



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي



Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

المركز الجامعي أحمد الونشريسي بتسمسيلت

Centre Universitaire El Wancharissi de Tissemsilt

Institut des Sciences et Technologies

Département des Sciences de la Nature et de la Vie

Mémoire de fin d'études pour l'obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Spécialité : Ecologie et Environnement

Option: Protection des Ecosystèmes

Thème

Contribution à l'inventaire des lichens du parc national de Theniet El-had Tissemsilt

Présenté par :

M^{elle} ADLI Raghda

M^{elle} DENNINE Nassima

Devant les membres de jury

M. MELIANI Kaddour

M. GUEMOU Laid

M. MAAMAR Benchohra

M. NOUAR Belgacem

MAA C.U. Tissemsilt.

MAA C.U. Tissemsilt.

MCA C.U. Tissemsilt.

Doctorant. U. Tlemcen

Président

Examinateur

Encadrant

Co-encadrant

Année universitaire
2018-2019

REMERCIEMENTS

La réalisation de ce mémoire a été possible grâce à **ALLAH** et au concours de plusieurs personnes à qui nous voudrions témoigner nous gratitude.

Nous voudrions tout d'abord adresser toute notre reconnaissance à l'encadreur de ce mémoire, **Dr MAMMAR Benchohra**, pour sa patience, sa disponibilité et surtout ses judicieux conseils.

Nos remerciements s'adressent également aux membres du jury **CHOUHIM Kada** et **GUEMOU Laid** d'avoir accepté d'examiner et d'évaluer notre travail.

Nous remercions tous les professeurs de centre universitaire de Tissemsilt, qui nous ont fourni les conseils nécessaires pour la réussite de notre étude universitaire.

Un remerciement très spécial à **Melle LOUMASSINE** pour avoir nous guidé.

Nous voudrions exprimer notre reconnaissance envers nos collègues **RABIA Yousef** et **BOUZIANE CHRIF Miloud** qui nous apporté leur soutien moral, matériel et intellectuel tout au long de notre recherche.

DEDICACE

Avec l'expression de ma reconnaissance, je dédie ce modeste travail à ceux qui, quels que soient les termes embrassés, je n'arriverais jamais à leur exprimer mon amour sincère

A la femme qui a souffert sans me laisser souffrir, qui n'a jamais dit non à mes exigences et qui n'a épargné aucun effort pour me rendre heureuse : mon adorable mère

A L'homme, mon précieux offre du dieu, qui doit ma vie, ma réussite et tout mon respect : mon cher père

A ma chère sœur Sabrina, et mon chers frères Abdel kader et Gholam, et mes cousins Khadîdja et la petite adorable Tasnime qui n'ont pas cessé de me conseiller, encourager et soutenir tout au long de mes études. Que dieu les protège et leurs offre la chance et le bonheur.

A mes grand -père et l'esprit de ma chère grands- mères, les oncles et mes tantes surtout tantes Khaira et la famille DAKKI pour l'accueil et le bienvenue, que dieu leur donne une longue et joyeuse vie.

Sans oublier ma copine et ma seconde sœur Raghda pour son soutien moral, sa patience et sa compréhension tout au long de ce projet et la famille ADLI.

A tout les amis merci pour leurs amours et leurs encouragements.

Nassima

DEDICACE

A mes chers parents, pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse,
leur soutien et leurs prières tout au long de mes études,

A mes chères sœurs Abir, Angham, Nada et mon frère Marouan pour leurs
encouragements permanents, et leur soutien moral.

A tous mes chers amis pour leur appui et leur encouragement, et tous les
jours passés ensemble.

A toute ma famille, mes oncles, mes tantes et leur famille pour leur soutien
tout au long de mon parcours universitaire.

A l'esprit de ma tante, que Dieu ait pitié d'elle, de son mari et de ses fils et
filles qui m'ont salué avec amour à chaque fois.

A mon binôme et ma jumelle Nassima et toute la famille DENNINE.

A mes collègues dans la spécialité de protection des écosystèmes.

Et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce projet soit
possible, je vous dis merci.

Raghda

Liste des abréviations

AFL : Association française de Lichénologie.

PNDTEH : parc national de Theniet El-had.

LFW : Lichens forestiers de Wallonie.

NASA : National Aeronautics and Space Administration.

SMBLA : Société Mycologique, Botanique et Lichénologique d'Auvergne

Liste des figures

Figure 1 : Vue microscopique d'une coupe longitudinale d'un lichen crustacé

Figure 2 : Coupe transversale d'un thalle homéomère

Figure 3 : Coupe transversale d'un thalle hétéromère

Figure 4 : Schéma de la symbiose lichénique entre les algues et les champignons

Figure 5 : Relations entre l'hyphe et la gonidie

Figure 6 : Thalles crustacés

Figure 7 : Thalle squamuleux

Figure 8 : Thalle foliacé

Figure 9 : Thalle fruticuleux

Figure 10 : Thalles lépreux

Figure 11 : Thalle crustacé

Figure 12 : Thalle foliacé

Figure 13 : Thalle squamuleux

Figure 14 : Thalle fruticuleux, (C) pendant, (D) dressé

Figure 15 : Thalle filamenteux

Figure 16 : Thalle composite

Figure 17 : Thalle gélatineux

Figure 18 : Photo des différents types de spores

Figure 19 : Schéma représentative du mécanisme de la reproduction sexuée

Figure 20 : schéma de la résistance des Lichens & pollution de l'air

Figure 21 : carte du parc national de Theniet El Had en Algérie

Figure 22 : carte de situation géographique des cantons kef Sechine et sidi abdoun

Figure 23 : fréquence des différentes familles des lichens dans le parc

Figure 24 : Fréquence des lichens sur les arbres

Figure 25 : la répartition des lichens selon le type de l'intérêt

ملخص

الأشنات هي كائنات مزدوجة ناتجة عن تعايش بين الفطريات والطحالب ، والدراسة التي قمنا بها هي مساهمة في إنشاء قائمة جرد الأشنات من الأنواع التي يتم حصادها في منطقة كاف ساشين وسيدي عبدون بالحديقة الوطنية لثنية الحد ولاية تيسمسيلت .

سمح لنا فحص العينات التي تم جمعها في الفترة الممتدة بين أبريل و جوان 2019 بتحديد 26 نوعًا مختلفًا، مقسمة إلى 11 عائلة، أهمها *Parmeliaceae* و *Ochrolechiaceae*

اغلب الأشنات تملك أهمية غذائية مثل *Anaptychia ciliaris* و *Pseudevernia furfuracea*

أما باقي الأنواع فتستخدم في صناعة الأصبغة وتدخل في تركيب مواد التجميل الخ.

توزع الأشنات على أشجار الأرز يفوق توزعها على باقي الأشجار وهذا راجع إلى كثرتها في الحظيرة وتواجدها في اغلب المناطق خصوصا المناطق العالية التي تتوفر على الرطوبة والبرودة التي تعد عاملا مثاليا لتكاثر الأشنات تعتبر الأشنات مؤشرا جيدا لتلوث الهواء و الركائز التي تنمو عليها , ونظرا لتوفرها بكثرة في الحظيرة الوطنية لثنية الحد وجب علينا انتهاز الفرصة لدراستها وتطوير استخدامها للاستفادة منها في مختلف مجالات الحياة.

الكلمات المفتاحية: أشنات الشجرية , جرد, الحظيرة الوطنية لثنية الحد , تيسمسيلت.

Résumé

Les lichens sont des organismes doubles résultant d'une symbiose entre champignons et algues, L'étude que nous avons entreprise est une contribution à l'établissement du inventaire lichénique à partir d'un échantillon d'espèces récoltées dans les cantons de kef Sechine et sidi abdoun situé dans le parc national de Theniet El-had Tissemsilt.

L'examen des échantillons recueillis durant la période qui s'étale de avril à juin 2019, nous a permis d'identifier 26 espèces différentes, réparties 11 familles dont les dominantes sont les *Parmeliaceae* et les *Ochrolechiaceae* , la plus part des lichens a un intérêt alimentaire comme *Anaptychia ciliaris* et *Pseudevernia furfuracea* , les autres utilisées dans l'industrie teinturière et dans les produits cosmétique...etc .

La répartition des lichens sur le cèdre plus que d'autre arbre, cette répartition en raison de la dominance de cèdre dans le parc surtout dans les hautes altitudes au trouve l'humidité et le froid au les lichens vivre.

Les lichens sont des bonnes indicatrices de pollution de l'aire et de substrat. Alors, depuis cette espèce disponible dans le PNTEH il faut profitée l'occasion pour étudier cette espèce et développez leur utilisation dans tous les domaines de vie.

Les mots clés : lichens, inventaire, parc national de Theniet El-had, Tissemsilt

Liste des tableaux

Tableau 01 : Différentes espèces de lichens dans le parc

Tableau 02 : classification des espèces lichéniques dans le parc

Table des matières

LISTE DES ABREVIATIONS

LISTE DES FIGURES

LISTE DES TABLEAUX

ملخص

RESUME

INTRODUCTION..... **ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I:..... 3

GENERALITES SUR LES LICHENS 3

I. GENERALITES SUR LES LICHENS..... 2

I. 1.DEFINITION DES LICHENS2

I. 2 CARACTERES GENERAUX DES LICHENS.....3

2.1. Biologie des lichens 3

2.2. ANATOMIE ET STRUCTURES DES THALLES DES LICHENS4

2.3. THEORIE DE LA SYMBIOSE6

2.3.1. SYMBIOSE MUTUALISTE.....7

2.3.2. SYMBIOSE ANTAGONISTE7

A)L'HELLOTISME:7

B) LE PARASITISME:.....7

C)L'ENDOSAPROPHYTISME :.....7

D) L'ALGO-PARASITISME :7

2.4.INTERACTION ENTRE LES PARTENAIRES LICHENIQUES8

I. 3. HISTORIQUES DE LA SYSTEMATIQUE DES LICHENS9

3.1. CLASSE DES ASCOLICHENS DONT LE CHAMPIGNON EST UN ASCOMYCETE.....	10
3.2. CLASSE DES BASIDIOLICHENS DONT LE CHAMPIGNON EST AGARICALE OU UNE APHYLLOPHORALE.....	11
3.2.1. CLASSE DES ASCOLICHENS.....	11
2. ORDRE DES CONIOPHYTES.....	12
3 .ORDRE DES GRAPHIDALES.....	12
4. ORDRE DES CYCLOCARPALES.....	12
3.2.2. CLASSE DES BASIDIOLICHENS.....	14
3.3.3. CLASSE DES HYPHOLICHENS.....	14
I. 4. LES DIFFERENTS GROUPEMENTS LICHENIQUE.....	14
4.1. LICHENS TERRICOLES ET HUMICOLES.....	14
4.2. MUSCICOLES.....	14
4.3. LICHENS SAXICOLES.....	14
4.4. LICHENS CORTICOLES.....	14
4.5. LICHENS LIGNICOLES.....	15
4.6. LICHENS FOLIICOLES.....	15
4.7. LICHENS LICHENICOLES.....	15
I. 5. PRINCIPAUX TYPES DES THALLES DES LICHENS.....	15
5.1. LES THALLES CRUSTACES.....	15
5.2. LE THALLE SQUAMULEUX.....	16
5.3. LES THALLES FOLIACES.....	17
5 .5. LES THALLES GELATINEUX.....	18
5.6. LES THALLES COMPLEXES (OU COMPOSITES).....	18
5.7. THALLES LEPREUX.....	18
5.8. THALLES FILAMENTEUX.....	19
I. 6. DIFFERENT MODES DE FIXATION DES THALLES DES LICHENS SUR LE SUBSTRAT.....	19
6.1. LES THALLES CRUSTACES.....	19
6.2. LES THALLES FOLIACES.....	19
6.3. LE THALLE SQUAMULEUX.....	20
6.4. LES THALLES FRUTICULEUX.....	20
6.5. THALLE FILAMENTEUX.....	21

6.6. LES THALLES COMPLEXES OU COMPOSITES	21
6.7. LES THALLES GELATINEUX	21
I. 7. LA REPRODUCTION DES LICHENS	22
A) PAR FRAGMENTATION DU THALLE	22
7.2. REPRODUCTION ASEXUEE	23
7.3. LA REPRODUCTION SEXUEE	23
7.4. ORGANES NON REPRODUCTEURS	25
7.4.1. STRUCTURES LICHENIQUES DES THALLES DE FACE SUPERIEURE.....	27
7.4.2. STRUCTURES LICHENIQUES DES THALLES DE FACE INFERIEURE	27
I. 8. BIOCHIMIE DES LICHENS.....	28
8.1. SUBSTANCES CONTENUS DANS LES CELLULES	28
8.2. LES SUBSTANCES CONTENUES DANS LES MEMBRANES.....	29
8.2.1. LES MEMBRANES GONIDIES :	29
8.2.2. LES MEMBRANES HYPHES :	29
8.2.2.1. SUBSTANCES MINERALES :	29
8.2.2.2. GLUCIDES :	29
CE SONT TOUS DES OSIDES COLLOÏDAUX.	29
8.3. SUBSTANCE EXCRETES A L'EXTERIEUR DES CELLULES :	29
I. 9. RESISTANCE DES LICHENS	31
9.1. RESISTANCE DES LICHENS VIS-A-VIS DES CONDITIONS ENVIRONNEMENTALES	31
9.2. LICHENS ET POLLUTION DE L' AIR.....	31
9.3. LICHENS ET CONDITIONS EXTREMES	32
I. 10. ECOLOGIE DES LICHENS.....	33
10.1. L'EAU :	33
10.2. L'HUMIDITE :	33
10.3. LA TEMPERATURE :	33
10.4. AUTRES FACTEURS ATMOSPHERIQUES	33
10.5. LES FACTEURS LIES AU SUBSTRATUM	34
10.6. LES FACTEURS BIOTIQUES	34
I. 11. QUELQUE USAGE DES LICHENS	34
11.2. USAGES MEDICAUX	35
11.3. USAGES INDUSTRIELS 11 .3.1. TEINTURE.....	35

I. 12. NUTRITION DES LICHENS	36
12.1. NUTRITION CARBONEE ET ECHANGE GAZEUX	36
12.1.1. L'ABSORPTION DE L'EAU	36
12.2. EVAPORATION DE L'EAU	37
12.3. NUTRITION CARBONEE ET ECHANGE GAZEUX	37
12.4. RESPIRATION	37
PARTIE EXPERIMENTALE	
MATERIEL ET METHODES	40
II. MATERIELLES ET METHODE	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
II.1. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE	39
II.1.1. LE CANTON SIDI ABDOUN	40
II.1.2. LE CANTON KEF SECHIN	41
CHAPITRE II :	44
III. RESULTATS ET DISCUSSIONS	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
III.1. RESULTATS.....	44
II .INTERPRETATIONS	59
III.2. DISCUSSIONS	62
CONCLUSION	64

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Introduction

Introduction

Le Parc National de PNTEH est une des plus belles et anciennes forêts en Algérie. Ce parc abrite une biodiversité très importante dont plusieurs dizaines d'espèces sont endémiques, parmi cette espèce on cite les lichens.

Les lichens forment une part importante de la biodiversité de ce type de milieu naturel, par le grand nombre de formes qu'ils présentent et la variété des conditions écologiques qu'ils recherchent. Ils restent cependant encore mal connus du grand public, et même des naturalistes où la connaissance des espèces reste très imparfaite et sujette à de nombreuses découvertes **.(Bricaud, 2006).**

Les lichens résultent de l'association durable à bénéfice réciproque entre un champignon avec une algue ou/et une cyanophycée. Cette association ou "symbiose" permet aux partenaires symbiotiques de vivre ensemble dans des conditions difficiles qui empêchent l'un ou l'autre de se nourrir tout seul. **(Jahns, 2007).**

Les études et la recherche sur la flore lichénique dans le parc restent négligeables et embryonnaire jusqu'au aujourd'hui, à cause de manque de chercheurs et intéressés. Les plus importants travaux se résument dans le travail menu par **Dr. KHEDIM Rabah.**

A travers ce mémoire, les lichens du parc national de Theniet Elhad sont récoltés pour servir à établir un inventaire des espèces colonisant le canton de kef sechin et sidi abdoun qui offrent de multiples milieux et une grande diversité lichénique qui demeurent peu connue et moins exploitée.

Le manuscrit s'articule de la manière suivante :

- Le premier chapitre est consacré à l'analyse bibliographique qui fait une synthèse sur la morphologie des lichens, leur reproduction et physiologie et leurs intérêts généraux.
- Le deuxième chapitre décrit le matériel et méthodes utilisés pour étudier ces plantes.
- Le troisième chapitre présente les résultats obtenus concernant ces inventaires et leur analyse.
- Une conclusion pour résumer l'ensemble des résultats suivis par des recommandations et des perspectives.

Partie
Bibliographique

Chapitre I :

Généralités sur les lichens

I. Généralités sur les lichens

I. 1. Définition des lichens

Les lichens sont un groupe de végétaux possédant des cryptogames, comme les champignons, les mousses et les fougères. Ils sont formés à partir de champignons et d'algues vivant en symbiose vraie: les uns ne pouvant pas vivre sans les autres. **(Nash, 2008).**

Le mot lichen est composé à partir d'un emprunt au mot latin *lichen* et au grec *leichên*, qui signifiait « lèpre » et « dartre. » selon **Chevalier (2003)**. Les Lichens étaient considérés comme des êtres simples, intermédiaires entre les algues et les champignons. On avait bien émis l'hypothèse que certains lichens pourraient être des algues modifiées ou même pénétrées par les filaments d'un champignon, mais c'est le mérite de Schwendener d'avoir, en deux mémoires célèbres (1867, 1869), reconnu la nature double des lichens, en montrant que leurs cellules vertes appartenaient à des genres d'algues vivant libres dans la nature et leurs autres cellules à des champignons **(Des abbayes et al. 1978. in Ait hammou.2015).**

Le thalle lichénique, résultant de l'association symbiotique entre deux catégories de partenaires : Le partenaire fongique, hétérotrophe, appelé mycosymbiote, pratiquement toujours un champignon ascomycète, qui représente plus de 90 % de la biomasse lichénique, dont les hyphes microscopiques enchevêtrées emprisonnent le partenaire chlorophyllien, autotrophe, appelé photosymbiote, qui est une algue verte (phycosymbiote) ou une cyanobactérie (cyanosymbiote). **(Coste, 2011).**

I. 2 Caractères généraux des lichens

2.1. Biologie des lichens

Il existe 13250 espèces de champignons et 40 espèces d'algues qui sont lichénisantes. L'algue assure au champignon les hydrates de carbones et les substances azotées par photosynthèse et le champignon assure une protection pour l'algue, limitant le risque d'assèchement ou d'éclairement trop brutal, donc il est un bon rabatteur d'eau, des sels minéraux nécessaires, de vitamines C et D et de substances glucidiques. Sous le microscope, si on examine un lichen crustacé en coupe, on observe des hyphes incolores du champignon en périphérie sous forme d'un réseau dense constituant une couche protectrice appelée la zone corticole. Vers l'intérieur, il y a des hyphes non enchevêtrés, entourant de cellules bleues verdâtres de l'algue. Ensuite se trouve une zone médullaire formée exclusivement d'un tissu d'hyphe et en dessous il existe une zone corticole. Les différentes couleurs de lichens sont dues aux acides lichéniques (**Vanhaluwyn et Lerond. 1993. In Ait hammou .2015**).

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.

- **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 (**Agnès flour, 2004, in Ait Hammou2015**). 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).

Concernant leur organisation cytotologique, Les champignons lichénisés ne présentent pas de différences fondamentales, même les corps protéiques concentriques, intracytoplasmiques, (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**)

- **Partenaire chlorophyllien "algue ou photobionte"**: 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. (Agnès flour, 2004 in Ait Hammou.2015).

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 aptosa*)

2.2. Anatomie et structures des thalles des lichens

Ce sont les hyphes qui sont à l'origine de la morphologie du thalle. Ils occupent 90 % de La biomasse totale du lichen. (Asta ,1994).

Selon Goujon (2004), 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. L'organe de la végétation dans les lichens est le thalle, qui présente des variations infinies en grandeur et en couleur (Flagey ,1883). La structure anatomique de thalle présente deux modifications bien distinctes:

Structure homéomère : Cette structure est dite de type "homéomère" car le champignon et la cyanobactérie sont entremêlés de façon homogène (van Haluwyn et al. 2009. in Lidia .H et Khalissa. D. 2013) dans toute l'épaisseur du thalle. Cette structure est réalisée quand la gonidie est une algue bleue, généralement une Nostoc (Guillaume, 2012) comme chez les Collema (van Haluwyn et al. 2009. in Khedim Rabah .2018), car c'est dans sa gaine gélatineuse épaisse que se développe le champignon lichénisant. Ces lichens ont souvent une couleur vert bleu ou noirâtre, celle de l'algue. (Jahns, 2007.in Khedim Rabah .2018).

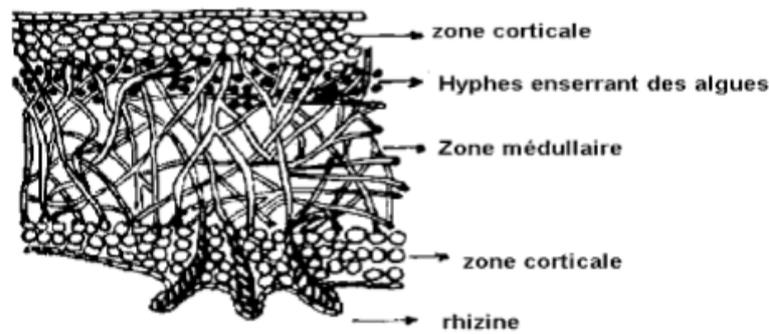


Figure 01 : Vue microscopique d'une coupe longitudinale d'un lichen crustacé (Van Haluwyn et Lerond 1993).

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

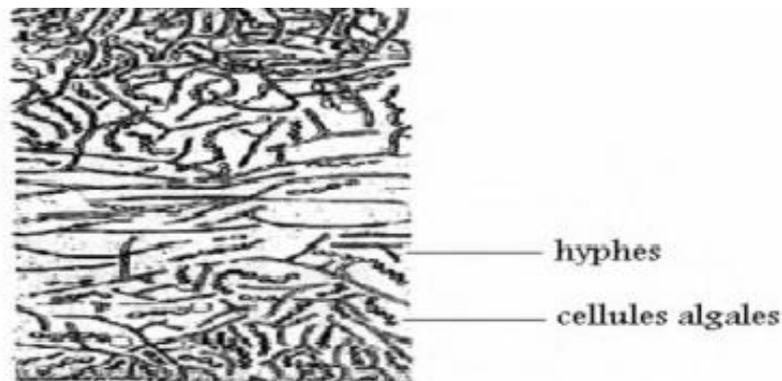


Figure 02 : Coupe transversale d'un thalle homéomère (Van Haluwyn et Lerond 1993)

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).

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).

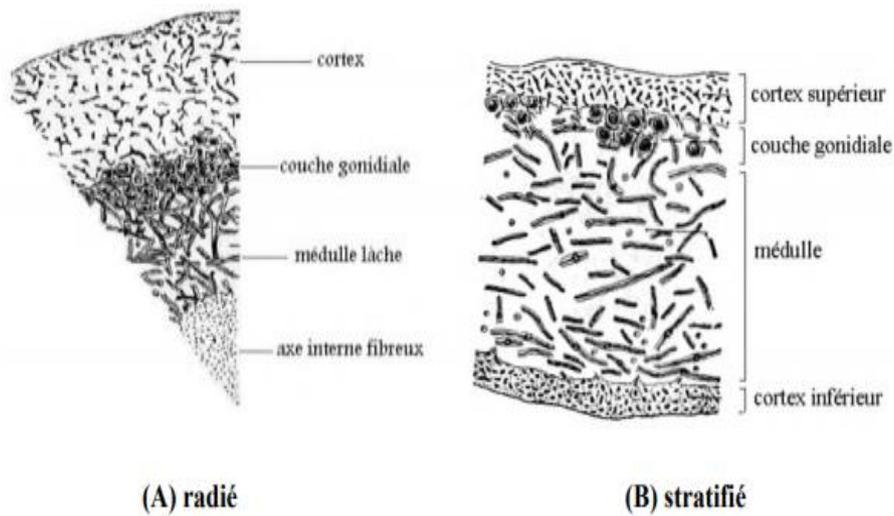


Figure 3 : Coupe transversale d'un thalle hétéromère (Ozenda, 2000)

2 .3. Théorie de la symbiose

Selon Schöller (1997) Les lichens sont des champignons qui vivent en étroite union avec des algues vertes ou des cyanobactéries (algues bleues). Une telle association de différents organismes s'appelle une symbiose.

La symbiose lichénique se présente sous des modalités multiples (Abbayes et al.1978 .in Ait hammou. 2015).

Il existe deux types de symbioses chez les lichens : symbiose mutualiste et symbiose antagoniste.

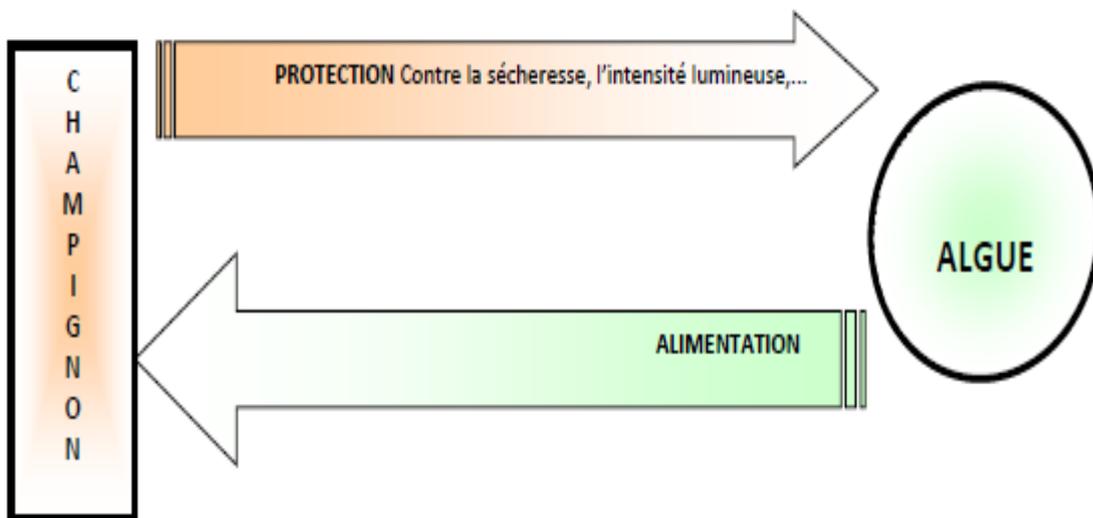


Figure 4 : Schéma de la symbiose lichénique entre les algues et les champignons

2.3.1. Symbiose mutualiste

Ni l'algue ni le champignon ne semblent pouvoir vivre isolément. Les algues grâce à leur photosynthèse, fournissent aux hyphes du champignon les éléments hydrocarbonés dont il a besoin. En échange, le champignon leur fournit l'eau qu'il retient dans ses tissus, les sels minéraux qu'ils puisent dans le substratum. De plus il les protège contre la dessiccation. **(Des abbayes et al. 1978. in Ait hammou. 2015).**

2.3.2. Symbiose antagoniste

On peut en distinguer quatre modalités :

a) L'hélotisme:

Le champignon règne en maître sur des algues esclaves qu'il exploite.

Il ne les tue pas inconsidérément, à la manière d'un parasite, mais au contraire il les ménage, favorise même leur croissance et leur multiplication pour en tirer profit. **(Des Abbayes et al, 1978.in Ait hammou. 2015).**

b) Le parasitisme:

La théorie du parasitisme pur et simple du champignon sur l'algue s'appuie évidemment sur l'existence des haustoria.

c) L'endosaprophytisme :

Le champignon ne tuerait pas directement les algues à la manière d'un parasite, mais il en serait la cause indirecte, souvent par asphyxie et il profiterait de leurs cadavres, à l'intérieur du thalle **(Des Abbayes et al, 1978.in Ait hammou. 2015).**

d) L'algo-parasitisme :

Il envisage au contraire le parasitisme de l'algue sur le champignon. On invoque le fait que les algues se développent mieux sur milieu additionné de sucre et de peptones que sur milieu purement minéral, ce qui laisse supposer que, dans le thalle des lichens, elles se nourrissent également des matières organiques du substratum par l'intermédiaire des hyphes de champignon, qui est le seul en large contact avec le substratum. A l'intérieur du thalle les deux constituants se

livrent une lutte sans trêve dans laquelle aucun des adversaires n'arrive à supplanter l'autre et il en résulte un état d'équilibre. (Des Abbayes et al, 1978.in Ait hammou. 2015).

2 .4.Interaction entre les partenaires lichéniques

Dans Les lichens, L'association d'un élément fongique (champignon) et d'un élément algal due à l'interaction des deux composants. Chaque espèce de lichens est caractérisée par un champignon spécifique ne se rencontrant que dans ce lichen, ainsi que par au moins une espèce d'algues d'un genre bien défini. Mais cette même espèce d'algues peut se rencontrer chez différentes espèces de lichens (Tievant, 2001).

Selon Legac et al. (2006). La proximité entre les partenaires est variable, chez certains les hyphes rampent à la surface des cellules assimilatrices, elles envoient de courtes ramifications vers le photobionte et elles peuvent les entourer étroitement. Dans ces situations, la paroi des hyphes est très fine, permettant ainsi les échanges. Chez d'autres, les partenaires sont en contact étroit, les hyphes s'appliquent à la surface de l'algue et forment une expansion, l'appressorium, qui pénètre dans la paroi de l'algue. Elles peuvent également faire un passage dans la cellule et former un suçoir, l'haustorium.

Le champignon possède également des protéines qui lui permettent d'adhérer à la surface du photobionte (lectine), en se fixant sur des composants glucidiques de la paroi.

Le photobionte effectue la photosynthèse et fournit les deux biontes en lipides, glucides et protéines. Il transmet à son partenaire entre 20 et 40% des produits de sa photosynthèse, sous forme de polyol (ribitol, sorbitol, érythritol) si c'est une algue verte, de glucose si c'est une algue bleue. Mais aussi des vitamines (biotine, thiamine) et des enzymes.

Le cyanobionte procure, grâce à ses hétérocystes, de l'ammonium (NH₄⁺) issu de la fixation d'azote atmosphérique. Le mycobionte apporte à son partenaire un abri contre le vent et la pluie, un ancrage, une protection contre la dessiccation. Il fait fonction de filtre contre les risques d'insolation et reflète les radiations, s'il est de teinte claire. Il accumule la chaleur s'il est de teinte sombre. (Legac et al. 2006)

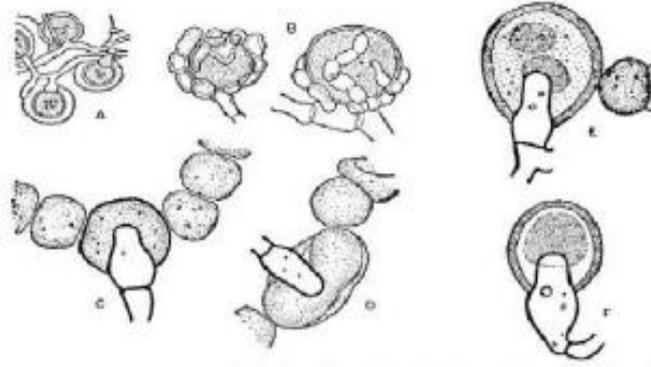


Figure 05 : Relations entre l'hyphe et la gonidie ; A, hyphe pénétrant dans la gaine gélatineuse d'une gonidie *Gloeocarpa* et s'appliquant dessus par l'extrémité dilatée (*Pyrenopsis conferta*), x60 ; B, gonidies de *Cystococcus* enlacées par les crampons de l'hyphe (*Cladonia furcata*) x1250 ; C à F haustorium intracellulaire dans une gonidie de *Nostoc*, stade jusqu'à la mort de la gonidie en F (*Lempholemma cholozanum*) x2100 (A et B d'après Bornet ; C à F d'après Gautier).

(Des Abayes et al. 1978. *in* Ait hammou. 2015).

I.3. Historiques de la systématique des lichens

Les recherches de REINK, puis de ZAHLBRUCKNER ont abouti au système proposé par ce dernier auteur en 1907 et que nous rappelons avec le rang systématique qui était alors attribué aux grands groupes de lichens :

A- Sous classe des Ascolichens

1. Ordre des *Pyrénocarpales* (Pyrénolichens, Pyrénocarpes).

2. Ordre des *Gymnocarpales* (Discolichens, Gymnocarpes).

--Sous-ordre des *Coniocarpinées* (Coniocarpes).

--Sous-ordre des *Graphidinées* (Hystérocarpes).

--Sous-ordre des *Cyclocarpinées* (Cyclocarpes).

B- Sous-classe des Basidiolichens

Pendant la première moitié du siècle passé, le système de ZAHLBRUCKNER n'a pas été remis en question, notamment en ce qui concerne la définition des familles, leur répartition leur ordonnance dans les grands groupes, donc de nombreuses modifications ont été proposées.

Un remaniement de plus est résulté de l'alignement de la systématique des lichens par rapport à celle des champignons, notamment à la suite des travaux de NANNFELT sur le développement des ascocarpes. La classification des Ascomycètes a été en effet remaniée par cet auteur et par suite les lichénologues, en particulier SANTESSON, ont proposé une classification des lichens basée sur celle des Champignons élaborée récemment par LUTTRELL. Ce système, dont nous donnons ci-après les grandes lignes, conduit à démembrer certaines familles comme les *Pyrénulacées* et les *Graphidacées*. (Ozenda ; Clauzade, 1970).

3.1. Classe des Ascolichens dont le champignon est un Ascomycète

A- Sous-classe des *Ascoloculaires*

1. Ordre des Pléosporales.

- Famille des Arthopyréniacées, à ascocarpes simples.
- Famille des Mycoporacées, à ascocarpes composés.

2. Ordre des Hystériales

- Famille des Arthoniacées
- Famille des Opégraphacées
- Famille des Lécyanactidacées

B- Sous-classe des *Ascohyméniaux*

1. Ordre des Pyrénocarpales.

- Famille des Strigulacées
- Famille des Pyrénulacées
- Famille des Verrucariacées

2. Ordre des Caliciales.

- Famille des Caliciacées
- Famille des Cyphéliacées

--Famille des Sphérophoracées

3. Ordre des Gymnocarpales.

--Famille des Graphidacées

--Famille des Lécanactidacées.

3.2. Classe des Basidiolichens dont le Champignon est Agaricale ou une Aphyllophorale

Selon **Ozenda et Clauzade, (1970)** ; bien que la classification ci-dessus soit de beaucoup la plus satisfaisante au point de vue phylogénétique, il est un peu prématuré de l'adopter actuellement car le développement de l'ascocarpe est loin d'être bien connu chez tous les lichens et il est souvent impossible d'affirmer que telle espèce est ascohyméniale ou ascoloculaire, Ainsi les recherches récentes de Lotrouit-Galinou concluent à la légitimation d'un rapprochement des genres *Graphis* Et *Opegrapha*, que la classification de SANTESSON. Il est possible d'ailleurs que la distinction entre Ascoloculaires et Ascohyméniaux ait été interprétée d'une manière beaucoup plus radicale que ne le faisait NANNFELT à l'origine.

3.2.1. Classe des Ascolichens

Sous-classe des Pyrénolichens dont le champignon est un Pyrénomycète et dont par suite les ascocarpes, percés d'un pore, sont des périthèces.

1. Ordre des Pyrénocarpales.

-- Famille des xanthopyrénacées

-- Famille des Pyrénidiacées

-- Famille des Moriolacées

-- Famille des Epigloeacées

-- Famille des Verrucariacées

-- Famille des Dermatocarpacées

-- Famille des Pyrénulacées

-- Famille des Strigulacées

-- Famille des Trypéthéliacées

-- Famille des Mycoporacées

Sous-classe des Discolichens

Dont le Champignon est un Discomycète et dont par suite les ascocarpes sont des apothécies.

2. Ordre des Coniocarpales

-- Famille des Caliciacées

-- Famille des Cyphéliacées

-- Famille des Sphérophoracées

3. Ordre des Graphidales

-- Famille des Arthoniacées

-- Famille des Graphydacées

-- Famille des Chiodectonacées

-- Famille des Dirinacées

-- Famille des Roccellacées

4. Ordre des Cyclocarpales

Sous-ordres des Thélotrématinées

-- Famille des Lécanactidacées

-- Famille des Byssolomacées

-- Famille des Thélotrémacées

-- Famille des Diploschistacées

-- Famille des Gyalectacées

Sous-ordres des Cyanophilinées

-- Famille des Pyrénopsidacées

-- Famille des Lichinacées

-- Famille des Collémacées

-- Famille des Heppiées

-- Famille des Pannariacées

-- Famille des Stictacées

-- Famille des Peltigéracées

-- Famille des Néphromacées

Sous-ordres des Lécidinéés

-- Famille des Lécidacées

-- Famille des Stéréocaulacées

-- Famille des Umbilicariacées

Sous-ordres des Acarosporinées

-- Famille des Acarosporacées

-- Famille des Thélocarpacées

Sous-ordres des Lécánorinées

-- Famille des Pertusariacées

-- Famille des Lécánoracées

-- Famille des Candélaracées

-- Famille des Parméliacées

-- Famille des Usnéacées

Sous-ordres des Caloplacinées

-- Famille des Caloplacacées

-- Famille des Buelliacées

3.2.2. Classe des Basidiolichens

1. Ordre des Aphylophorales

2. Ordre des Agaricales

3.3.3. Classe des Hypholichens

I. 4. Les différents groupements lichénique

Les lichens sont divisés 6 groupes principaux

4.1. 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 constitutive de mycélium des champignons supérieurs et des lichens) à l'intérieur de celui-ci.

4.2. Muscicoles

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

4.3. 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 en monde.

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

4.5. Lichens lignicoles

Selon **Johnson et Galloway, (1999)**. Les lichens lignicoles sont des lichens qui poussent et se développent sur le bois mort ou nu.

4.6. 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**).

4.7. Lichens lichénicoles :

Sont des lichens qui se développent sur d'autres lichens (**Roux et al. 1989**). Lichens corticoles et Lichens saxicoles Ils sont également très variés et on peut aisément en distinguer, suivant leur morphologie et leurs rapports avec le substrat, plusieurs types. (**Ozenda et Clauzade, 1970**).

I. 5. Principaux types des thalles des lichens

L'appareil végétatif du lichen est un thalle (Thallophytes) ne présentant ni feuilles, ni tiges, ni racines ni appareil conducteur. Il est de forme variée et portent divers types d'organes reproducteurs. L'observation à l'œil nu ou à la loupe des lichens permet de distinguer plusieurs types morphologiques. (**Coste, 1989 ; Van-Haluwyn et al, 2009**).

5.1. Les thalles crustacés :

Les lichens au thalle crustacé forment une croûte qui adhère au support sur toute la surface et ne peut en être détachée.

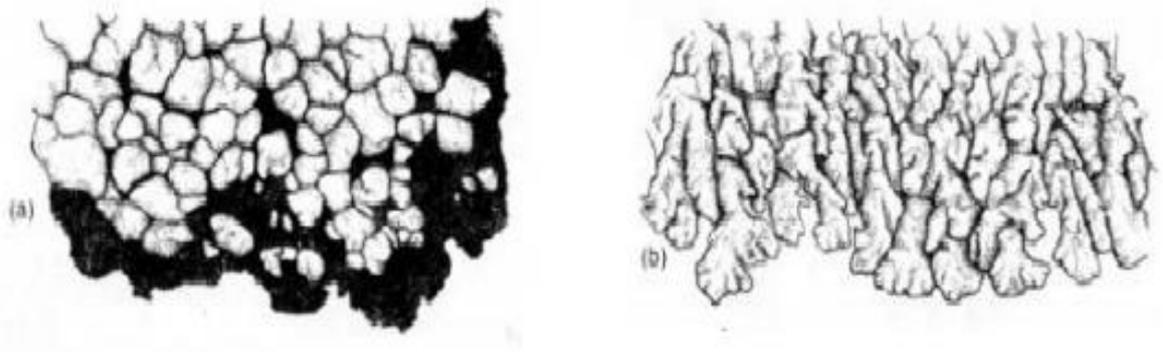


Figure 6 : Thalles crustacés a) Thalle crustacé aréolé (avec hypothalle noir très développé) (*Rhizocarpon* gr. *geographicum*) ; (b) Thalle crustacé placodiomorphe (*Caloplaca flavescens*). (Emmanuel et al, 2004 .in Ait hammou)

5.2. Le thalle squamuleux :

Ces espèces sont composées d'écailles ou de lobes plus ou moins adhérents au substrat, mais pouvant aisément s'en détacher.

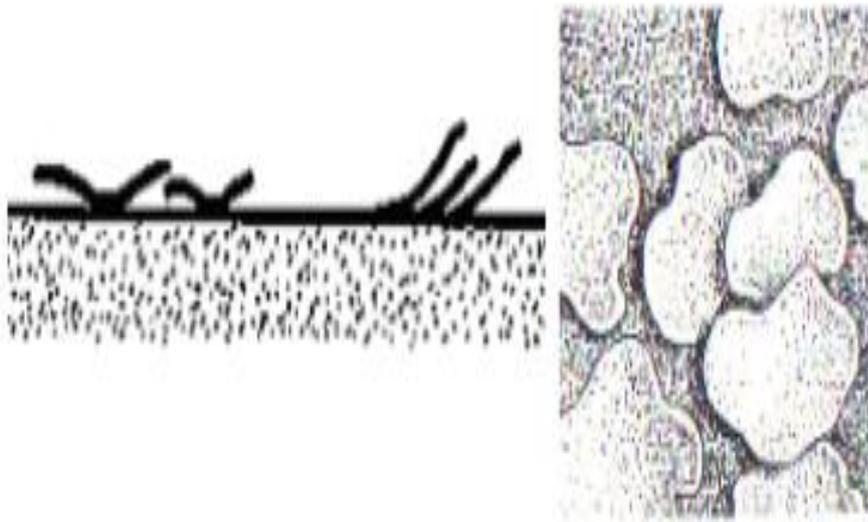


Figure 7 : Thalle squamuleux (Tievan, 2001).

5.3. Les thalles foliacés :

Ce type de lichens a la forme d'une feuille plus ou moins ramifiée, adhérente à son substrat, ou bien fixée au substrat par un crampon central unique.



Figure 8 : Thalle foliacé (Goujon, 2004)

5.4. Les thalles fruticuleux :

Les lichens fruticuleux présentent des formes barbues ou en lanière (petit arbuste dressé), fixés en un seul point au support.



Figure 9 : Thalle fruticuleux (Goujon, 2004)

5.5. Les thalles gélatineux :

Ils forment, lorsqu'ils sont hydratés, des lames gélatineuses plus ou moins découpées qui sont souvent confondues avec des algues ou cyanobactéries ; à l'état sec, ils perdent cet aspect gélatineux, noirâtre (parfois aussi bleuâtre à cause de la pruine), et deviennent très faibles. Ce type de thalle est celui des collémacées (*Collema*, *Leptogium*, etc.).

5.6. Les thalles complexes (ou composites)

Sont formés d'un thalle primaire plus ou moins foliacé, squamuleux ou crustacé, adhérent au substrat, sur lequel se développe un thalle secondaire dressé, podétions des *Cladonia* et pseudopodétions des *Stereocaulon*. Les pseudopodétions sont buissonnants.

5.7. Thalles lépreux :

Ils sont caractérisés par l'absence d'un cortex supérieur et inférieur, la médulle étant attachée directement au substrat de sorte que le lichen ne puisse pas être séparé de lui (Trevor *et al*, 1994). Selon **Gaveriaux (1999)**, le thalle lépreux est un groupe plus en moins cohérent de granules (0,1-0,2 mm) constitués chacun d'un peloton d'hyphes associés à quelques cellules algales.



Figure 10 : Thalles lépreux (SMBLA ,2019)

5.8. Thalles filamenteux :

Ils sont formés par des filaments très fins, enchevêtrés. Ils ont l'aspect de coussinets laineux étalés sur le support. Ils sont en effet constitués par une algue verte filamenteuse appartenant au genre *Trentepohlia*, dont les filaments sont recouverts par une gaine d'hyphes

(Ozenda et Clauzade, 1970).

I. 6. Différent modes de fixation des thalles des lichens sur le substrat :

6.1. Les thalles crustacés :

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)

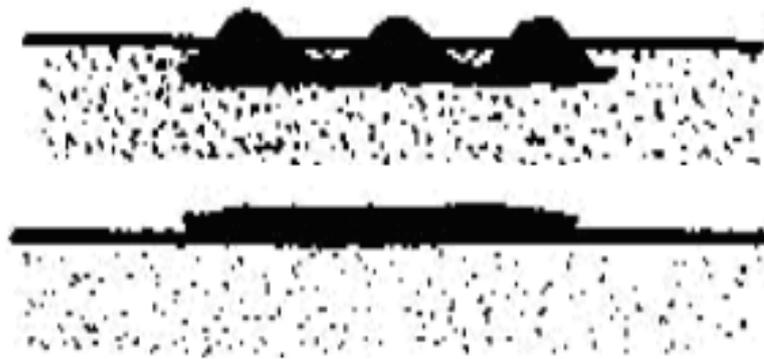


Figure 11 : Thalles crustacés (TIEVAN, 2001).

6.2. Les thalles foliacés :

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



Figure 12 : Thalles foliacés (Tievan, 2001).

6.3. Le thalle squamuleux :

Sont formés de petites écailles ou squamules sont très convexes, la face supérieure est plane ou concave avec un bord plus au moins adhérent au substrat (ex. *Psora*, *Romjularia*,).

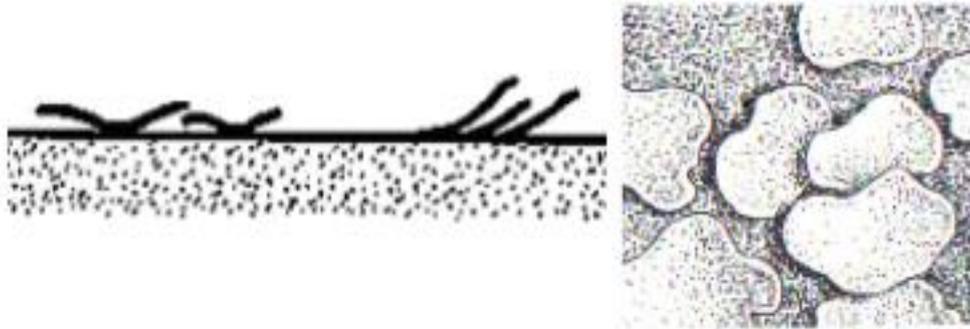


Figure 13 : Thallem squamuleux (Tievan, 2001).

6.4. Les thalles Fruticuleux :

Leur surface de contact avec le substrat est généralement très réduite (crampons). Ils sont plus ou moins ramifiés à buissonnants dressés ou prostrés (*Ramalina*, *Ephèbe*, etc.).

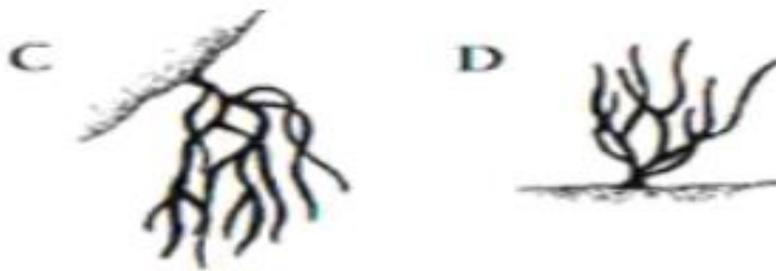


Figure 14 : Thallem fruticuleux, (C) pendants, (D) dressés (Tievan, 2001).

6.5. Thalle filamenteux :

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

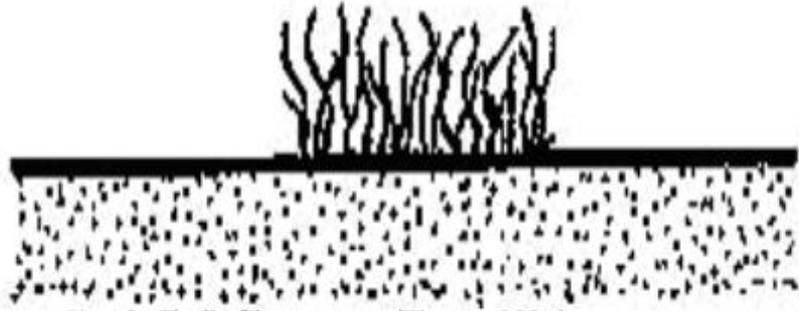


Figure 15 : Thalle filamenteux (Tievan, 2001)

6.6. Les thalles complexes ou composites :

Sont formés de deux parties distinctes, un thalle primaire plus au moins foliacé, squamuleux ou crustacé, adhérent au substrat, sur lequel se développe un thalle secondaire dressé, fruticuleux formé d'éléments plus ou moins perpendiculaires au substrat (*Cladonia*).

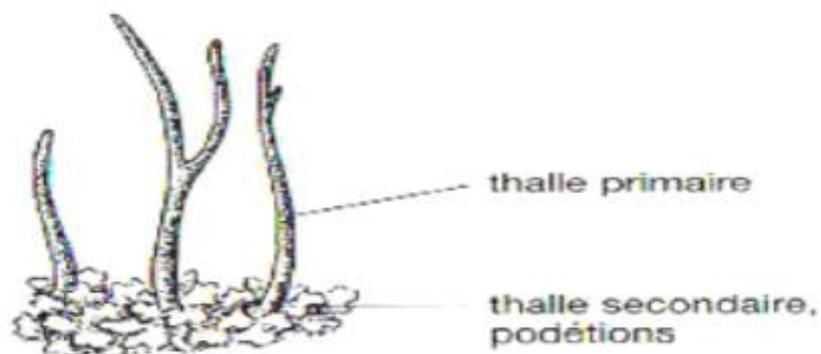


Figure 16 : Thalle composite (Tievan, 2001)

6.7. Les thalles gélatineux :

Ils sont connus chez les lichens à cyanophycées, ils sont noir et cassants à l'état sec, ils gonflent et deviennent gélatineux-pulpeux à l'état humide (*Collema*, *Enchylium*, etc...).

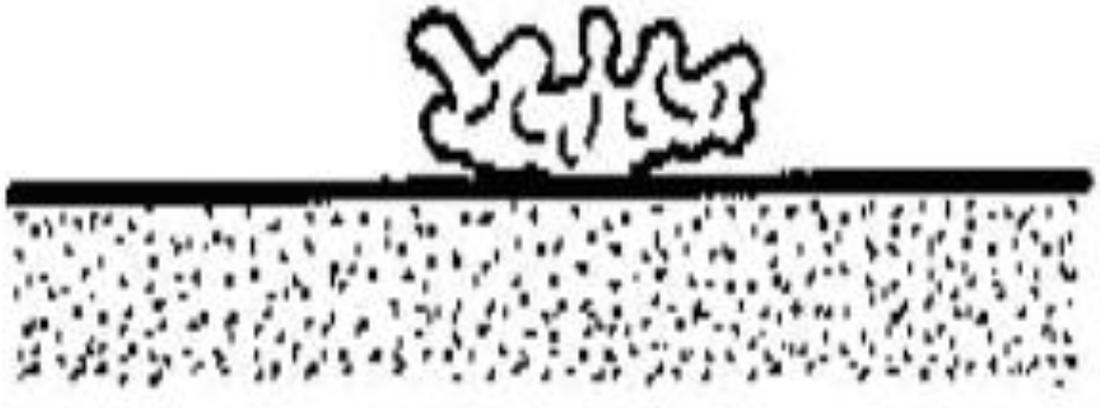


Figure 17 : Thalle gelatineux (Tievan, 2001).

I. 7. La reproduction des lichens

Les lichens se reproduisent habituellement de deux manières bien déterminées: soit par la multiplication végétative, soit par la reproduction sexuée.

7.1. La reproduction végétative

a) Par fragmentation du thalle

Les lichens se dessèchent très vite, Entre les périodes de pluie, et peuvent devenir extrêmement cassants, surtout les espèces fruticuleuses. Les piétinements des animaux et de l'homme puis la dispersion des débris par le vent, jouent un rôle difficile à apprécier mais certainement considérable dans leur dispersion. Dans chaque fragment, l'algue et le champignon sont présents, ce qui permet une reprise de croissance et la formation d'un nouveau thalle. (Ozenda et Clauzade, 1970).

b) Par isidies et sorédies

Elles contiennent toujours le mycosymbiote et le photosymbiote.

* Légères, les soralies sont facilement transportées par le vent, la pluie, les insectes et permettent une dissémination de l'espèce.

* Les isidies, plus lourdes que les soralies, ne peuvent être transportées aussi loin, elles assurent plutôt une colonisation du substrat. (Gavériaux, 1996).

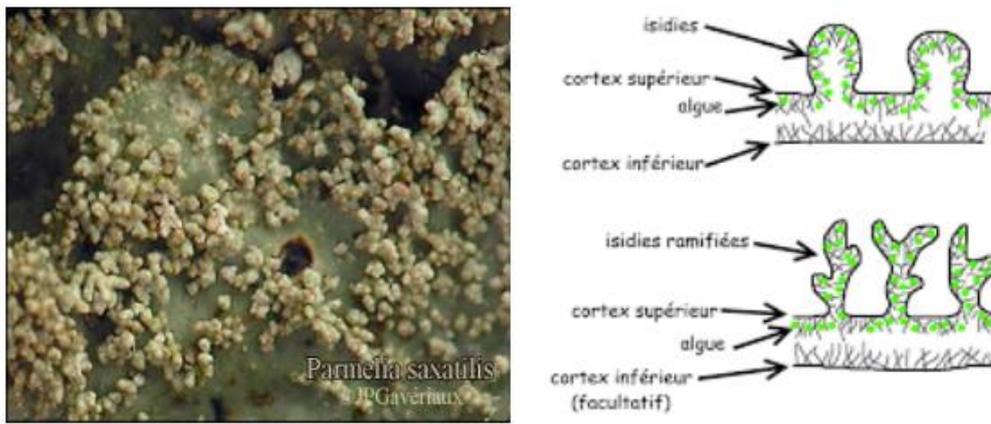


Figure18 : Schéma des isidies

7.2. Reproduction asexuée

Assurée par le mycobionte seul qui produit des conidies à l'extrémité des hyphes, de formes et de dimensions variables, appelées les conidiophores. Les organes qui les contiennent, généralement de petites outres, enfoncées dans le thalle ou parfois sessiles sur celui-ci, sont appelés des pycnides. Bien qu'il soit parfois soupçonné que ces conidies interviennent dans les remaniements sexuels des chromosomes.

7.3. La reproduction sexuée

La multiplication des lichens par voie sexuée pose un problème particulier; seul le mycobionte en est capable; il formera les fructifications typiques du champignon libre (**Jahns, 1996**).

Selon **Frey (1970)**, deux hyphes fongiques sexuellement différenciées fusionnent et donnent, à la surface du thalle, des structures en forme de boutons (les **apothécies**), ou de coupes plus ou moins fermées (les périthèces), dans lesquelles des cellules particulières (les asques) vont élaborer les ascospores (en général 8 spores par asque mais le nombre peut varier, et des mitoses postméiotiques permettent d'obtenir dans certains cas 32, 64... ascospores, ou beaucoup moins si certaines cellules méiotiques avortent).

Entre les asques se trouvent des cellules stériles: les paraphyses, dont les extrémités renflées peuvent contenir des pigments responsables de la couleur de l'hyménium.

Après leur libération, ces spores issues d'une reproduction sexuée, germent et donnent des hyphes qui capturent des algues pour pouvoir redonner un nouveau thalle lichénique.

Il est important de signaler que le thalle de certaines espèces, porte de nombreuses petites pustules noires ressemblant à de minuscules périthèces. Ces structures sont des pycnides, formées par les hyphes du champignon, produisant des pycnidiospores qui permettent la multiplication végétative du champignon. (Trotet, 1968).

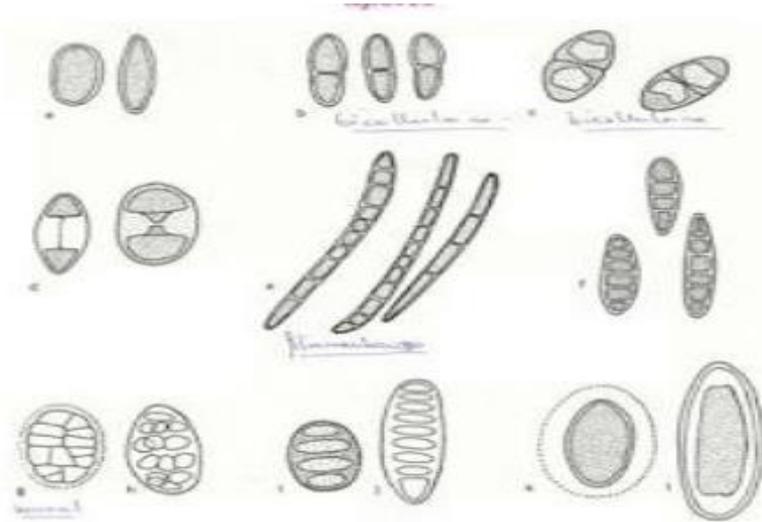


Figure 18 : Photo des différents types de spores

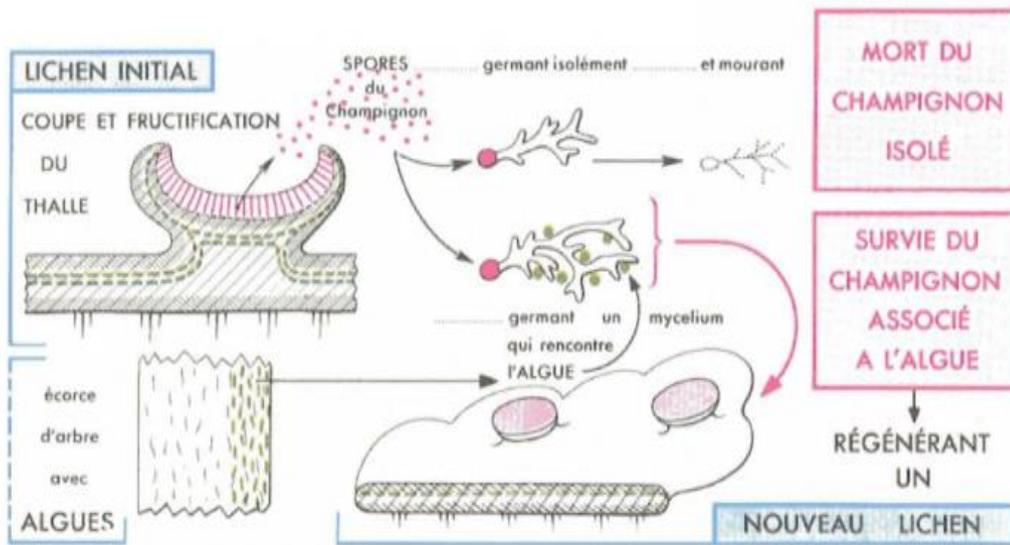


Figure 19 : Schéma représentative du mécanisme de la reproduction sexuée (Poelt, 1969. in Ait hammou, 2015).

7.4. Organes non reproducteurs

Le thalle du lichen peut porter un certain nombre d'organes non reproducteurs différents : rhizines, cils, poils, pruine, cyphelles et céphalodies ainsi que des spinules, haptères, papilles et tubercules (van Haluwyn et al., 2009). Chez le thalle hétéromère, les faces supérieure et inférieure peuvent souvent former des poils, ou présenter des formes circulaires de cristaux ou de cellules nécrosées, ou encore, différencier de fines expansions telles des cils, . . . (**Jahns, 2007**).

✓ Rhizines

Les rhizines sont des poils (manchons ou faisceaux), formés de l'agglomération de filaments mycéliens lâches ou denses, qui assurent l'adhésion du thalle à son substrat (**Sérusiaux et al., 2004; Boistel, 1986; Jahns, 2007**). Ces rhizines sont semblables à des racines courtes plus ou moins grosses, mais elles ne jouent pas en général le rôle absorbant (**Boistel, 1986**). Localisées à la face inférieure du thalle et pouvant déborder latéralement lorsqu'elles sont longues et abondantes, les rhizines peuvent être simples ou ramifiées (**Sérusiaux et al. 2004**), réunies en un seul point central, groupées par places ou espacées (**Boistel, 1986**).

✓ Cils

D'après **Sérusiaux et al. (2004)**, les cils ont à peu près la même structure que les rhizines, mais ne servent pas à l'adhésion du thalle au substrat. Ils peuvent être présents à la marge du thalle ou à celle des ascospores.

✓ Poils

Visibles à la loupe, les poils sont des hyphes plus ou moins libres et fines, parfois incurvées, qui se développent à la surface d'un thalle. L'ensemble des poils forment ce qu'on appelle un "tomentum". (**Sérusiaux et al. 2004**).

✓ Pruine

On désigne par "pruine", les petits amas cristaux blanchâtres et luisants (oxalate de calcium) présents, localement ou un peu partout, sur le thalle. (**Sérusiaux et al. 2004**).

✓ Cyphelles et Pseudocyphelles

Les cyphelles sont des déchirures à travers les couches du thalle (**Jahns, 2007**), formant des dépressions assez profondes de contour généralement arrondi et à cavité de couleur claire (Sérusiaux et al., 2004). Ces cyphelles s'observent surtout chez le genre *Sticta* sous forme de petits trous, régulièrement distribués à la face inférieure du thalle, occupés par de petites cellules courtes et plus ou moins sphériques rappelant les pores respiratoires des plantes supérieures dont les lenticelles de l'écorce des arbres sont la plus belle illustration (**Jahns, 2007; Sérusiaux et al., 2004**). Servant à l'aération de la couche gonidiale (**Guillaume, 2012**), les cyphelles constituent une solution aux problèmes que posent, aux lichens ayant des thalles à consistance cartilagineuse, les cortex hermétiquement fermés en entravant les échanges gazeux nécessaires à la photosynthèse (**Jahns, 2007**).

Les pseudocyphelles, par contre, sont de simples trous (**Jahns, 2007**) ou interruptions du cortex qui laissent entrevoir la médulle sous-jacente (**Sérusiaux et al., 2004**). Ces pseudocyphelles jouent aussi le rôle de pores respiratoires (**Jahns, 2007**). Elles peuvent être ténues ou bien distinctes et peuvent adopter des formes diverses : punctiformes, allongées ou linéaires, ou en réseau. (**Sérusiaux et al. 2004**).

✓ Céphalodies

Les céphalodies sont des formations, vésiculiformes, organisées par le mycobionte du lichen, mais qui contiennent un photobionte différent de celui qui domine le thalle proprement dit (**Sérusiaux et al., 2004; Lüttge et al., 2002**). Elles peuvent être externes et font saillie à la surface du thalle (**Lüttge et al., 2002**) sous forme de petits tubercules (**des Abbayes, 2010**) ou internes et donc pratiquement invisibles sans coupe anatomique comme chez *Solorina saccata* ou chez les *Stereocaulon* (Sérusiaux et al., 2004). Lorsque les céphalodies sont internes, ce qui constitue un cas relativement rare, le thalle du lichen renferme, en plus de la couche normale de chlorophycée, une couche ininterrompue de cyanophycée et les deux couches d'algues se chevauchent (**Jahns, 2007**). Se trouvant uniquement chez les lichens à algue verte et contenant toujours une algue bleue (**Sérusiaux et al., 2004**), les céphalodies apparaissent quand deux lichens sont superposés (**Lüttge et al., 2002**) un thalle à chlorophycée et un thalle à cyanobactérie, ordinairement des *Nostoc* (**des Abbayes, 2010**) qui peuvent fixer l'azote atmosphérique, ainsi qu'un double champignon. (**Guillaume, 2012**).

✓ Veines

Les veines sont des saillies plus ou moins allongées en réseaux (Agnan, 2018). Chez les Peltigera (*P. rufescens*, *P. canina*, ...), les veines sont généralement situées sous le thalle (sur la face inférieure) et sont constituées par un cordon d'hyphes horizontales, parallèles entre elles et serrées les unes contre les autres. (Letroult-Galinou et Lallemand, 1971).

✓ **Thalloconidies**

À l'inverse des conidies vraies produites par une cellule-mère spécialisée, les thalloconidies (ou conidies thaliques) sont issues d'une partie préexistante du thalle par une cloison avant une augmentation éventuelle de volume. Ce sont des fragments d'hyphes modifiés pour assurer la conservation et la dissémination du champignon (Kiffer et Morelet, 1997). On peut trouver chez les lichens des thalloconidies unicellulaires ou pluricellulaires comme c'est le cas chez les Umbilicaria. (Masson, 2010).

7.4.1. Structures lichéniques des thalles de Face supérieure

- ✓ **Poil** : visible à la loupe, il correspond au prolongement libre d'un hyphe du cortex.
Parfois nombreux et serrés, les poils constituent un tomentum. (Gavériaux, 2012 et 2014).
- ✓ **Cil** : formation filiforme, de teinte habituellement sombre, visible à l'œil nu, constituée par les prolongements de plusieurs hyphes accolées ; se trouve généralement sur les bords du thalle ; lorsque les cils sont bien visibles à l'œil nu, épais et rigides, on les nomme spinules (ex. chez *Cetraria islandica*). (Gavériaux, 2012-2014).
- ✓ **Fibrille** : courte ramification filamenteuse, conclure au thalle, contenant des hyphes et des algues et augmentant de façon significative la surface photo synthétisante (Gavériaux, 2012-2014).
- ✓ **Papille** : petite protubérance, uniquement constituée de cortex, visible à la loupe, plus haute que large, située entre les fibrilles sur le thalle des usnées (Gavériaux, 2012- 2014).

7.4.2. Structures lichéniques des thalles de Face inférieure

- ✓ **Cyphelles et pseudocyphelles** : Les cyphelles sont des petites dépressions du cortex inférieur laissant apparaître la médulle, on les rencontre uniquement dans le genre *Sticta* où la médulle y affleure à nu (plus de cortex inférieur à ce niveau), il s'agit de pseudocyphelles (Flour, 2004).
- ✓ **Rhizines** : organes de fixation des thalles foliacés, simples ou ramifiées, groupées ou dispersées, parfois colorées, formées d'un faisceau d'hyphes ± soudées et recouvertes d'une gaine gélatineuse facilitant l'adhésion au substrat. (Gavériaux, 2012-2014)

- ✓ **Veines** : réseau plus ou moins saillant, situé à la face inférieure du thalle des Peltigera et Solorina ; leur répartition, la couleur, la forme, les rhizines ou tomentum qu'elles portent, interviennent souvent pour différencier les espèces (**Gavériaux, 2012-2014**).

I. 8. Biochimie des lichens

8.1. Substances contenus dans les cellules

Parmi les constituants chimiques du protoplasme des hyphes et des gonidies, les uns restent à l'intérieur des cellules, d'autres s'accumulent dans les membranes, d'autres enfin sont excrétés à l'extérieur des cellules, entre les hyphes (**Ozenda et Clauzade, 1970**). Constituants du protoplasme : Ce sont, comme chez tous les êtres vivants

- Des constituants minéraux : eau et sels minéraux

. - Des constituants organiques :

a. Produits du métabolisme de ces substances et de celui des réserves, notamment des glucides cristalloïdaux tels que le glucose, le saccharose; le tréhalose, des acides aminés.

b. Des substances qui jouent un rôle catalytique dans ce métabolisme :

1° Enzymes et vitamines servants à l'élaboration de celle-ci : vitamine C semble souvent synthétisée par le champignon, vitamine B, cédées aux contraire à ce dernier par les gonidies, vitamine D.

2° Pigments chlorophylliens ; particuliers aux gonidies.

3° Pigments caroténoïdes (Xanthophylle, Carotène) (**Ozenda et Clauzade, 1970**).

8.2. Les substances contenues dans les membranes

8.2.1. Les membranes Gonidies :

La composition chimique des membranes gonidiales est encore assez mal connue et il se peut qu'elle varie avec les espèces, ce qui expliquerait les divergences de résultats obtenus par les divers auteurs. Ces membranes renferment surtout de la cellulose associée à des sels de calcium, à de la callose et à des composés pectiques. Ces derniers abondent sur la face externe des membranes des cyanophytes et sont sans doute à l'origine de la gaine mucilagineuse (**Ozenda et Clauzade, 1970**).

8.2.2. Les membranes Hyphes :

Les substances qui entrent dans la constitution de leurs membranes sont dans l'ensemble mieux connues. Elles varient en outre d'une espèce à l'autre. Montrant beaucoup plus de diversité que chez les gonidies, elles peuvent être classées de la manière suivante:

8.2.2.1. Substances minérales :

Les plus remarquables sont l'oxyde et l'hydroxyde ferrique qui semblent exister à l'état de trace dans les membranes de la plupart des lichens, mais qui s'accumulent en grande quantité, sous forme de granulation. (**Ozenda et Clauzade, 1970**).

8.2.2.2. Glucides :

Ce sont tous des osides colloïdaux.

8.3. Substance excrétés à l'extérieur des cellules :

On trouve L'oxalate de calcium toujours à l'extérieur des Cellules, dans les espaces entre les hyphes, Il est souvent très abondant chez les lichens. Principalement dans la médulle du thalle. C'est un produit de désassimilation. Les substances les plus remarquables produites par les lichens sont celles qui ont été nommées, improprement d'ailleurs, acides des lichens, car toutes ne seront pas des acides, ou mieux substances chimiques des lichens. Ces corps se présentent sous forme de cristaux ou de granules disposés à la surface extérieure des hyphes. Ils peuvent représenter plusieurs centièmes du poids sec du thalle, parfois même beaucoup plus. Certains sont brillamment colorés, comme la pariétine qui est jaune d'or, mais la plupart sont incolores. Ces corps sont insolubles dans l'eau, mais solubles dans les solvants organiques

neutres. Certains ont la propriété de produire des réactions colorées avec la potasse (jaune ou rouge), les hypochlorites (rouge ou rose), les amines aromatiques, surtout la paraphénylène diamine (jaune, orangé, rouge). Ces caractères sont utilisés en taxonomie.

Certains peu nombreux appartiennent à la série aliphatique (acides gras) ou à la série alicyclique (triterpénoides). Dans la série aromatique, on trouve des dérivés de l'acide pulvinique tous colorés en 39 jaune, des dibenzofuranes comme l'acide usninique qui colore en jaune le thalle de nombreuses espèces, des quinones comme la pariétine qui colore en jaune d'or, parfois rutilant le thalle de *Xanthoria parietina* et des caloplaca, des xanthones des depsides et des depsidones dérivés de l'orcine ou de la β -orcine.

Ces derniers corps sont les plus importants par leur nombre et les réactions colorées qu'ils produisent. Les propriétés colorantes des substances chimiques des lichens ont été utilisées dès l'antiquité pour produire des teintures, notamment l'orseille tirée des lichens à acide lécanorique, comme *lecanora tartarea* ou les *Roccella*. L'usage de ces teintures a beaucoup régressé aujourd'hui devant celui des produits de synthèse. La signification biologique de ces substances reste encore obscure. Cependant il semble de plus en plus que ce sont des produits de déchet du métabolisme.

Des propriétés antibiotiques ont été reconnues chez certaines d'entre elles, notamment l'acide usninique, vis-à-vis de bactéries, surtout Grampositives et des applications en ont été triées pour la thérapeutique. On pourrait donc envisager que tout au moins certaines de ces substances jouent un rôle dans l'équilibre biologique des thalles lichéniques. (**Des Abbayes et al. 1978**).

8.4 Rôle des substances lichéniques

Comme beaucoup d'autres organismes fixés, les champignons lichénisés produisent des métabolites (substances organiques) secondaires très particuliers. Bien que ne participant pas aux processus fondamentaux de la vie, communs à tous les êtres vivants, les métabolites secondaires n'en sont pas moins produits par des mécanismes biochimiques quasi universels (comme le cycle de Krebs) et en quantité souvent appréciable. Si leurs rôles physiologiques et écologiques restent souvent mal appréhendés, ils sont clairement à rechercher dans la fabrication de mécanismes d'adaptation aux conditions environnementales; ce sont en particulier des facteurs de défense contre les animaux phytophages et prédateurs, dont doivent

obligatoirement disposer les organismes fixés (à l'inverse des organismes mobiles qui peuvent fuir ou combattre un adversaire), ou encore contre des champignons parasites. **(LFW.2019)**

I. 9. Résistance des lichens

9.1. Résistance des lichens vis-à-vis des conditions environnementales

Les lichens ont la capacité de résister à une forte déshydratation : certains peuvent vivre avec une teneur en eau de 2 %. Cette résistance provient surtout du mycobionte, qui sécrète des polysaccharides autour de l'hyphe, créant ainsi une zone qui piège l'eau sous forme colloïdale. De plus, les lichens accumulent des polyols, qui font réserve d'eau. La reprise du métabolisme après une sécheresse est très rapide : le lichen retrouve ses capacités métaboliques en 5-30 minutes après réhydratation.

Les lichens peuvent également survivre à des variations de température importantes pouvant aller de -70 à +70 °C (tests en laboratoire).

9.2. Lichens et pollution de l'air

Les lichens, plus exactement certaines espèces, sont utilisés, notamment en contexte urbain, comme indicateurs de qualité de l'air.

Le champignon accumule des polluants jusqu'à la dose létale. Quand le champignon meurt, le lichen meurt.

Apercevoir des lichens (vivants), et a fortiori une diversité d'espèces, est donc globalement bon signe.

La présence d'espèces nitrophiles indique au contraire la présence d'oxydes d'azote. En zone très polluée, on trouve surtout des lichens crustacés, en zone moyennement polluée surtout des fruticuleux, en zone peu polluée, essentiellement des foliacés et des fruticuleux. **(BOUTABLOG. 2019)**



Figure 19 : schéma de la résistance des Lichens & pollution de l'air

9.3. Lichens et conditions extrêmes

Les lichens ont la capacité de résister à de très fortes dessiccations. Certains lichens peuvent vivre avec une teneur en eau de 15 %. Ils sont aussi capables de se réhydrater (faculté de reviviscence), l'absorption hydrique pouvant être telle que les phycolichens renferment jusqu'à 250 à 400 % d'eau, 600 à 2500 % chez les cyanolichens.

La résistance hydrique des lichens provient surtout du mycobionte qui sécrète des polysaccharides autour de l'hyphe, créant ainsi une zone qui piège l'eau sous forme colloïdale. De plus, les lichens accumulent des polyols, qui servent de réserve d'eau. La reprise du métabolisme après une sécheresse est très rapide. Le lichen retrouve ses capacités métaboliques de cinq à trente minutes après une réhydratation.

Les lichens peuvent également survivre à des variations de température importantes : des tests en laboratoire montrent leur résistance à de hautes températures (90 °C), à l'azote liquide (-196 °C). (Wikipedia , 2019)

Cette résistance fait des lichens des organismes_pionniers par excellence.

I. 10. Ecologie des lichens

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 pluies ou le vent (**Van Haluwyn et Lerond, 1993**).

10.1. 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 in Lidia et Khalissa.2013**).

10.2. 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**).

10.3. La température :

Agit sur les fonctions métaboliques des lichens principalement la respiration et la photosynthèse (**Frey, 1970**).

10.4. Autres facteurs atmosphériques

10.4.1. 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**).

10.4. 2. 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**).

10.5. Les facteurs liés au substratum

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**).

D'après (**Van Haluwyn et al.2009 in Lidia et Khalissa. 2013**), les lichens sont regroupés en cinq principaux

groupements selon la nature du substrat:

- **Sur les arbres, ils sont dits** épiphytes [**les corticoles (tronc) et foliicoles (feuilles)**];
- **Sur le sol**, terricoles;
- **Sur les roches**, saxicoles;
- **Sur les mousses**, muscicoles;
- **Enfin sur les vieux bois**, lignicoles.

10.6. Les facteurs biotiques

Selon **Van Haluwyn et al, 2012** 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.

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. 11. Quelque usage des lichens

Depuis l'antiquité, les lichens ont été utilisés comme médicaments, aliments, teintures ou parfums. Ces usages lichéniques, encore en vigueur actuellement, représentent une importance économique non négligeable (**Tiévant, 2001**).

11.1. Usage alimentaires

Selon **Mc Keever (1960)**, plusieurs espèces lichéniques sont alimentaires. Elles doivent contenir des macromolécules de lichénine dégradée en glucose au cours de la digestion. Elles peuvent être utilisées pour l'alimentation des animaux ex: *Cladonia rangiferina*: lichen des Rennes.

- *Cetraria islandica* qui contient 60% de glucides, utilisés pour l'alimentation des porcs, des chevaux et des vaches dans les pays nordiques. Le *Cetraria islandica* ou « lichen d'Islande » est utilisé également pour l'alimentation humaine. Il est utilisé d'une manière assez régulière, dans les pays nordiques, sous forme de farine de valeur énergétique satisfaisante en pâtisserie ou pour la fabrication de pain pour diabétiques (**Souchon, 1971**). Au Japon diverses espèces d'*Umbilicaria* sont consommées soit crues en salade, soit cuites dans la graisse (**Jahns, 1996**).

11.2. Usages médicaux

La plupart des vertus médicinales de quelques lichens expliquent leur utilisation depuis les temps les plus reculés, nous citons les plus célèbres des espèces médicinales:

- *Lobaria pulmonaria*, préconisé contre les affections pulmonaires
- *Parmelia sulcata*, utilisée contre les maux de tête
- *Peltigera canina* (lichen du chien) utilisé contre la rage
- *Pertusaria albescens* contre la fièvre et les névralgies

Après la confirmation du pouvoir virtuel des différentes espèces médicinales, les lichens furent étudiés pour la recherche d'antibiotiques; beaucoup d'espèces ont révélé des propriétés antibactériennes (Koyama et *al.*, 1989). Actuellement, les recherches laissent entrevoir un nouvel essor de l'utilisation thérapeutique des lichens avec la mise en évidence de propriétés antitumorales et inhibitrices de la réplication du virus du SIDA (**Hirabayashi et al, 1989**).

11.3. Usages industriels

11 .3.1. Teinture

Par leurs substances chimiques, beaucoup d'espèces fournissent des teintures de haute qualité, leur emploi est cependant en régression par suite de la concurrence des colorants synthétiques, mais reste toujours en faveur chez les populations nordiques (**Cardon et Du**

Chatenay. 1990. in BOUTABIA Lamia .2016).

11.3.2. Décoration

Les lichens par leur diversité morphologique aux formes et aux couleurs si spectaculaires, ont attiré l'attention des décorateurs qui les utilisaient pour la confection des maquettes, des couronnes funéraires, décoration de tables etc. (Ozenda et Clauzade, 1970).

11.3.3. Parfumerie

Cette utilisation est toujours en vigueur actuellement et conserve une importance notable: Les espèces sont principalement *Lobaria pulmonaria*, *Pseudevernia furfuracea* et *Evernia prunastri* (Sen-Salerno et Blakeway, 1987).

I. 12. Nutrition des lichens

12.1. Nutrition carbonée et échange gazeux

La nutrition carbonée du thalle est assurée par la photosynthèse de l'algue-gonidie cependant il n'est pas exclu que le mycosymbiote puisse en saprophyte, tirer d'un substrat organique (bois, humus) une partie de son alimentation carbonée. L'absorption de l'eau se fait par toute la surface du thalle ; elle est rapide dans le cas d'eau mouillante, mais elle s'exerce également à partir de l'humidité de l'air.

La nutrition azotée se fait soit à partir des poussières qui se déposent sur le thalle qui contiennent toujours quelques substances azotées, soit à partir du substrat ; certaines espèces cherchent les rochers recouverts d'excréments d'oiseaux riches en acide urique et en produits de sa dégradation qui, grâce à des enzymes secrétées par les thalles, passent sous une forme assimilable. Une autre source d'azote peut être l'atmosphère pour les espèces à gonidies comme *Nostoc* ou possédant des cephalodies.

12.1. L'absorption de l'eau

Toutes les recherches sur l'absorption de l'eau par le thalle des lichens, ont montré que le phénomène est plus physique que physiologique, c'est-à-dire que la matière première des hyphes ou des gonidies n'intervient que peu, alors que l'action des forces capillaire et d'imbibition des substances inertes avides d'eau est prépondérante.(Des abbayes et al ,1978).

Les lichens absorbent l'eau par le thalle, parce qu'ils n'ont pas d'organes d'absorption, celle-ci se fait par la surface totale du thalle. Même si l'absorption de l'eau par le thalle est rapide, sa

circulation d'un bout à l'autre est très lente et pratiquement nulle. Ceci est particulièrement net chez les espèces Fruticuleuses de type *Usnea*, qui ne sont en contact avec le substratum que par une extrémité. Le thalle devra avoir toute sa surface en contact avec une source d'humidité pour qu'il s'humecte. **(Des abbayes et al .1978).**

12.2. Evaporation de l'eau

Malgré que l'absorption de l'eau est lente, l'évaporation est très rapide. Cette grande teneur en eau passe rapidement au minimum, par le fait que la grande quantité d'eau emmagasiné est une eau d'imbibition.

Chez les Lichens, la rétention de l'eau est un phénomène mécanique et non physiologique, de ce fait, ils se défendent mal contre la dessiccation et qu'ils suivent dans leur thalle, toute la variation hygrométrique du milieu. On peut conclure vu la rétention de l'eau par les Lichens, c'est qu'ils ne présentent aucune forme d'adaptation xérophile. **(Des abbayes et al .1978).**

Leurs manque de pouvoir rétenteur en eau, induit à leur faculté de *reviviscence*, et les Lichens la possèdent à un haut degrés, cependant le temps où ils sont privés d'eau sans dommage, n'est pas très grand. Les études sur des exemplaires d'herbier, ont montré qu'à quelques semaines à un an, les deux constituants du Lichens avaient subi l'un et l'autre des dommages. Ceci explique les exigences très précises pour les Lichens, à un type de climat, surtout par rapport au facteur humidité. **(Des abbayes et al .1978).**

12.3. Nutrition carbonée et échange gazeux

La nutrition carbonée se faisant surtout à partir de l'atmosphère, nous devons étudier les échanges gazeux entre celle-ci et les thalles. **(Des abbayes et al .1978).**

12.4. Respiration

La respiration (CO_2/O_2) varie relativement peu d'une espèce à une l'autre.

L'état d'imbibition du thalle influence grandement la respiration. A l'état sec la respiration chez les lichens est très faible, et elle s'affaiblie très rapidement dans les basses températures et peu se manifesté un certain temps dans les températures élevé.

La respiration n'est pas semblable dans toutes les parties des thalles hétéromères. **(Des abbayes et al .1978).**

12.5. Assimilation

Comme pour la respiration, l'état sec d'imbibition du thalle a une grande importance. Mais au-dessous de l'optimum d'imbibition, l'assimilation diminue plus rapidement que la respiration.

L'assimilation peut encore se montrer active à des températures où la respiration a déjà cessé : elle se manifeste dans de très basse température comme à -40°C chez *Evernia prunastri*. Les lichens résistent donc au froid et sont capables de manifester certaines activités à des températures où généralement celle des plantes vasculaires a cessé.

La valeur de l'assimilation en fonction de la lumière est très variable suivant les espèces. Il faut du reste tenir compte de l'existence d'un cortex ou de son équivalent au-dessus de la couche gonidiale et de sa pigmentation, une partie importante de la lumière reçue par le thalle étant arrêtée par le cortex, notons aussi que le cortex imbibé d'eau est plus translucide qu'à l'état sec par exemple chez *Reltigeriapratexiata* 73% de la lumière reçue par le thalle, mais seulement 54% dans un thalle sec.

Donc le cortex joue un rôle non seulement dans l'absorption et la rétention de l'eau dans le thalle, mais aussi un rôle d'écran par rapport à la lumière.

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

La pluie contient des éléments minéraux dissous, tels que magnésium, potassium, sodium, calcium, et aussi l'azote soit ammoniacal, soit nitrique.

Les vents véhiculent et déposent les poussières sur les thalles soit sur le substratum constituent aussi une source importante de leur alimentation minérale, notamment, celles soulevées sur les routes et près des habitats, qui sont riches en azote et en phosphates. (**Des abbayes et al, 1978**).

Partie

Expérimentale

Chapitre I :

Matériel et méthodes

II.1. Présentation de la zone d'étude

Le parc national de Theniet-el-Had qui se localisée au centre de l'Atlas tellien et à la limite sud du grand massif de l'Ouarsenis. Cette région à vocation forestière est caractérisée par une majestueuse forêt de cèdres de l'Atlas classée dans le patrimoine des sites environnementaux protégés depuis l'année 1923. Ce dernier constitue durant toutes les saisons un atout touristique au profit des localités environnantes (DGF/CFT, 2014 .in Bourorga. 2016).

Ce parc, a été créé le 23 juillet 1983 d'une superficie de 3 424 ha, situé à 3 km de la localité de Theniet Elhad, à la limite Sud du grand massif de l'Ouarsenis et au centre de l'Atlas tellien (PNTEH. 2019).

Le parc national de Theniet Elhad est divisé en dix cantons, dont la grande partie de sa superficie se trouve au niveau du versant Sud sur une étendue de 2 052 ha (Mairif.2013.in Bourorga. 2016).

La superficie de cette aire protégée se trouve entre les coordonnées géographiques suivantes

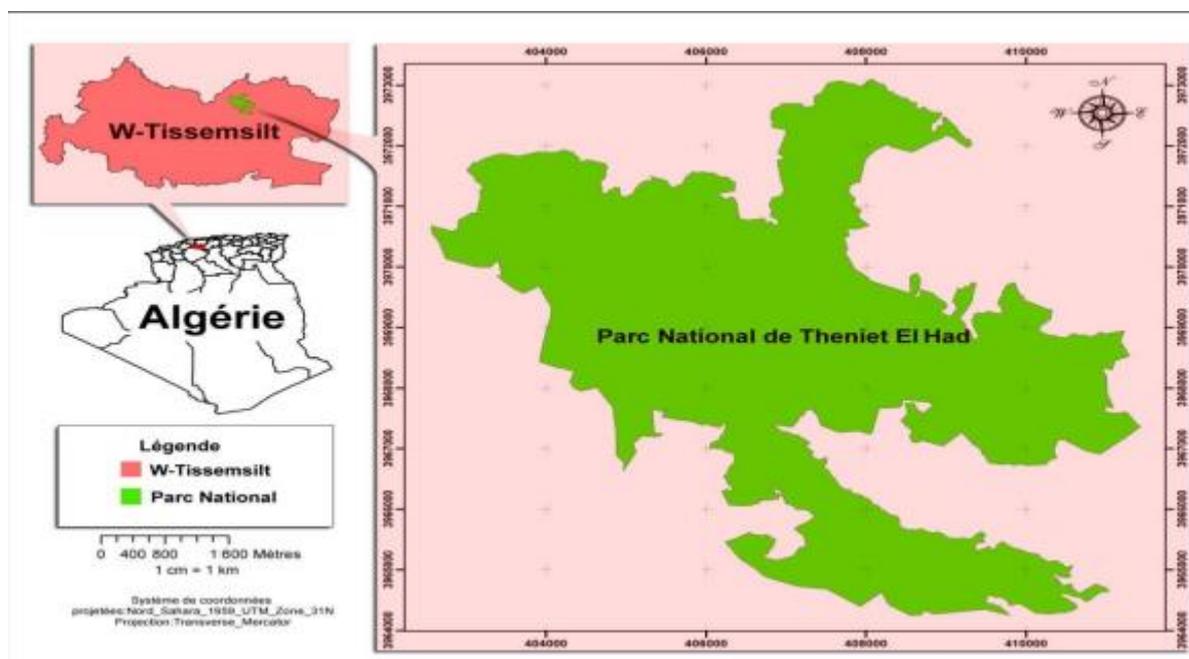


Figure 21: Situation du parc national de Theniet El Had en Algérie (PNTEH, 2019)

Notre étude se focalise sur le canton kef sechin et sisi abdoun .nous avons choisi le versant nord pour étudier les lichens des différentes espèces présentes, telles que le cèdre le chêne vert, chêne zeen, chêne liège et le genévrier.

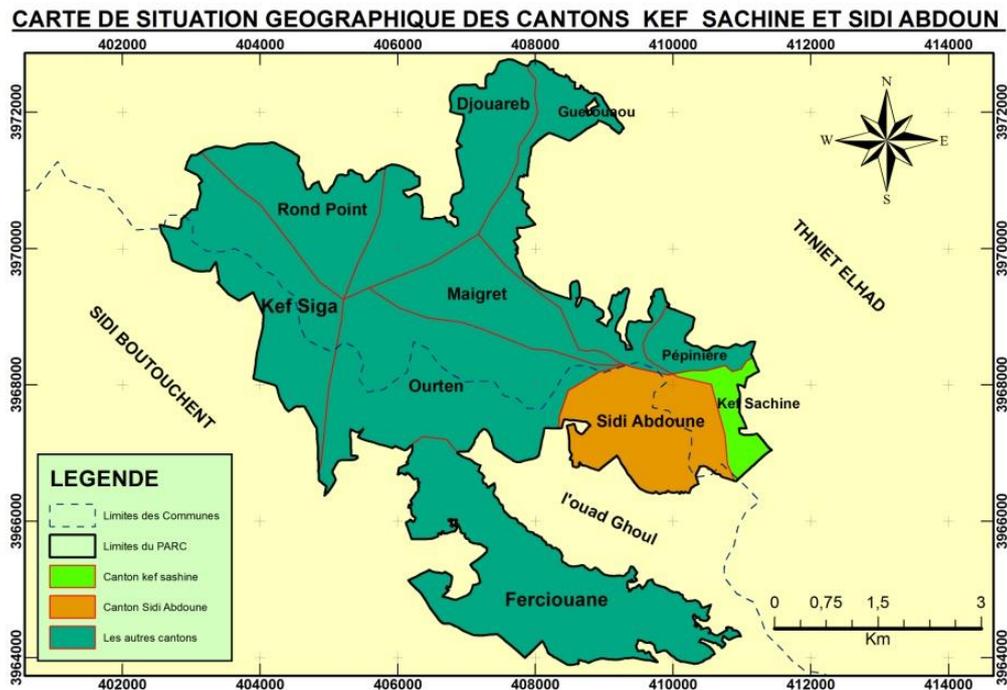


Figure 22 : carte de situation géographique des cantons kef Sechine et sidi abdoun

II.1.1. Le canton Sidi abdoun

Le canton sidi abdoun occupe une superficie de l'ordre de 323 ha, limité au Nord par le canton Pépinière et le canton Guerouaou, à l'Est par le canton Kef Sechine, au Sud par sidi Boutouchent et à l'Ouest par le canton Ourtene.

Le canton sidi abdoun est caractérisé par : un relief, accidenté, est à forte pente

- Une exposition Sud,
- Une altitude comprise entre 1280 et 1340m, soit d'une altitude moyenne de 1390m.
- Une pente moyenne de 25°.
- Le cèdre est en mélange avec le chêne-zeen dans les hautes altitudes et clairsemé dans les basses altitudes laissant place au chêne-vert et au chêne-liège. (Bourorga .2016)



Photo 01 : Canton de sidi abdoun, cliché personnel

II.1.2. le canton kef Sechin

Le canton de kef sechin occupe une superficie de l'ordre de 90 ha, limité au Nord par le canton Pépinière, au Sud par Ouad Ghoul et à l'Ouest par le canton Sidi abdoun.

Le canton kef sechin est caractérisé par : un relief, accidenté, est à forte pente

→ L'altitude jusqu'à 1500 m.

→ Le cèdre est en mélange avec le chêne-zeen et chêne vert dans les hautes altitudes et clairsemé dans les basses altitudes laissant place au chêne-vert et au chêne-liège.



Photo2 : Canton de kef Sechine, cliché personnel

II.2.Échantillonnage

La récolte peut se faire en toute saison et ne présente aucune difficulté particulière. La plupart des lichens foliacés et presque tous les lichens fruticuleux, les lichens terricoles et muscicoles sont généralement récoltés aisément à l'aide d'un bon couteau ou simplement à la main, en ayant soin de bien enlever la base. Si les lichens sont très secs et cassants, il est parfois utile de les humecter avant de les prélever.

Il vaut mieux prélever les thalles entiers ou, à défaut, un fragment représentatif avec la partie périphérique et la partie centrale.

Sur le terrain, il est très pratique d'utiliser de bonnes enveloppes en papier pour assurer la conservation des échantillons jusqu'au moment de leur classement définitif. Si le temps de récolte est pluvieux, on peut se permettre de placer les échantillons dans des sacs en plastique, mais il est alors indispensable, après la récolte, de retirer les échantillons afin de permettre une dessiccation complète. Il est conseillé de placer chaque échantillon dans une enveloppe pour éviter que les échantillons soient endommagés par frottement mutuel dans le sac de récolte. Pour les échantillons les plus petits ou les plus fragiles, il est souvent utile de se munir de petits récipients (par exemple piluliers, boîtes d'allumettes de petits formats, boîtes métalliques de pellicules photos).

On n'oubliera pas de consigner sur le terrain toutes les indications habituelles : date, lieu de récolte précis (pays, commune, lieu-dit, etc.) altitude, nature géologique de la roche, type de phorophyte, orientation, inclinaison du substrat, etc.

Les lichens se conservent facilement. Il suffit de les laisser se dessécher à l'air sans les presser comme on procède habituellement pour les plantes vasculaires. Seuls les grands lichens foliacés ou fruticuleux (*Peltigera*, *Usnea*, etc.) supportent un aplatissement léger.

En collection, les échantillons de lichens sont peu attaqués par les insectes. La présence de créosote ou de quelques cristaux de paradichlorobenzène dans les armoires ou les boîtes d'herbier, ou bien le passage des échantillons au congélateur durant au moins deux jours suffit à assurer une protection efficace. (AFL, 2019)

II.3. L'identification des lichens

Sur le terrain On a réalisé 3 sorties, le matériel suivant a été utilisé :

- _ Une loupe manuelle pour observer les lichens et un appareil photo pour prendre des photos aux échantillons.
- _ Des cartes et un GPS pour donner la localisation et l'orientation exacte des lieux de récoltes.
- _ Une fiche de relevés ou un carnet pour noter les observations
- _ Une pince pour prélever les lichens.
- Des enveloppes, des boîtes et des sacs pour transporter les échantillons



Photo03 : matériel utilisée cliché personnel

L'identification des lichens fondés sur la base de comparer les photos que nous avons prises avec les images du site web de AFL et travaux antérieurs ainsi que le guide des fougères, mousses et lichens de l'Europe.

L'identification basée sur plusieurs caractères les plus importants sont :

- Le types de thalles : Foliacés, lépreux, crustacés, composite, filamenteux, fruticuleux, squamuleux et gélatineux.
- La couleur de thalle : Jaune, orange, vert, blanc, brun...
- La forme, la couleur et la localisation des diverses structures portées sur le thalle (poils, cils, soralies, isidies...)

Chapitre II :

Résultats et discussions

III.1. Résultats

La composition taxonomique des échantillons prélevés durant les campagnes d'échantillonnage effectuées entre Avril et Juin 2019, dans la région de sidi abdoun et kef sechin « Parc national de Theniet Elhad » contient 26 espèces de lichens sur un total de 90 Échantillons récoltés, pour certain échantillons il a été difficile d'identifier le nom de l'espèce avec précision ; d'autres analyses sont nécessaires pour une identification complète.

Toutes ces espèces sont représentées dans le tableau suivant par l'ordre alphabétique.

Des photographies illustrent la morphologie de ces espèces inventoriées.

Tableur 01: Défient espèce des lichens dans le parc

	<p>caractérisée par :</p> <ul style="list-style-type: none"> -Thalle fruticuleux, souvent joignant à d'autres thalles, gris foncé, marges avec de grandes cilles à extrémités marron. -Présence de nombreuses apothécies à disque bleu noir. -Absence d'isidies et de soralies. <p>Disponible dans :</p> <ul style="list-style-type: none"> _ Cèdre _ Chêne liège _ Chêne vert _ Chêne zeen <p>L'intérêt :</p> <p>Alimentaire</p>
<p>Photo 04 : <i>Anaptychia ciliaris</i></p>	



Photo05 : *Diploshistes muscorum*

caractérisée par :

- Thalle crustacé, assez épais, gris clair.
- Des apothécies lécanorines, enfoncé dans le thalle, à disque gris foncé.

Disponible dans :

- _ Cèdre

L'intérêt :

alimentaire



Photo06 : *Evernia prunastri*

caractérisée par :

- Thalle fruticuleux, à ramifications en lanières, présentent une face supérieure verte et une face inférieure blanche.
- Présence de soralies.
- Les apothécies non observables

Disponible a :

- _ chêne zeen

L'intérêt

_ Raisons de viabilité économique, on préférera utiliser dans l'industrie des parfums et cosmétiques. On les retrouvera souvent dans la composition de parfums prestigieux ou en tant que composants principaux des pots- pourris.



Photo07 : *Glyphopeltis ligustica*

caractérisée par :

_ Thalle formé d'un amas de squamules ± imbriquées, à bord ondulé recourbé vers le substrat, leur face supérieure est brunâtre clair et leur face inférieure noire. (AFL ,2019)

Disponible a :

_ Cèdre

l'intérêt :

alimentaire



Photo08 : *Lecanora argentata*

caractérisée par :

-Thalle crustacé, blanchâtre, granuleux.

-Absence d'isidies et de soralies.

-Présence de nombreuses apothécies

lécanorines, souvent recourbés, à disque brun, groupées au centre du thalle.

Disponible a :

_ Cèdre

L'intérêt :

Alimentaire



Photo 09: *Lecanora argentata*

Caractérisé par :

- Thalle crustacé, blanchâtre, granuleux.
- Absence d'isidies et de soralies.
- Présence de nombreuses apothécies lécanorines, souvent recourbés, à disque brun, groupées au centre du thalle. .(Smaoun et Kerkour .2018)

Disponible à :

Cèdre

L'intérêt :

Alimentaire



Photo 10: *Lecanora chlorotera*

Caractérisé par :

- Thalle crustacé épiphléode, grisâtre, lisse à ± granuleux, assez bien délimité.
- Pas de soralies ni d'isidies.
- Habitat : sur rhytidome lisse de troncs, branches et branchettes de divers feuillus. (AFL ,2019 .)

Disponible à :

Cèdre

Chêne vert

L'intérêt :

Alimentaire



Photo 11:*Lepraria incana*

Caractérisé par :

- Thalle : lépreux, constitué de granules, gris-vert toujours nuancé de bleuâtre ; marge non clairement
- Habitat : très commun sur écorce et roches acides dans des endroits ombragés et abrités des précipitations directes. (AFL ,2019 .)

Disponible à :

intérêt :

alimentaire



Caractérisé par :

- Thalle crustacé, non lobé, granuleux, assez épais, de grises pales à gris verdâtre.
- Les apothécies assez nombreuses devenant rapidement convexes, à rebord propre.

Disponible à :

cèdre

intérêt

alimentaire



Photo 11:*Mycoblastus sanguinarius*



Photo 11: *Ochrolechia pallescens*

Caractérisé par :

- Thalle crustacé, assez épais, grisâtre clair.
- Dépourvue de soralies.
- Apothécies nombreuses peu dense, avec disque brun clair. (Smaoun et Kerkour .2018)

Disponible à :

Chêne vert

L'intérêt :

Production des colorants



Photo12 : *Ochrolechia subviridis*

Caractérisé par :

- Thalle crustacé, gris blanchâtre souvent un peu verdâtre à l'état humide, épais, densément couvert d'isidies.
- Les apothécies non observées avec disque brun clair, et bord thallin sorédiés

Disponible à :

Chêne vert

Intérêt :

Production des colorants

**Caractérisé par :**

-Thalle crustacé, très épais, gris jaunâtre. -Apothécies abondantes, rondes, à disque rose clair à brun, rebord thallin épais. (**Smaoun et Kerkour .2018**)

Disponible à :

Chêne vert
Chêne zeen

intérêt :

production des colorants

PHOTO13 : *Ochrolechia tartarea*

**caractérisé par :**

lichen foliacé

la famille de Parméliacées

Disponible à :

Chêne
Zeen

Intérêt :

Production des colorants

Photo 12 : *Parmelia caperata*



Photo 13 : *Parmelina tiliacea*

Caractérisé par :

Thalle : foliacé, gris-bleuté, lisse, parfois un peu pruinéux, à lobes arrondis, \pm onduleux vers la marge.

-Pas de soralies mais des isidies globuleuses ou ramifiées, brunes (petites et peu colorées au départ), ne laissant pratiquement pas de cicatrices sur le thalle lorsqu'elles sont cassées.

-pothécies : très rares.

-Habitat : corticole, surtout sur feuillus dans des forêts claires ou sur arbres isolés, rarement saxicole calcifuge, photophile ou héliophile, non nitrophile ; jusqu'à l'étage montagnard supérieur. (AFL.2019)

Disponible par : Chêne liège

**caractérisé par :**

-Thalle : fruticuleux, dépassant parfois 10 cm de longueur, souvent pendant, formé de lanières larges de 2-5 mm, ramifiées, à face supérieure grisâtre et face inférieure noire, canaliculée, à bords incurvés. Ce thalle a une organisation dorsiventrale (comme les foliacés) et développe sur sa face supérieure de nombreuses isidies, concolores, cylindriques, ayant plusieurs mm de longueur.

-Apothécies : rares

-Habitat : sur écorce de feuillus ou de conifères ; parfois sur écorce de feuillus ou de

conifères ; parfois sur roches siliceuses. Espèce très largement distribuée et très commune (sauf dans les régions trop sèches), utilisée dans la fabrication des parfums (AFL, 2019)

Disponible à :

Chêne vert

Intérêt :

_ Raisons de viabilité économique, on préférera utiliser dans l'industrie des parfums et cosmétiques. On les retrouvera souvent dans la composition de parfums prestigieux ou



Photo 14 : *Pseudevernia furfuracea*

tant que composants principaux des pots- pourris. (L'institut KLOORANE. 2011).

**caractérisé par :**

-Thalle foliacé, brun-vert foncé, arrondi, élargi vers les extrémités, devenant vert au contact de l'eau.

-Pas de soralies ni d'isidies.

-Présence d'apothécies de grande taille, à disque brun

Disponible à :

Cèdre

intérêt

alimentaire

Photo15 : *Pleurosticta acetabulum*

**Caractérisé par :**

Thalle : foliacé 3(6) cm de \varnothing , \pm orbiculaire, \pm apprîmes ; lobes 0,5-1,5(3) mm de large, radiants, contigus à \pm séparés, gris blanchâtre à gris foncé. Pas de soralies ni d'isidies. Pas de macules (points blancs), pas de pruine. Cortex inférieur prosoplectenchymateux (hyphes allongées et étroites).
 -Apothécies : abondantes, \pm stipitées, variables en taille dans un même thalle, souvent ondulées.
 -Conidies \pm abondantes.
 -Habitat : sur troncs, branches, branchettes de feuillus de bords de route.
 - très similaire à *Physcia aipolia* mais *Physcia stellaris* est plus petit.

Disponible à :

Chêne vert

Intérêt : alimentaire

Photo 16 : *Physcia Stellaris*

**Caractérisé par :**

Thalle : foliacé, généralement en rosette jusque 6(10) cm de \varnothing ; gris blanchâtre à gris bleuâtre, lobes larges de 1-2(3) mm, radiants, plats ou convexes, se chevauchant parfois légèrement, indistincts dans le centre du thalle, avec de nombreux points blancs (macules) bien visibles à la loupe, surtout sur thalle humide. Dessous blanchâtre à gris-brun pâle, avec des rhizines foncées.

-Apothécies : généralement abondantes,

-Habitat : corticole, surtout sur arbres isolés en conditions légèrement nitrophiles.

Disponible à :

cèdre

Intérêt : alimentaire

Photo 17 : *Physcia aibolia*

**Caractérisé par :**

- Thalle fruticuleux, gris-vert à vert, divisé en nombreuse lanières.
- Nombreuses soralies marginales, farineuses.
- Les apothécies très rares

Disponible à :

Chêne liège

Intérêt :

Alimentaire et cosmétique

Photo 18 : *Ramalina farinacea*

**Caractérisé par :**

Thalle : fruticuleux dressé, buissonnant, dépassant rarement 5 cm de hauteur, gris-vert à gris à vert pâle, à lanières rondes à ± anguleuses, ± creuses (médulle arachnoïde), ± sillonnées et ridées longitudinalement ; le thalle est parfois caché par les nombreuses apothécies terminales.

Apothécies : nombreuses apothécies apicales, disque d'abord concave puis convexe à maturité.

Habitat : corticole, sur arbres à écorce enrichie des bords de routes, des parcs, dans des endroits bien ventés.

Disponible à :

- _ Chêne vert
- _ cèdre

intérêt : /

Photo 19 : *Ramalina fraxinea*



Photo 20 : *Ramalina fastigiata*

Caractérisé par :

- Thalle fruticuleux, gris-vert à gris-vert pale, à lanières rondes.
- De nombreuses apothécies à disque concave puis convexe à maturité.

Disponible à :

- _ Chêne vert
- _ cèdre

intérêt : /



Photo21: *Ramalina polymorpha*

Caractérisé par :

Thalle : fruticuleux dressé ou \pm prostré, de 3-6 cm haut, fixé par un point d'ancrage au support et formant une touffe gris verdâtre, de lanières rigides, aplaties, de 1-5 mm, effilées vers les extrémités, à face supérieure rugueuse par la présence de côtes saillantes, correspondant à des pseudocyphelles, dans l'ouverture desquelles on observe des paquets de gros granules cortiqués, un peu plus clairs que le thalle, paquets interprétés comme des soralies à sorédies grossières. Apothécies : non observées ; très rares d'après la littérature,

Disponible à : cèdre

Intérêt : alimentaire



Photo 22: *Melanelixia glarba*

Caractérisé par :

-Thalle : foliacé, brun ± olivâtre, à lobes périphériques arrondis dépourvus de soralies et d'isidies, verdissant en présence d'eau. Face inférieure noire, brune sur les bords, munie de nombreuses rhizines noires.

-Habitat : corticole, sur feuillus (surtout sur troncs et grosses branches)

Disponible à :

cèdre

Intérêt : alimentaire



Photo 24: *Xanthoria parietina*

Caractérisé par :

-Thalle : foliacé, jusqu'à 15 cm, à lobes plats, arrondis, bien appliqués au substrat, jusqu'à 7 mm de large à la marge du thalle, jaune orangé.

-Habitat : sur tout substrat, roches acides ou calcaires, écorces, bois, tuiles...

-Espèce très fréquente

Disponible à :

- _ Cèdre
- _ Chêne vert
- _ Chêne zeen
- _ Chêne liège
- genévrier

Intérêt :

teindre la laine

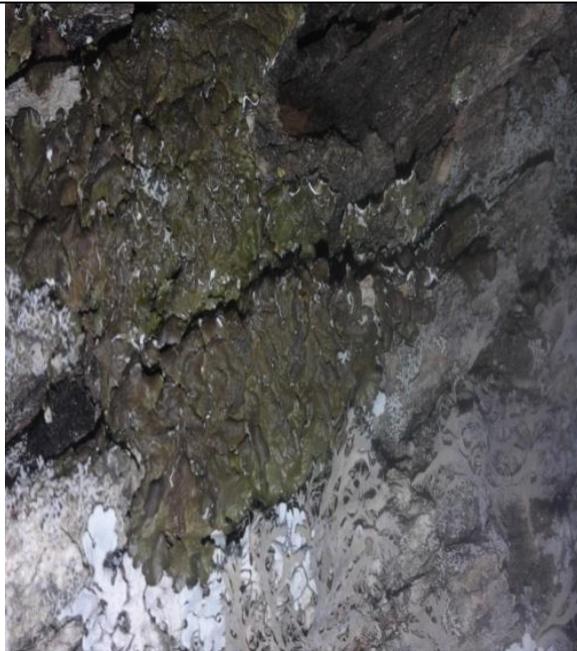


Photo 26: *Xanthoparmelia pulla*

Caractérisé par :

- Thalle foliacé, lobé en forme de rosette, peu adhérent au substrat, vert jaunâtre, face inférieure muni de rhizines.
- Pas d'isidies ni soralies.
- De nombreuses apothécies à disque brun noirâtre.(AFL,2019)

Disponible à :

Cèdre

Intérêt :

Toxique



Photo 27: *Xanthoria calcicala*

caractérisé par :

-thalle grand foliacé, jusqu'à 20 cm, assez rigide, lobes jusqu'à 5 mm de large à la marge du thalle, ± imbriqués, ± ondulés-fripés ; face inférieure blanche avec des rhizines pâles, simples ; face supérieure jaune orangé à orange ± foncé, avec la partie centrale ± granulo-verruqueuse, simulant des isidies.

- Apothécies : absentes ou peu abondantes et dispersées, généralement courtement stipitées, disque orangé 1-4 mm de Ø, à rebord jaune, souvent un peu crénelé. Asques octosporés.

-Habitat : sur roche calcaire riche en nitrates, naturelle ou artificielle, monuments, briques... exceptionnellement sur écorce ou bois. (AFL ,2019).

Disponible à :

Cèdre

Chêne vert

Tableu02 : classification des espèces lichéniques dans le parc

espèce	Famille
<i>Anaptychia ciliaris</i>	Physconiaceae
<i>Diploshistes muscorum</i>	Thdotremataceae
<i>Evernia prunastri</i>	Parmeliaceae
<i>Glyphopeltis ligusticaa</i>	Lécanoraceae
<i>Lecanora argentata</i>	Lécanoraceae
<i>Lecanora chlorotera</i>	Lécanoraceae
<i>Lepraria incana</i>	Stereocaulaceae
<i>Mycoblastus sanguinarius</i>	Mycoblastaceae
<i>Ochrolechia pallescens</i>	Ochrolechiaceae
<i>Ochrolechia subviridis</i>	Ochrolechiaceae
<i>Ochrolechia tartarea</i>	Ochrolechiaceae
<i>parmelia caperata</i>	Parmeliaceae
<i>Parmelia glarba</i>	Parmeliaceae
<i>Parmelina tiliacea</i>	Parmeliaceae
<i>Pseudevernia furfuracea</i>	Parmeliaceae
<i>Pleurosticta acetabulum</i>	Parmeliaceae
<i>Physcia stellaris</i>	Physciaceae
<i>Physcia aibolia</i>	Physciaceae
<i>Ramalina farinacea</i>	Ramalinaceae
<i>Ramalina fraxinea</i>	Ramalinaceae
<i>Ramalina fastigiata</i>	Ramalinaceae
<i>Ramalina polymorpha</i>	Ramalinaceae
<i>Xanthoparmelia pulla</i>	Parmeliaceae
<i>Xanthoria parietina</i>	Teloschistaceae
<i>Xanthoria calcicala</i>	Teloschistaceae

II .Interprétations

On a traduit les résultats obtenu à des graphes pour faciliter leurs études

➤ Fréquence des espèces lichéniques dans le parc

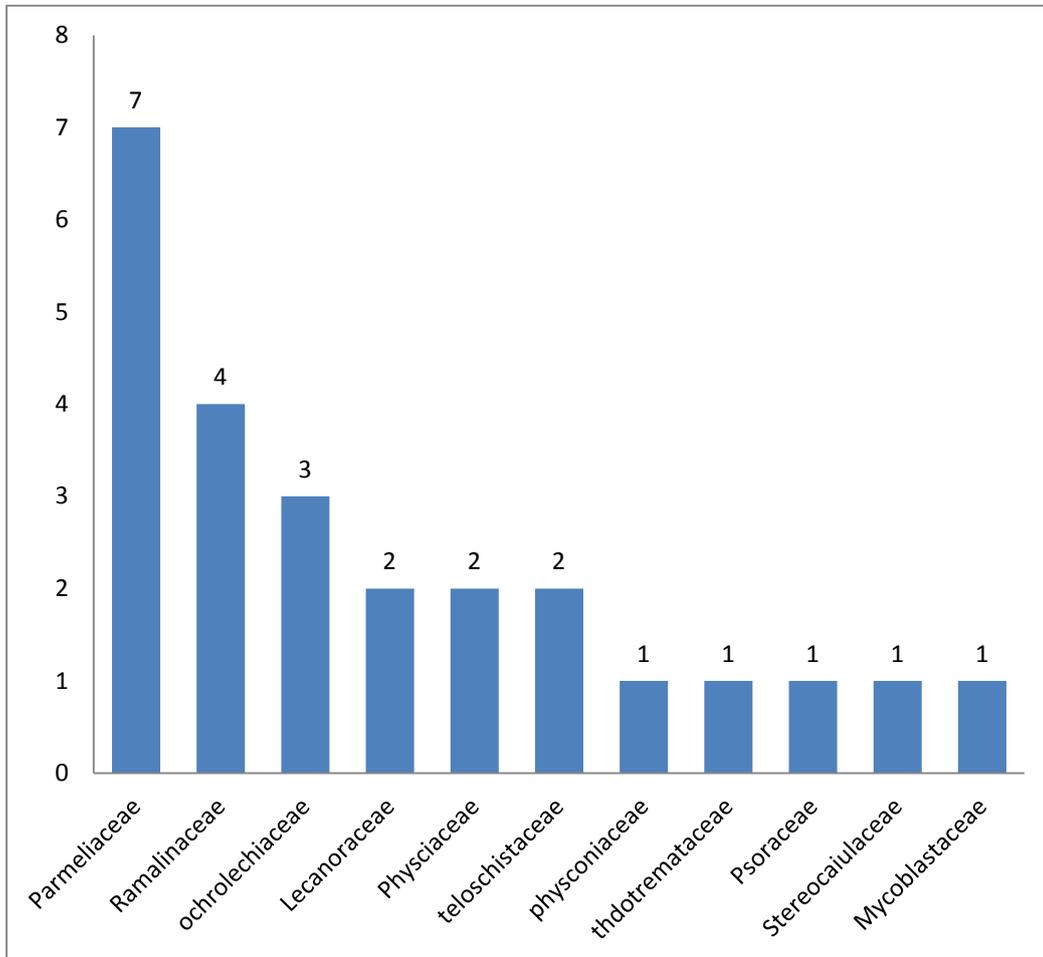
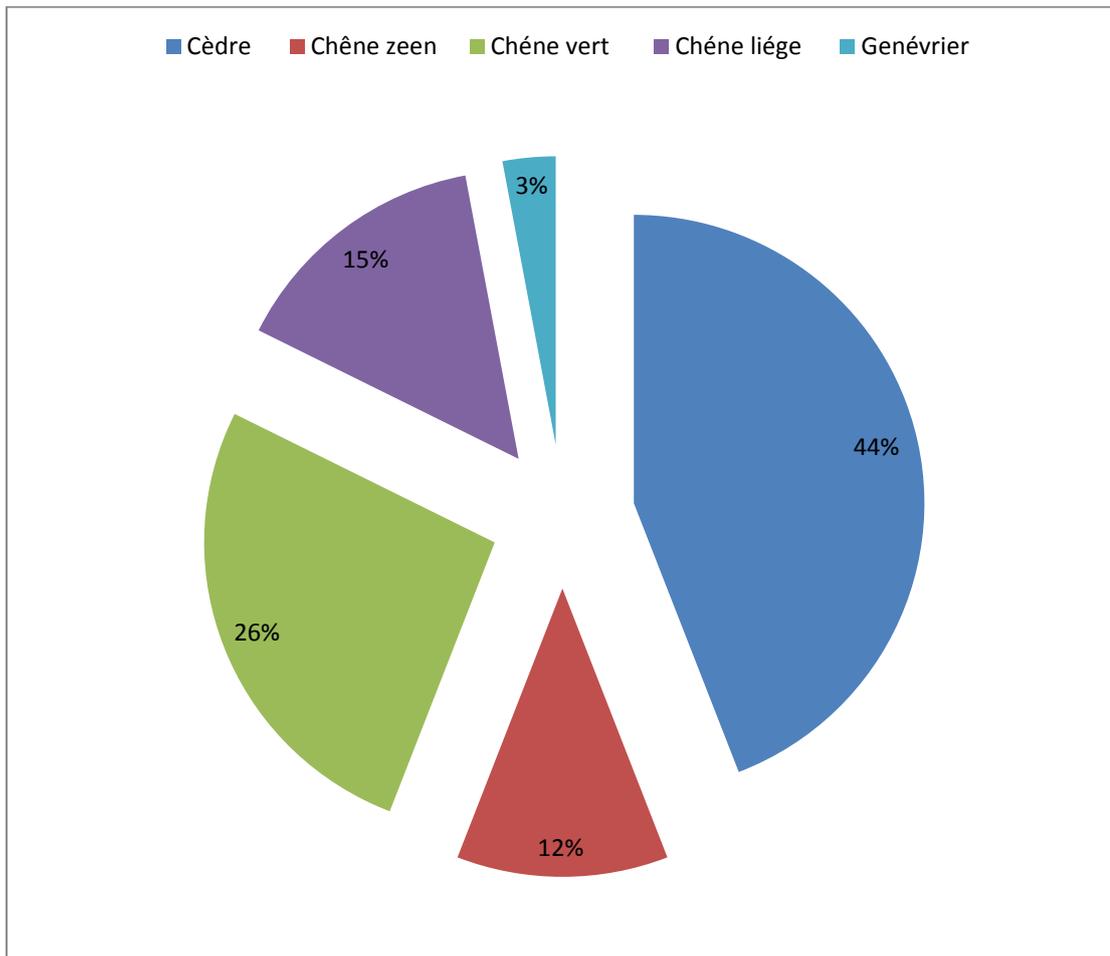


Figure23 : fréquence des différentes familles des lichens dans le parc

La Figure 23 montre que la famille dominante dans le PNTEH est la famille des Parmeliaceae, suivi de Ramalinaceae et Ochrolechiaceae. Cependant, certaines familles n'ont pas été très fréquentes comme la famille des Physconiaceae et des Mycoblastaceae.

➤ Fréquence des espèces selon les arbres

**Figure24 :** Fréquence des lichens selon les arbres

Selon la figure 24 nous remarquons que l'arbre qui contient le plus grand pourcentage des espèces des lichens est le cèdre (44%) puis le chêne vert (26%), ensuite le chêne liège (15%), le chêne zeen (12%) et l'arbre le moins fréquenté est le genévrier. Nous avons constaté que sur le chêne zeen, le nombre des lichens inventoriées était plus important en zone de plus haute qu'en zone de faible altitude.

➤ Fréquence des lichens selon leur intérêt

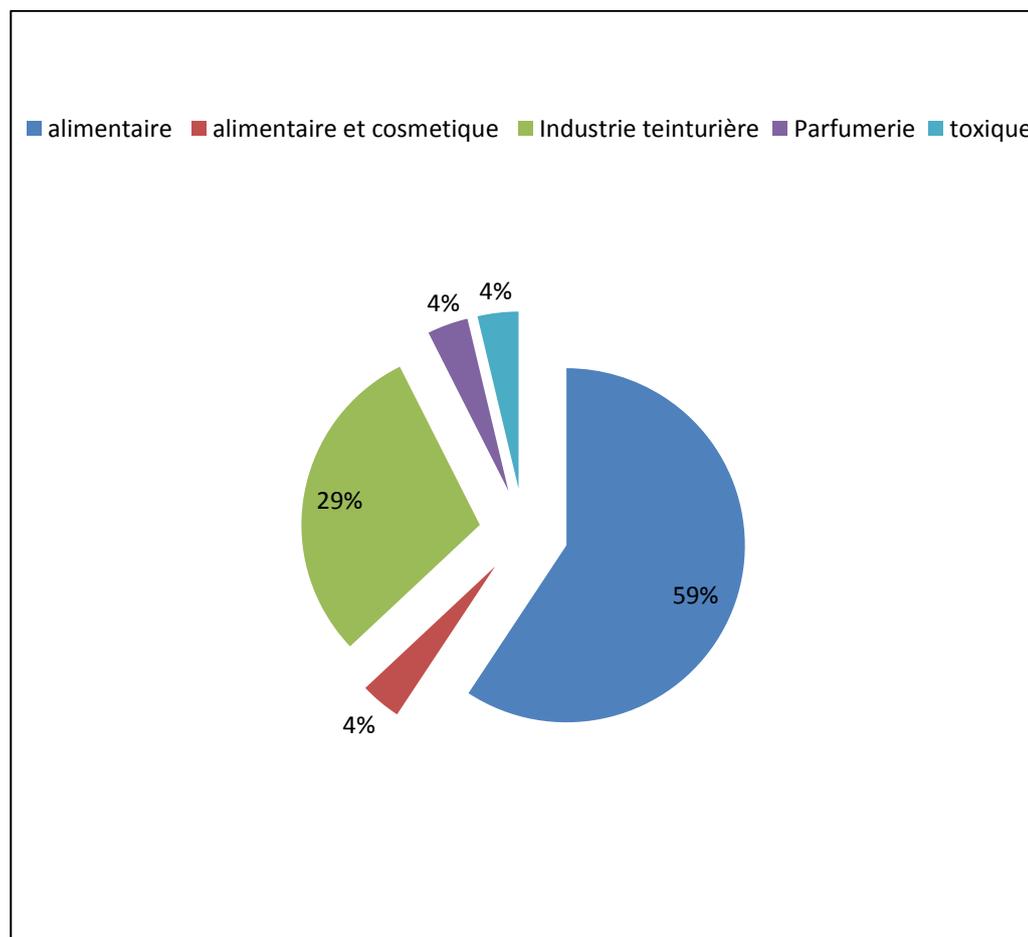


Figure 25 : la répartition des lichens selon l'intérêt

La figure 25 montre que les lichens du PNTEH ont un intérêt alimentaire important, suivi par l'intérêt de l'industrie teinturière avec un pourcentage de (29%). Ainsi que, l'intérêt toxique, parfumerie et cosmétique ont un même pourcentage de (4%).

III.2. Discussions

L'analyse de la répartition de cette liste de 26 lichens au niveau de la région de PNTEH Tissemsilte montre que :

La famille de Parméliacées est la famille la plus fréquemment rencontrée (elle se retrouve dans les deux régions). Ces résultats sont en accord avec les résultats de **Khedim, R. 2018**, qui signale que les macrolichens le plus fréquent dans le parc est *Anaptychia ciliaris*, suivi de *Parmelina tiliacea*, *Parmelia farinacea* (la famille de Parméliacées). Par contre la région de Tiaret la première famille qui est dominant et renferme les familles suivantes Physciaceae, Parmeliaceae, Lécánoraceae avec respectivement 21, 19 espèces (**Ait hammou .2015**), ainsi que la région de Bejaia la famille La premier on le considérait dominat, il renferme les familles: *Ochrolechiaceae*, *Parmeliaceae*, avec 5 espèces pour chacun (**Samoun et Kerkour .2018**)

L'arbre que nous avons observé au cours de nos relevés et qui contient la plus part des lichens est le cèdre, parce qu'il occupe les hautes altitudes ou se trouve l'humidité et le froid, ces condition sont favorables pour le développement des lichens; en plus le cèdre a un large tronc pour que les lichens peuvent l'occuper comparé au genévrier ; Les lichens les moins réparties sur le chêne zeen à cause d'une répartition faible dans ces cantons kef sechin et sidi abdoun. Ces résultats contrairement aux premiers résultats sont en opposé à ceux trouvés par **Khedim, 2018** ou il a trouvé que la plupart des lichens sont présents sur le chêne zeen.

L'intérêt essentiel de tous les lichens dans le monde c'est un inventaire de pollution, en plus de ces intérêt la plus part des lichens ce trouve dans le parc a un intérêt alimentaire qui utilisée surtout comme des épisse, en suit utilisée pour produit des colorant. Nous avons trouvé des espèces des lichens vendre dans les magasins des épisse, Ex : « lahyat Elchibani لحيّة الشيباني ».

Mais il y'a des autre utilisation de lichens , par exemple la NASA et autres agences spatiales s'intéressent aussi aux lichens en tant qu'organismes extrêmement résistants, car ils peuvent servir de modèle pour une vie en conditions extrêmes, voire extraterrestre ainsi que un laboratoire de l'université de Rennes isole les métabolites secondaires produits par les lichens étudie leur potentiel thérapeutique comme anticancéreux, antibiotique, anti-inflammatoire et cherche aussi à tirer parti des propriétés photo-absorbantes de certaines de ces molécules. En collaboration avec un laboratoire pharmaceutique, des composés originaux pouvant servir de

filtres UV ont récemment été synthétisés par les chimistes de l'équipe en prenant comme modèle des motifs structuraux élaborés par ces lichens. (**L'institut KLORANE. 2011**).

En Algérie, l'usage des lichens pour évaluer la qualité de l'air demeure un domaine vierge, mis à part les quelques études réalisées dans la région d'Alger (**Rahali. 2003**), d'Annaba (**Semadi. 1993**) et de Tiaret (**Maatoug. 2007 et 2010**).

CONCLUSION

Conclusion

La biodiversité lichénique de parc national a été principalement étudiée dans le canton de sidi abdoun et kef sechin. Dans le cadre de ce travail, nos objectifs visent à approfondir les connaissances sur les espèces de lichens vivant dans cette région et contribuer à l'élaboration de l'inventaire de ces plantes si peu étudiées malgré leur grande importance écologique.

Durant la période de travail qui s'est étalée d'avril à juin 2019, quelques échantillons de lichens ont été récoltés sur les différents troncs d'arbres (cèdre, chêne vert, chêne liège, chêne zeen, genévrier,...).

L'examen de ces échantillons ont permis d'identifier 26 espèces lichéniques. Elles sont réparties en 11 Familles.

Certaines espèces sont abondantes dans le PNTEH pendant que d'autres y sont rares. Ces espèces se répartissent selon le type d'arbre, en fonction de l'altitude, du versant et du canton, certaines espèces exigent beaucoup plus l'humidité alors que d'autre préfèrent l'ensoleillement.

Par ailleurs, nous avons constaté l'effet altitudinal sur la diversité lichénique au niveau de la région d'étude et ce à travers les analyses statistiques effectuées. Nous avons constaté que sur un même arbre, le nombre de l'espèce inventoriée était plus important en zone de plus haute qu'en zone de faible altitude : c'est le cas du chêne-liège par exemple.

Il faut noter que certain espèces sont protégé et on danger soit la loi Algérienne, comme *Anaptychia ciliaris*, *Ramalina fastigiata*, *Evernia prunastri* etc.

Après avoir étudié les lichens que nous avons rencontrés dans les milieux naturels de la région, nous pouvons parier sur la qualité de l'air dans le parc national de Theniet Elhad.

Nous recommandations des plans pour la protection de ce patrimoine contre les dégâts naturelles (l'érosion, incendie). et l'activité anthropique tel que le sur pâturage , les coupes élicite des arbre ,on autre nous recommandant une valorisation de ces espèces lichénique par l'utilisation dans le domaine commerciale (alimentaire , toxique ,parfume, etc) .

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

1. Ait Hammou, M. 2015. "Analyses taxonomique et écologique des lichens de la région de Tiaret." Thèse de doctorat en sciences. Université Ahmed Ben Bella d'Oran, Faculté des sciences de la nature et de la vie.
2. Asta J. et Letrouit M. A., 1994. Thallus morphogenesis in some lichens. *Cryptogamic Botany*.
3. Bourorga. A. 2016. Etude de la phytodiversité dans quelques sites choisis dans les Monts de l'Ouarsenis. mémoire de Diplôme de Magister En Biodiversité et gestion intégrée des écosystèmes. université ABOUBAKR BELKAÏD – TLEMCEM.
4. BOUTABIA Lamia .2016. Etude systématique et bioécologique des lichens corticoles de différents phorophyte au niveau de la région d'El Kala (Nord-est algérien). Présentée en vue de l'obtention du Diplôme de Doctorat es Sciences en Biologie Végétale. Université Badji Mokhtar Annaba.
5. Bricaud O., et Bauvet C. (2006): Aperçu de la végétation lichénique du bois de Païolive (Ardèche), Rapport final Association française de Lichénologie.
6. Coste C., (1989): Initiation à l'étude des lichens, Bulletin de la Coordination Mycologique du Midi Toulousain et Pyrénéen n° 6 (1989)
7. Coste C., (2011): Écologie et fonctionnement des communautés lichéniques saxicoles
Souchon, C., 1971. Les lichens. Press. Univ. de France.
8. Des abbayes H, Chadfaud M. 1978. Précis de botaniques tome 1 végétaux inférieurs 2ème édition, Ed MASSON, Paris
9. Des Abbayes, H., 1951. *Traité de Lichénologie*. Ed. Le chevalier, Paris,
10. Frey, E., 1970. *Les lichens*. Ed. Payot Lausanne, Berne,
11. Garrec, J.-P. & Van Haluwyn, C., 2002. *Bio surveillance végétale de la qualité de l'air: concepts, méthodes et applications*. Ed. Tec & Doc, Paris.
12. Gaveriaux J.P., (2012-2014). - Classification phylogénétique actuelle des lichens,
13. 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 lycées. *Bull. Soc. Bot. N. Fr.*, 49 (4): 1-52.
14. Goujon M. 2004. Lichens et bio surveillance de la qualité de l'air. Publication de l'Agence régionale de l'environnement de Haute-Normandie : connaitre pour agir. 4 p.
15. Hawksworth, D. L. & Rose, F., 1970. Qualitative scale for estimating sulphur dioxide air pollution in Engand and Wales using epiphytic lichens. *Nature*, 227 (5254):145-148
16. Hawksworth, D. L. & Rose, F., 1970. Qualitative scale for estimating sulphur dioxide air pollution in Engand and Wales using epiphytic lichens. *Nature*
17. Hawksworth, D. L., 1994. The recent evolution of lichenology: a science for our times. *Cryptogamic Botany*.

18. Hirabayashi, K., Iwata, S., Ito, M., Shigeta, S., Narui, T., Mori, T. & Shibata, S., 1989. Inhibitory effect of a lichen polysaccharide sulfate, GE-3-S, on the replication of human immunodeficiency virus (HIV) in vitro. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*.
19. hydrophiles, Thèse de doctorat d'Écologie. , Université Toulouse,
20. Jahns, H. M. (2007). Guide Des Fougères, Mousses et Lichens d'Europe. Delachaux et Niestlé SA, Paris.
21. Jahns, H. M., 1996. *Guide des fougères, mousses et lichens d'Europe*. Ed. Delachaux et Niestlé, Paris
22. Khedim Rabah .2018 . Étude de la biodiversité lichénique du Parc National de Theniet-el-Had (Tissemsilt, Algérie). Thèse de Doctorat en Science.
23. Kiffer, E. et Morelet, M. (1997). Les Deutéromycètes : Classification et Clés d'identification Générique. Editions Quae
24. Koyama, M., Takahashi, K., Chou, T.-C., Darzynkiewicz, Z., Kapuscinski, J., Kelly, T. R. & Watanabe, K. A., 1989. Intercalating agents with covalent bond forming capability. A novel type of potential anticancer agents. 2. Derivatives of chrysophanol and emodin. *J. Med. Chem.*
25. L'institut KLORANE. 2011 : les champignons et les lichens. en Europe.
26. 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 .
27. Leblanc, J., 2001 – *Les lichens: la botanique de l'extrême*. Ed. Québec Science,
28. Letrouit-Galinou, M.-A. et Lallemand, R. (1971). Le Thalle, Les Apothécies Et Les Asques Du *Peltigera Rufescens* (Weis) Humb.(Discolichen, Peltigeracee). *The Lichenologist*.
29. Lidia .H & Khalissa. D. 2013. Les lichens de Béjaia : témoins de la qualité de l'environnement. En vue de l'obtention de diplôme de Master. Université Abderrahmane Mira-Béjaia.
30. Lüttge, U., Kluge, M. et Bauer, G. (2002). Botanique. Les presses de Campin, Tournai (Belgique).
31. Maatoug M. Détection de la pollution de l'air d'origine routière par certaines espèces végétales bio-accumulatrices de quelques métaux lourds (Pb, Zn, Cu). *Pollution atmosphérique 2007* ; 196 : 385-94.
32. Maatoug M., Medkour K., Ait Hammou M., Hellal B. Cartographie de la pollution atmosphérique par le plomb d'origine routière à l'aide de transplantation d'un lichen bio-accumulateur *Xanthoria parietina* dans la ville de Tiaret (Algérie). *Pollution atmosphérique 2010* ; 205 : 93-101.
33. Masson, D. (2010). Cinq additions à la flore macrolichénique française. *Bull. Soc. linn. Bordeaux*.

34. Nash III, T. H., 2008. Lichen biology. 2nd Ed. Cambridge University Press,
35. Ozenda P & Clauzade G. 1970. Les Lichens, étude biologique et flore illustrée. Ed. Masson et Cie. Paris VIe, France
36. Parc national de Theniet Elhad. 2019.
37. Rahali M. Étude de la pollution plombique dans la région d'Alger. Thèse de doctorat d'État. INA, Alger 2003 :132 p.
38. Schöller H. 1997. Flechten.Geschichte, Biologie, Systematik, Ökologie, Naturschutz und kulturelle Bedeutung. Frankfurt am Main, Waldemar Kramer.
39. Semadi A. Deruelle S. Détection de la pollution plombique à l'aide de transplants lichéniques dans la région d'Annaba (Algérie). Pollution atmosphérique Octobre-Décembre 1993 : 86-101.
40. Sen-Salerno, M. & Blakeway, J., 1987. La mousse de chêne, une base de la parfumerie. *Revue pour la Science*, N° 115, pp: 82-92 in *Bull. Ass. Fr. Lichénologie*, Paris.
41. Sérusiaux, E., Diederich, P. et Lambinon, J. (2004). Les Macrolichens de Belgique, Du Luxembourg et Du Nord de La France. Clés de Détermination. Trav. Sci. Mus. Nat. Hist. Nat. Luxembourg. Travaux scientifiques de Musée national d'histoire naturelle de Luxembourg, Luxembourg.
42. Tievant, P., 2001. Guide des lichens_350 espèces de lichens d'Europe. Ed. Delachaux et Niestlé, Paris
43. Trevor G., Bruce M.C., DEL M. 1994. The Lichens of British Columbia (part1) British Columbia Ministry of Forest Research Program,
44. Trotet, G., 1968. *Précis de Lichénologie*. Ed. N. Boubée et Cie. Paris,
45. Van Haluwyn, C. & Lerond, M., 1993. *Guide des lichens*. Ed. Le chevalier, Paris,
46. Van Haluwyn, C., Asta, J. & Gaveriaux, J.P., 2012. *Guide des Lichens de France: Lichens des sols*. Ed. Belin, Paris,

Web graphie :

1. <http://www.afl-lichenologie.fr/> .consulté le 07/ 2019.
2. www.biogeochemie.fr/enseignement/biosciences/lichenologie/chapitre_3_fr.htm.2019.
3. <http://botablog2.unblog.fr/2015/08/27/lichens-conditions-ecologiques/>.2019.
4. <https://fr.wikipedia.org/wiki/Lichen> . 2019.
5. Lichens forestiers de Wallonie.2019.
6. <http://www.smba.fr/>.2019