitat : corticole sur les arbres (écorce lisse ou peu fissurée de feuillus)	

<p>7-<i>Parmelia borrieri</i></p>	<p>Thalle : foliacé, gris à gris jaunâtre, seules les extrémités des lobes parfois teintées de brun, lisses, ternes, parfois pruineuses blanches, surtout vers les extrémités des lobes</p> <p>L'habitat : corticole sur les arbres</p>	
<p>8-<i>Parmelia saxatilis</i></p>	<p>Foliacé, facilement détachable du support, lobé au pourtour, gris-bleu ± foncé (presque noir dans les zones très ensoleillées), très adhérent au substrat, à lobes coupés en carré et brunis à l'extrémité, se chevauchant les uns les autres. Pas de soralies mais des isidies très nombreuses, concolores au thalle, un peu brunies à l'extrémité.</p>	
<p>9-<i>Parmelia subrudecta</i></p>	<p>Thall : foliacé gris-bleuté, à lobes lisses ou presque lisses, abondamment muni de soralies farineuses laminales provenant de pseudocyphelles blanches punctiformes. Thalle toujours dépourvu de pruine. Face inférieure des lobes brune, plus sombre vers la périphérie et plus claire vers le centre.</p>	

10-<i>Parmelia sulcata</i>	Thall : foliacé formant des rosettes, gris-bleuté à gris verdâtre, se chevauchant vers le centre du thalle, présentant un réseau caractéristique de fissures blanches faisant saillie sur le thalle et donnant des soralies ; pas d'isidies. Face inférieure noire, brune vers le bord, rhizines simples ou fourchues.	
11-<i>Pertusaria flavida</i>	Thalle crustacé, jaune verdâtre, Trouvé parfois avec sa marge gris clair, couvert de nombreuses isidies groupées en amas. -Les apothécies très rares.	
12-<i>Pheophyscia orbicularis</i>	Foliacés, orbiculaires, de petite taille, souvent groupés, à lobes rayonnants, gris verdâtre à gris brunâtre ; face inférieure noire avec des rhizines noires souvent débordantes. Partie centrale couverte de soralies pouvant parfois occuper la presque totalité du thalle. Apothécies: rarement observées	

<p>13-<i>Physcia tenella</i></p>	<p>Foliacé lobes plats, gris à gris blanchâtre, munis de cils marginaux pâles mais foncés aux extrémités. Soralies blanches en forme de lèvres, planes, à l'extrémité des lobes. Dessous blanchâtre, rhizines peu nombreuses, pâles, plus foncées aux extrémités.</p>	
<p>14-<i>Xanthoria parietina</i></p>	<p>Thalle foliacé, à lobes plats, Arrondis, bien adhérent au substrat, jaune orangé, la face inférieure blanche avec Des rhizines. -Les apothécies généralement nombreuses vers le centre du thalle, disque orangé à rebord jaune.</p>	
<p>15-<i>Xanthoria polycarpa</i></p>	<p>Thalle : petit, foliacé, jaune orangé (à jaune verdâtre lorsque le thalle se trouve à l'ombre), peu visible, presque entièrement recouvert d'apothécies, réduit à quelques lobes étroits, ascendants, incisés à l'extrémité pour former des lobules</p>	

III.2 La diversité lichénique des arbres

La figure 24 montre la diversité lichénique pour chaque arbre des secteurs Sud de la ville de Mila. Les calculs effectués montrent que le nombre des lichens recensés varie de 1 à 43. Le secteur 6 renferme des arbres qui hébergent le maximum des espèces de lichens. Par contre le secteur 05 contient le plus petite nombre des arbres qui porte les espèces des lichens.

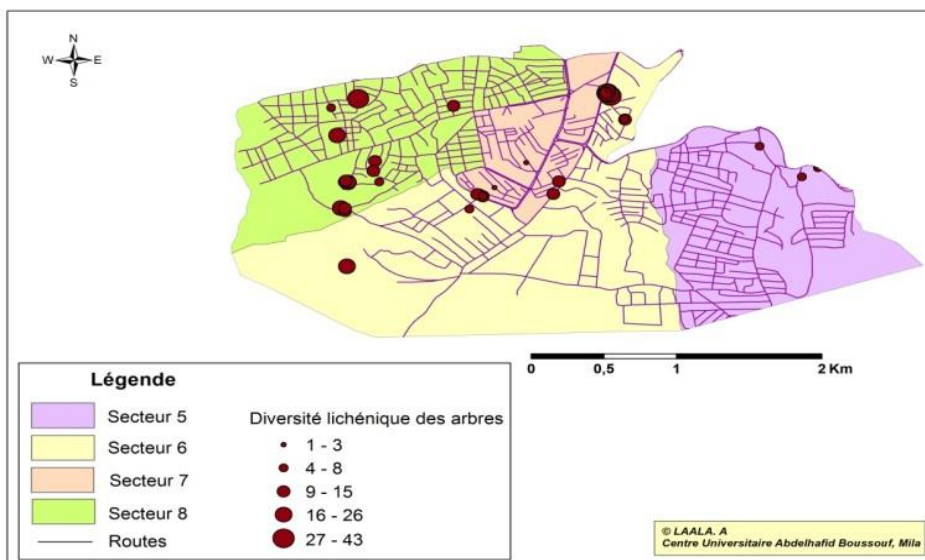


Figure24 : Diversité lichénique des arbres

III.3 La diversité lichénique des secteurs

La figure 25 présente la diversité des lichens de chaque secteur étudié. La fréquence les plus élevée est enregistré au niveau du secteur 6 ou nous avons inventorié 228 lichens corticoles. Par contre le secteur 5 affiche la plus faible valeur de fréquence (24 lichens).

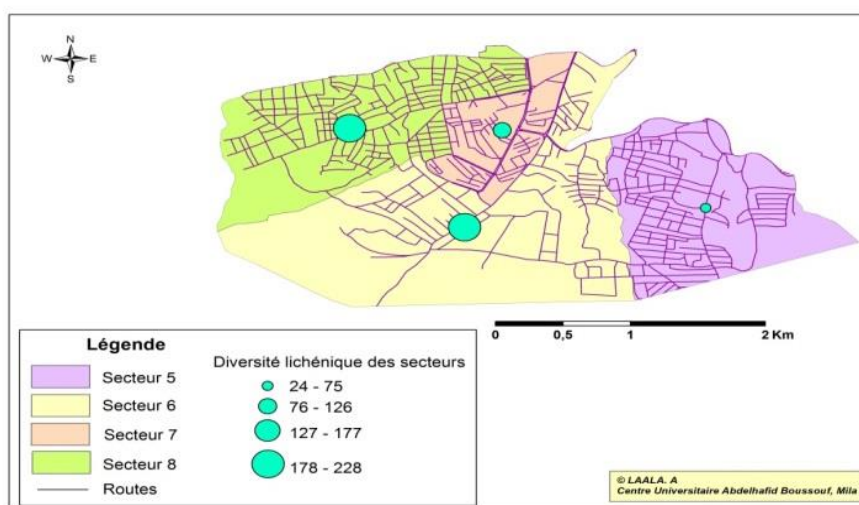


Figure25 : Diversité lichénique des secteurs

III.4 La richesse spécifique des lichens des secteurs Sud de la ville de Mila

D'après la figure ci-dessous, on peut dire que le secteur 6 contient une richesse spécifique plus importante (12 espèces avec 53 individus), alors que le secteur 5 héberge une très faible richesse spécifique en lichens (11 individus de lichens qui appartiennent aux 3 espèces).

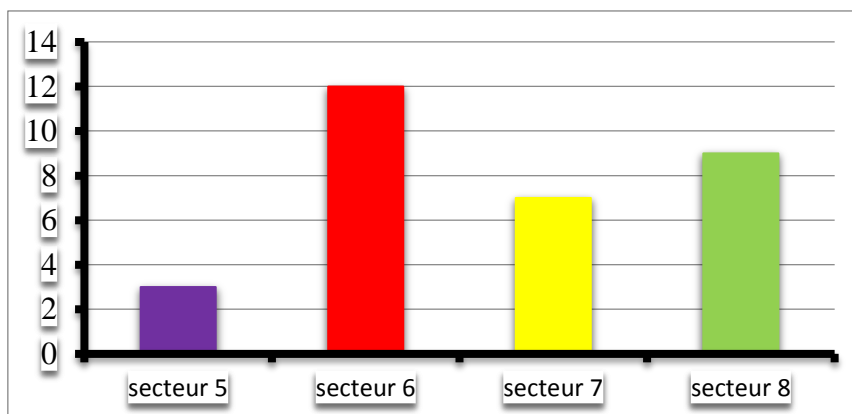


Figure26 : Richesse spécifique des secteurs en lichens

III.4.1 Analyse par secteur

- Secteurs 5

Le secteur 5 renferme une richesse spécifique très faible qui est représenté par 3 espèces : *xanthoria parientina*, *pertusaria flavida*, *flavoparmelia caperata*. L'espèce la plus dominante est *flavoparmelia caperata* (46%) par contre les deux espèces *xanthoria parientina* et *pertusaria flavida* sont les moins représentée (27%).

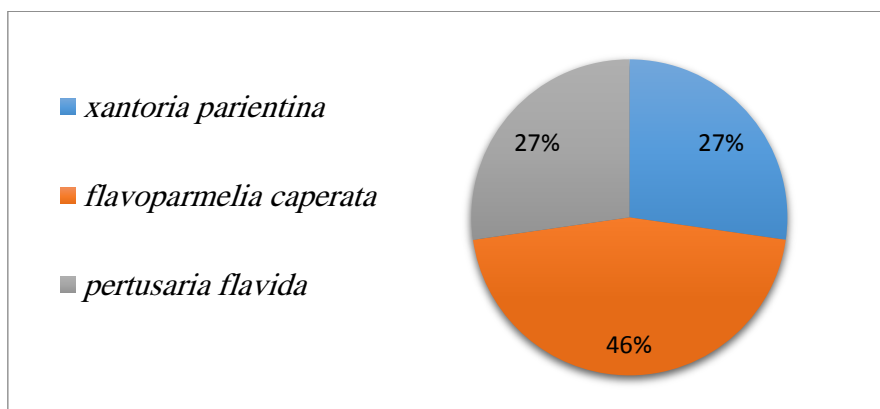


Figure27 : Abondance des espèces des lichens dans le secteur 5

- Secteur 6

Le secteur 6 est très riche en espèces (12 espèces) : *pertusaria flavida*, *xanthoria parientina*, *flavoparmelia caperata*, *parmelia borrieri*, *flavoparmelia soledians*, *xanthoria polycarpa*, *physcia tenella*, *candelaria concolor*, *parmelia saxatilis*, *lecidella elaeochrome*, *parmelia sulcata*, *arthonia apatetica*.

L'espèce dominante est celle de *flavoparmelia caperata* avec un pourcentage de 23 %, alors que *physcia tenella*, *parmelia*, *parmelia soledians* se présentent avec des pourcentages inférieurs à 19%.

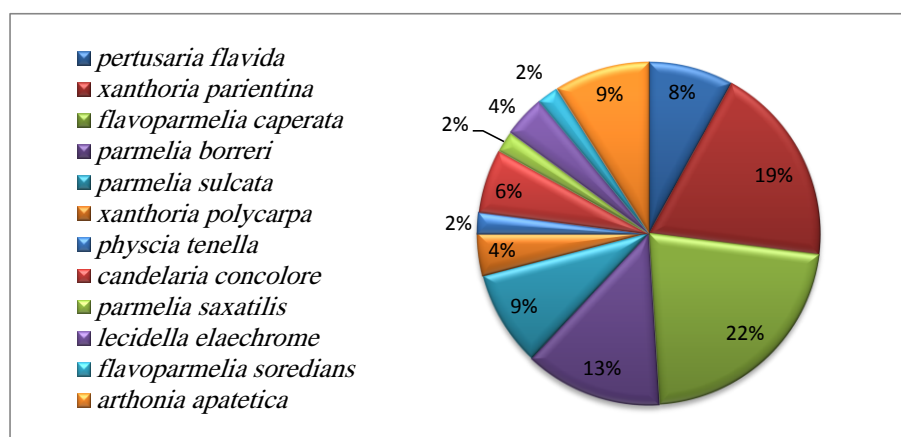


Figure28 : Abondance des espèces des lichens dans le secteur 6

- Secteur 7

Le secteur 7 présente une richesse spécifique assez moyenne avec la présence de 7 espèces : *xanthoria parientina*, *pheophyscia orbicularis*, *lecidella elaeochrome*, *arthonia apatetica*, *flavoparmelia caperata*, *pertusaria flavida*, *candelaria concolor*.

Dans ce secteur les espèces dominantes sont *lecidella elaeochrome*, *arthonia apatetica*, *flavoparmelia caperata* avec un pourcentage de (20%). Elles sont suivies par *xanthoria parientina* et *pertusaria flavida* (13%). Les espèces *pheophyscia orbicularis* et *candelaria concolor* sont les moins représentées avec un pourcentage 7%.

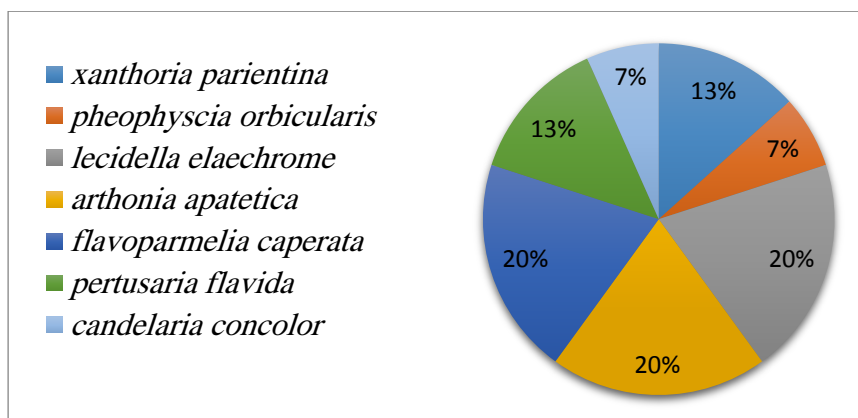


Figure29 : Abondance des espèces des lichens dans le secteur 7

- Secteur 8

Dans ce secteur on a recensé 09 espèces lichéniques : *xanthoria parientina*, *parmelia borrieri*, *parmelia subridecta*, *parmelia saxatilis*, *flavoparmelia soledians*, *pertusaria flavida*, *chrysothrix candelaris*, *pheophyscia orbicularis*.

L'espèce dominante au niveau de ce secteur est *xanthoria parientina* avec un pourcentage 34 %, alors que *parmelia saxatilis* et *chrysothrix candelaris* sont les moins représentées.

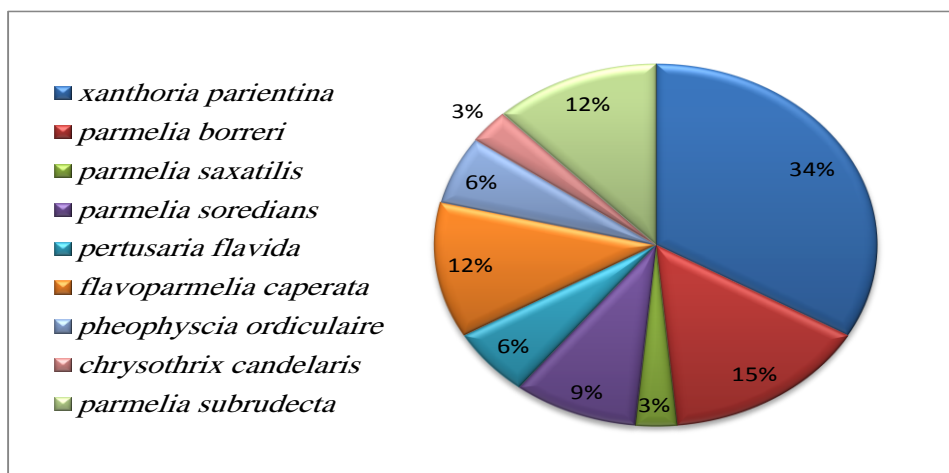


Figure30 : Abondance des espèces des lichens dans le secteur 8

III.5 Répartition physiologique

Les secteurs urbains échantillonnés montrent une grande diversité de lichens. Le classement des lichens par type physiologique montre une nette dominance des thalles foliacés avec un pourcentage de 73%. Il est suivi par les thalles crustacés (20%) et les lépreux avec (7 %).

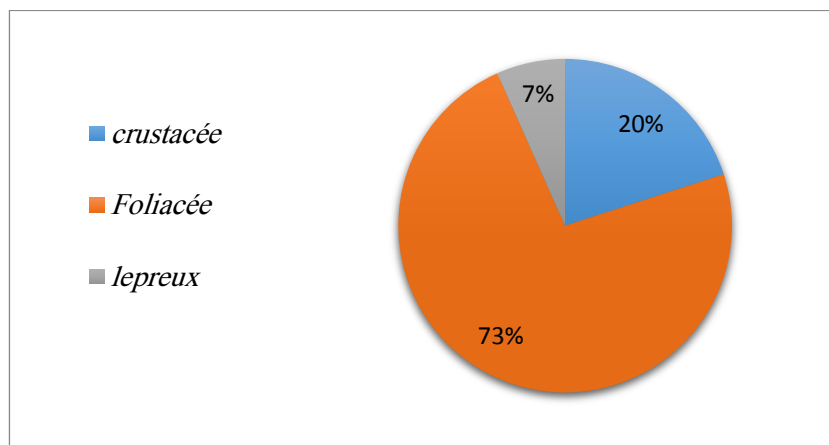


Figure31 : Fréquences de lichens selon le type physiologique

Tous les secteurs étudiés présentent deux types de thalle (foliacé et crustacé) sauf le secteur 8 où les lichens sont caractérisés par 3 types de thalle : foliacée, crustacée et lépreux. Le thalle lichénique foliacé est dominant pour tous les secteurs Sud de la ville de Mila.

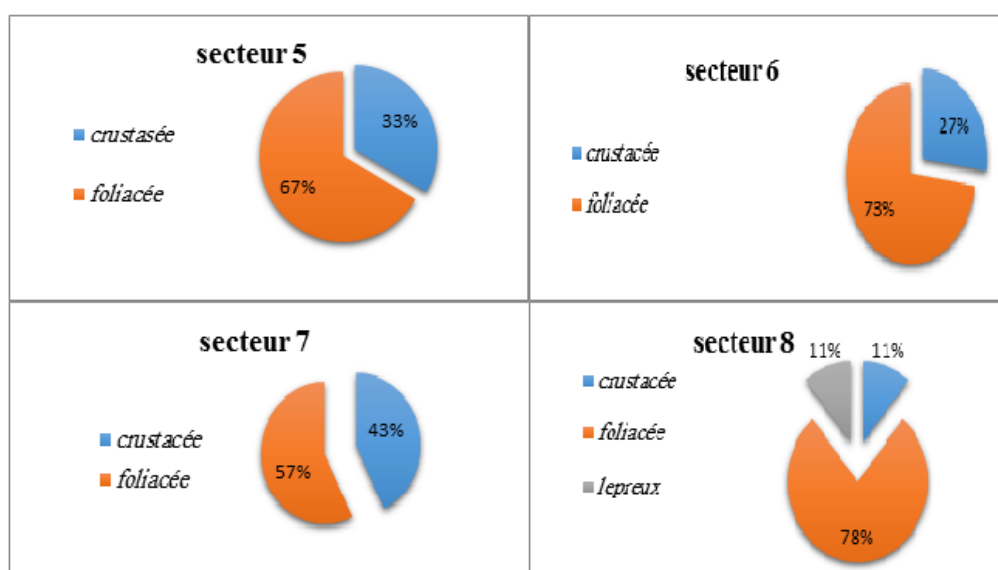


Figure32 : Pourcentages des lichens selon le type physiologique

III.6 Analyse par classe :

L'inventaire des lichens des secteurs Sud de la ville de Mila montre la présence de 3 classes lichéniques. *Lecanoromycetes* est la classe dominante avec 12 espèces, ce qui représente 80% de la totalité des espèces recensées. Elle est suivie par la classe des *arthoniomycetes* qui renferme deux espèces (13%).

La classe *candelariomycetes* est la moins représentée avec la présence d'une seule espèce, ce qui représente 1% de la totalité des espèces lichéniques de la zone d'étude.

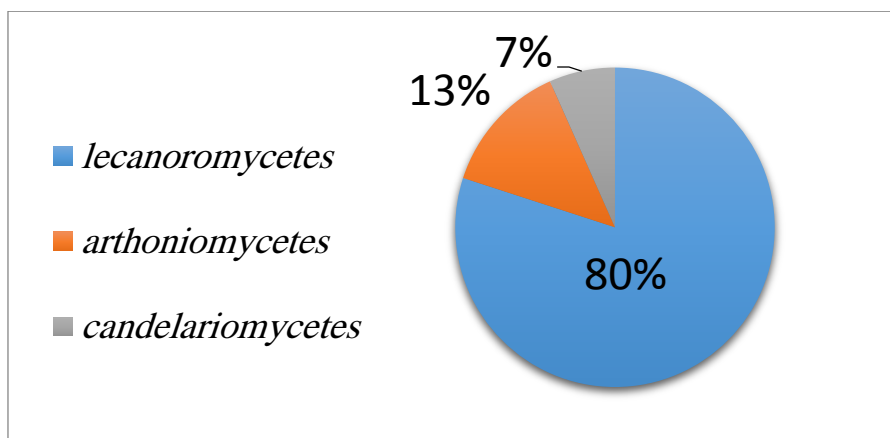


Figure33 : Spectre systématique par classe lichénique

L’inventaire réalisé dans le secteur 05 montre l’existence d’une seule classe lichénique (*lecanoromycetes*) qui comprend 3 espèces. Dans le secteur 6, la classe *lecanoromycetes* contient le plus grand nombre d'espèces (10 espèces), ce qui représente un pourcentage de 83%. La classe lichénique dominante dans le secteur 7 est celle des *lecanoromycetes* (72%). Dans le secteur 8, la classe *lecanoromycetes* est la plus dominante avec 08 espèces et un pourcentage de 89%.

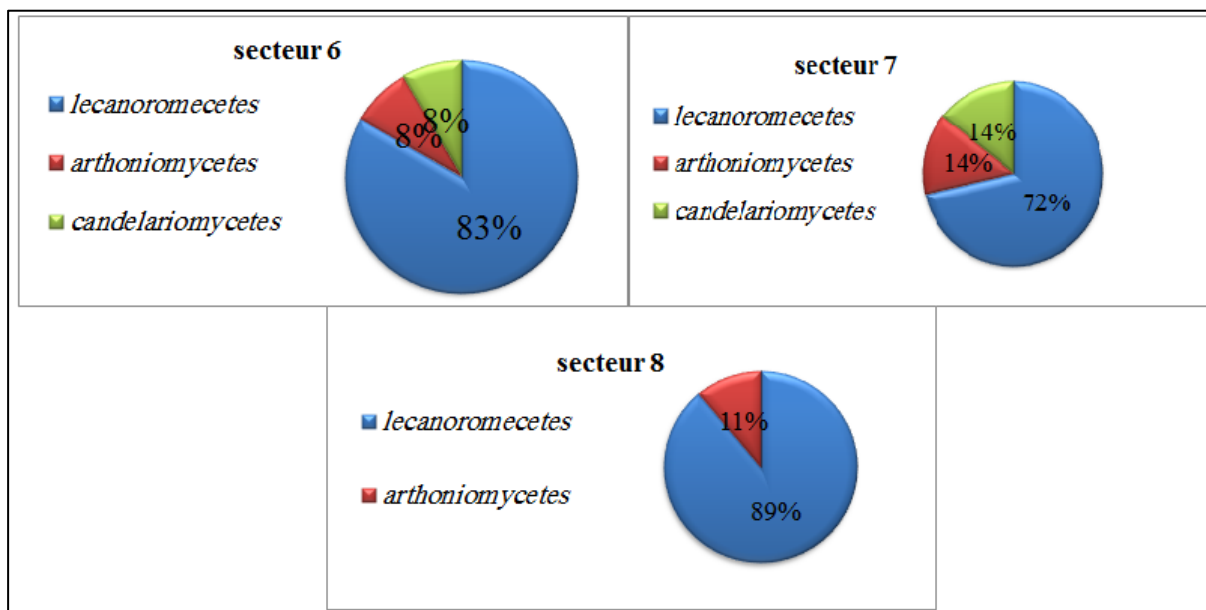


Figure 34 : Spectre systématique par classe lichéniques de chaque secteur urbain

III.7 Analyse par famille

L’inventaire des lichens au niveau des Secteurs Sud de la ville de Mila révèle l’existence de 8 familles botaniques. *Parmeliaceae* est la famille dominante de la zone d’étude avec la présence de 06 espèce ce qui représente 40%. Elle est suivie par les familles de *Teloschistaceae* et *Physciaceae* (13 %). Les familles de *pertusariaceae*, *Candelariaceae*,

lecanoraceae, *arthoniaceae* et *chrysotrichaceae* sont les moins représentées avec une seule espèce et un pourcentage de 7%.

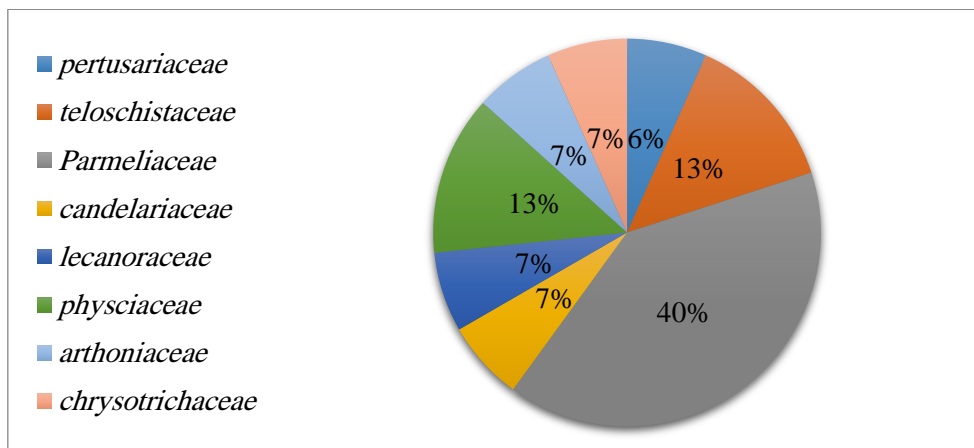


Figure 35 : Spectre systématique par famille lichénique

Le secteur 5 contient 3 familles lichéniques. Les espèces qui se trouvent dans le secteur 6 sont regroupées en 7 familles avec la dominance des *Parmeliaceae* (42%). Le secteur 7 renferme également 7 familles lichéniques qui se présentent dans des proportions égales. Le secteur 8 contient 9 espèces regroupées en 5 familles lichéniques avec la dominance des *Parmeliaceae* (56%).

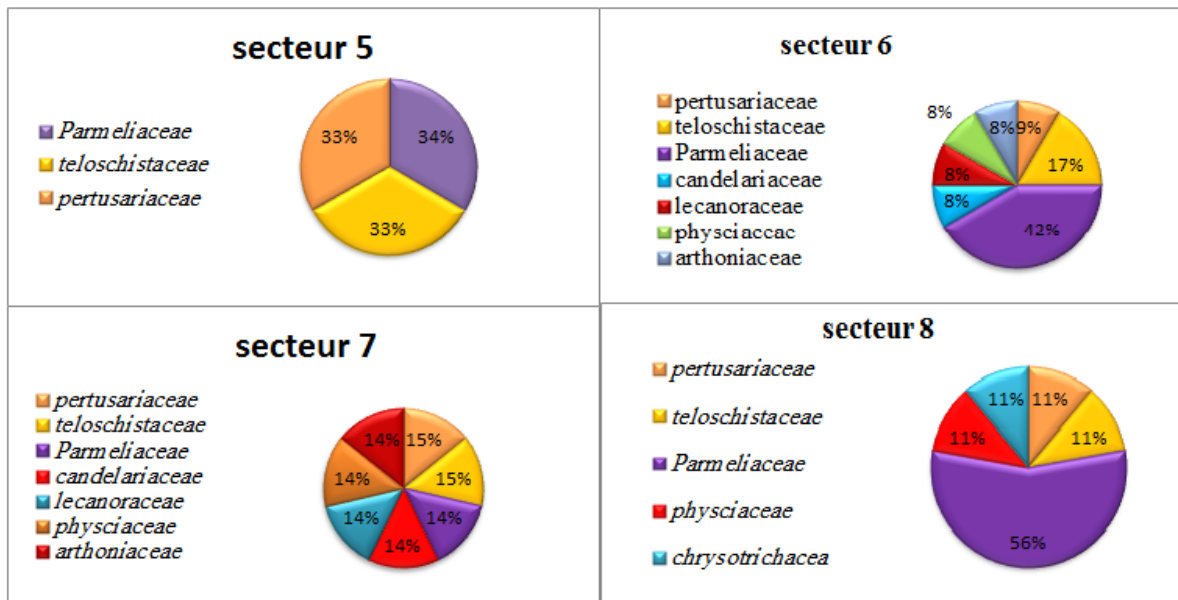


Figure 36 : Spectre systématique par famille lichénique des secteurs étudiés

III.8 Analyse par genre

Les secteurs Sud de la ville de Mila comportent 15 espèces lichéniques regroupée on 10 genres différents. Le genre *parmelia* est dominant (27%). Il est suivi par les genres *xanthoria* et *flavoparmelia* (13%). Les genres *pertusaria*, *candelaria*, *lecidella*, *phaeophyscia*, *physcia*, *arthonia*, *chrysothrix* sont les moins représentée avec une seule espèce et un pourcentage de 7%.

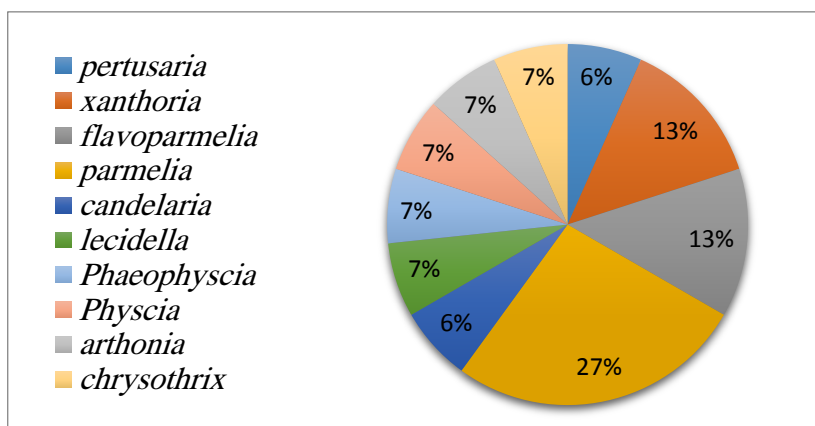


Figure37 : Spectre systématique par genre lichénique

Le secteurs 6 est le plus riche en genre lichénique où nous avons identifié 8 genres avec la dominance du *Pamelia* (25%). Les genres : *pertusaria*, *lecidella*, *physcia*, *arthonia* et *candelaria* sont les moins représenter avec une seule espèce et un pourcentage 8%. Le secteur 5 contient uniquement 3 genres avec des proportions égales (33%).

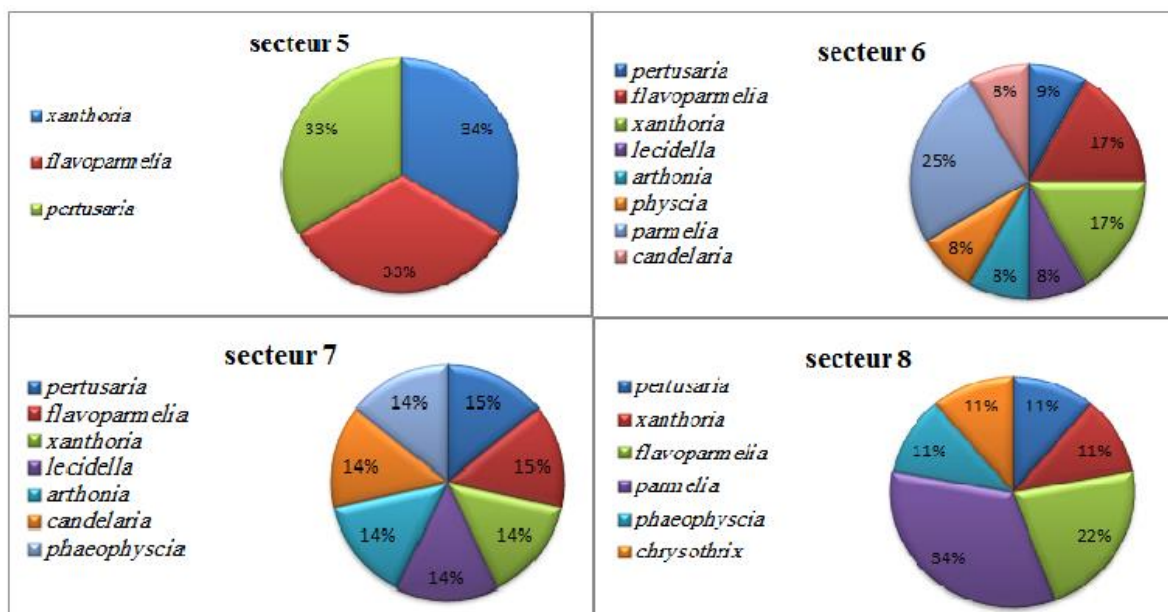


Figure38 : Spectre systématique par genre lichénique des secteurs de la zone d'étude

III.9 Identification des espèces bio-indicatrices

Parmi les 15 espèces recensées dans la zone d'étude, 6 espèces sont sensibles à la pollution, ce qui représente 40% de la totalité des espèces inventoriées. Les espèces lichéniques résistantes sont les moins représentées avec la présence de 4 espèces, soit un pourcentage de 27%.

Tableau02 : Classement des lichens selon leurs résistances à la pollution

Résistance	Les espèces
Forte	<i>Arthonia apatetica</i> <i>Lecidella elaeochrome</i> <i>Xanthoria polycarpa</i> <i>Phyaeophyscia orbicularis</i>
Moyenne	<i>Flavoparmelia caperete</i> <i>Parmelia sulcate</i> <i>Parmelia borrieri</i> <i>Candelaria concolor</i> <i>Xanthoria parientina</i>
Faible	<i>Flavoparmelia soredians</i> <i>Parmelia saxatilis</i> <i>Parmelia subreducta</i> <i>Chrysotrix candelaris</i> <i>Pertisaria flavida</i> <i>Physcia tenella</i>

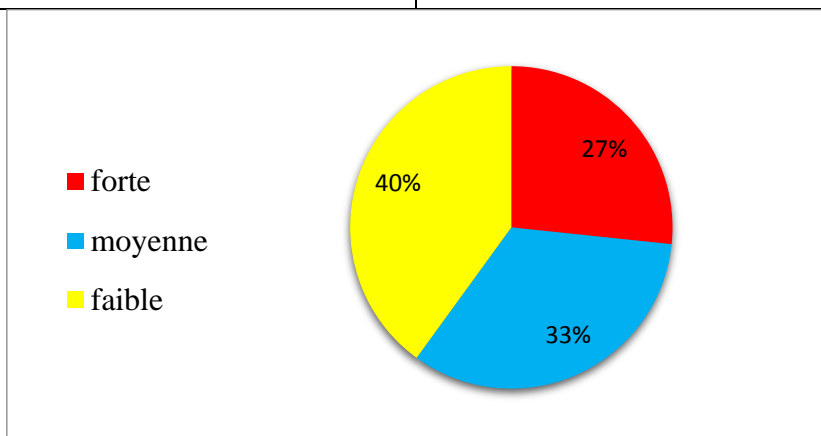


Figure 39 : Répartition des lichens par leurs résistances à la pollution

Le secteur urbain le plus riche en espèces lichéniques résistantes est le secteur 7 où ces espèces se présentent avec un taux de 43%. A l'inverse, le secteur 8 est le plus riche en espèces sensibles (56%).

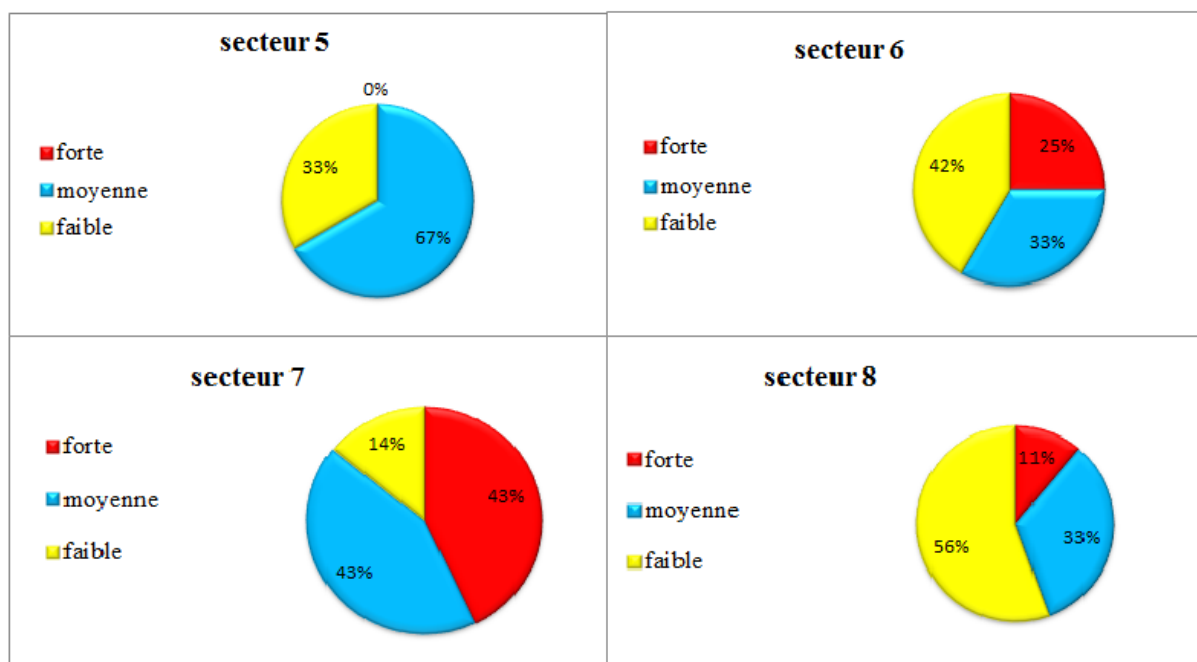


Figure40 : Répartition des lichens par leurs résistances à la pollution

Conclusion

Conclusion

L'objectif de cette étude était de géolocaliser, identifier et recenser la flore lichénique des secteurs Sud de la ville de Mila. L'inventaire réalisé durant la période Janvier-Avril révèle l'existence de 15 espèces lichéniques corticoles qui appartiennent aux 3 classes, 6 ordres, 8 familles et 10 genres (*pertusaria*, *flavoparmelia*, *parmelia*, *candelaria*, *lecidella*, *arthonia*, *physcia*, *phaeophyscia* et *chrysothrix*).

Du point de vue physiologiques, les taxons inventoriés se répartissent en 11 lichens à thalle foliacées, 3 à thalle crustacés et une seule espèce à thalle lépreux.

Spatialement, les secteurs 6 et 8 présentent une forte diversité lichénique, par contre le secteur 5 est le moins diversifié.

Les lichens ont été utilisés comme bioindicateurs de pollution atmosphérique, en raison de leur capacité à réagir aux polluants atmosphériques à différents niveaux. Parmi les taxons répertoriés, nous avons identifié 6 espèces sensibles à la pollution (*Flavoparmelia soledians*, *Parmelia saxatilis*, *Parmelia subreducta*, *Chrysothrix candelaris*, *Pertusaria flavida*, *Physcia tenella*) et 4 espèces résistantes à la pollution (*Arthonia apatetica*, *Lecidella elaeochrome*, *Xanthoria polycarpa*, *Phaeophyscia orbicularis*)

Il est nécessaire de compléter ce travail d'inventaire par d'autres études approfondies et détaillées car la flore lichénique de la wilaya de Mila est loin d'être connue, du moment que la lichénologie est rudement délaissée ces dernières années.

Références bibliographiques

- 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 ès sciences, 15 : 326 P.
- Asta1994.** Thallus morphogenesis in some lichens. *Cryptogamic Botany*, 4 : 274-282.
- Boullard B. 1990.** Guerre et paix dans le règne végétal. Ellipses Marketing Ed., 334 p.
- Catesson A-M, Robert D 2000.** Biologie végétale. Volume 2, Organisation végétative. Ed : Doin. 359 p.
- Clauzade, G. & Roux C., 1985.** - Likenoj de Okcidenta Europo. Suplemento 3a. *Bull. Soc. linn. Provence*, 40 : 73p.
- Déruelle S. et Lallement R. 1983.** Les lichens témoins de la pollution. Paris. 108 p.
- Des abbayes et al 1978.** Précis de botaniques tome 1, végétaux inférieurs, 2ème édition, Ed MASSON, Paris 579 p.
- Flagey C. 1883.** Catalogue des Lichens de Algérie, in: Battandier J et Trabut L, Flore de l'Algérie 2 (1), Jordan A., Alger, 139 p.
- Goujon M. 2004.** Lichens et biosurveillance de la qualité de l'air. Publication de l'Agence régionale de l'environnement de Haute-Normandie : connaitre pour agir. 4 p.
- Hale, 1974.** The biology of lichens. Edward Arnold Publishers Ltd, 176p.
- Hawksworth 1994.** Types and distribution of ultrastructural symptorris in epiphytic lichens in scvera] urban and industrial environments in Finland. *Annales Beilanici Fennici*, 21 : 213-29.
- Hawksworth D.L et Rose F., 1976.** Qualitative squalé for estimating sulphur dioxide air pollution in England and Wales using epiphytic lichens. *Nature*, 227 : 3 ; 5-14.
- Jhons D W. 1996.** Air pollution and the distribution of corticolous lichens in seattle, Washington. *Northwest Sci.*, 53, 4, 257-263.
- Johnson P.N. & Galloway D.J., 1999.** Lichens on trees: identification guide to common lichens and plants on urban and rural trees in New Zealand. *Landcare* 33p.
- Kirschbaum U., et With., 1997.** Les lichens bio-indicateurs. Les reconnaître, évaluer la qualité de l'air. Eugen Ulmer, 128 p.

- Le Blanc, F., D. N. Rao & G. Comeau. 2001.** The epiphytic vegetation of *Populus balsamifera* and its significance as an air pollution indicator in Sudbury, Ontario. *Can. J. Bot.* 50 : 519-528.
- Le gac E., Miralles B.M., Brosseau L. De champeaux E., et al 2006.** Les lichens : Structure, écologie et intérêt, Mem. lic.Univ de Rennes 1 UFR SVE, 135p.
- Olivier B., 2006.** Aperçu de la végétation lichénique du site de Saint Daumas (Var) 84250. Le Thor France, 64p.
- Ozenda P. Clauzade G., 1970.** - Les lichens, étude biologique et flore illustrée. Ed. Masson, Paris, 08 – 200
- Ozenda P., 2000.** Les végétaux. Organisation et diversité biologique. Éd. Dunod, Paris. 512p
- Scholler H. 1997.** Flechten.Geschichte, Biologie, Systematik, Okologie, Naturschutz und kulturelle Bedeutung. Frankfurt am Main, Waldemar Kramer.1: 298 p.
- Sen-Salerno M. & Blakeway J., 1987.** La mousse de chêne, une base de la parfumerie. *Revue pour la Science*, Ed : Ass. fr. Lichénologie, Paris, 12 (1) : 12 – 14.
- Serdje, 2005.** Contribution to the lichens inventory hens from the Oubeira lake Ubeira (NE Algeria). *Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, Section Sciences de la Vie*, N° 35.
- Tievant, P., 2001.** Guide des lichens.350 espèces de lichens d'Europe. Ed. Delachaux et Niestlé, Paris, 10 – 304.
- Van Haluwyn C et Letrouit M.A. 1990.** La flore lichénique de *Pinus halepensis* dans la région de Tébessa (Algérie Orientale). *Cryptogamie Bryol Lichénol* 11, 1 : 31- 42.
- Van Haluwyn C. 2009.** Biosurveillance végétale, de la recherche à la normalisation. Université de lille2. APPA.
- Van Haluwyn C., Semadi A., Deruelle S. et Letrouit M.A. 1994.** La végétation lichénique corticole de la région de Annaba (Algérie orientale). *Cryptogamie Bryol Lichénol* 15, 1 : 1-21.
- Van Haluwyn C. 2006.** Contribution à l'étude des lichens épiphytes dans le nord de France application au problème de la pollution atmosphérique. Thèse doct. de pharmacie, univ. Lille, 176 p.
- Van Haluwyn C.et Lerond M., 1993.** Guide des lichens. Ed. lechevalie, paris, 12 - 334.
- Wirth V., 1995.** Die Flechten Baden-Würem-bergs, Ed:Verlag Eugen Ulmer, Studgart, 106, 200.

Wivecke. D, 2003. Contribution à l'étude des métabolismes secondaires chez les lichens fructiculeux *Cladina Stellarin* et *Cladina Rangiferina*. Thèse de Maitrise. Université du Québec,193p.

Annexe

Tab.1. Exemple de relevé lichénique du Secteur 5

N de secteur	5																			
N d'arbre	Arbre n=1				Arbre n=2				Arbre n =3				Arbre n=4				Arbre n =5			
Les espèces	nord	sud	est	ouest	nord	sud	est	ouest	nord	sud	est	ouest	nord	sud	est	ouest	nord	sud	est	ouest
Arthonia apatetica																				
Candelaria concolore																				
Flavoparmelia caperata				3				1				2				5	2			
Lecidella elaechrome																				
Parmelia																				
Parmelia borrieri																				
Parmelia selescata																				
Parmelia solediane																				
Parmelia subrudecta																				
Pertusaria flavida	2			1													5			
Pheophyscia candelaris																				
Pheophyscia orbicularis																				
Physcia tenella																				
Xanthoria parientina	1											1							1	
Xanthoria polycarpa																				
La somme des fréquences	3	0	0	4	0	0	0	1	0	0	0	3	0	0	0	5	7	0	1	0
Déversité lichenique de chaque arbre	7				1				3				5				8			
Déversité lichenique de chaque secteurs	24																			

Résumé:

L'objectif de cette étude était de déterminer la diversité lichénique des secteurs Sud de la ville de Mila. L'examen des échantillons recueillis durant la période Janvier- Avril 2022 nous a permis de répertorier 15 espèces lichéniques appartenant à 8 familles botaniques.

Les lichens identifiés sont caractérisés par trois types de thalle : foliacés, crustacés et lépreux. L'inventaire réalisé montre que la répartition des lichens n'est pas homogène dans la zone d'étude. Le secteur le plus riche est le secteur 06 où nous avons recensé 228 lichens corticoles. La classe *lecanoromecetes* est la plus abondante avec la présence de 12 espèces, ce qui représente un pourcentage de 80% de la totalité des espèces recensées. Cette étude apporte une contribution utile pour la recherche lichénique de la wilaya de Mila et pour l'enrichissement de notre connaissance de la flore lichénique algérienne.

Mots clés : Lichens, biodiversité, inventaire, secteur, Mila.

الملخص :

الهدف من هذه الدراسة هو جرد الأشنات على مستوى القطاعات الجنوبية لمدينة ميلة حيث سمح لنا فحص العينات في الفترة الممتدة من جانفي الى افريل 2022 بإدراج 15 نوعاً مختلفاً تنتمي إلى 8 عائلات . تتميز الأشنات المتواجدة في منطقة الدراسة بثلاث أنواع فيزيولوجية المورقة ، القشرية و الجذام. ظهر الجرد الذي تم إجراؤه أن توزيع الأشنات غير متجانس في منطقة الدراسة.القطاع الغني بالأشنات هو القطاع 6 حيث وجدنا 228 اشنة قشرية . القسم الأكثر انتشارا هو *lecanoromecetes* حيث يضم 12 نوع من الأشنات ونسبة 80 من مجموع الانواع المتواجدة في منطقة الدراسة. تقدم هذه الدراسة مساهمة مفيدة لبحوث الأشنة في ولاية ميلة ولإثراء معرفتنا بنباتات الأشنة الجزائرية .
الكلمات المفتاحية: الأشنات ، القطاع الجنوبي لمدينة ميلة ، الجرد.

Summary:

The study that we carried out aims to inventory and identify the lichenous flora of the southern sector of Mila. This study which proceeded between janury and april 2022 enabled us to inventory 15 species different of lichens belonging to 8 families. The listed species represent 3 physiognomical types with knowing foliaceous species, crustacean species, and thallus lépreux. The richest sector is the sixth where we have identified 228 corticolous lichens. The most abundant class with the presence of 12 species is the *lecanoromecetes* , which represents a percentage of 80% of all the species listed. This study brings a useful contribution for the lichen research of the wilaya of Mila and for the enrichment of our knowledge of the Algerian lichen flora.

Keywords: lichens, southern sector of the city of Mila, inventory.