REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE YAHIA FARES - MEDEA
FACULTE DES SCIENCES

en vue de l'obtention du diplôme de
Master en Ecologie & environnement

Mémoire présenté par:

-AID IMENE
-CHAOUATI Mohamed ANIS

**Spécialité**: Ecologie

***Thème***

# *CONTRIBUTION A L'ETUDE DE LA QUALITE DE L'AIR PAR IQA SUR PNC CAS DE CHREA*

Soutenue le 12/09/2019, Devant le jury composé de:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Président** | Mr | BELHADJ H | M.A.A | Université de Médéa |
| **Examinateur** | Mr | AIT HAMOUDA T | M.A.A | Université de Médéa |
| **Promoteur** | Mr | GHENNAM K | M.A.B | Université de Médéa |

**Année universitaire: 2018/2019**

# *Remerciements*

*Mon parcours de Master ne s'est pas réalisé sans défis et sans soulever de nombreuses questions pour lesquelles les réponses nécessitent de longues heures de travail.*

*Je remercie avant tout mon DIEU tout puissant qui m'à comblé de ses bienfaits et m'a donné assez de force pour achever ce travail et de venir à bout de cette formation*

*Nous remercions profondément Monsieur* ***GHENNAM.K****, maître assistant «B», Faculté des sciences, UYF. Médéa, pour avoir dirigé ce travail et pour l'intérêt constant*
*qu'il a porté à ce sujet.*

*Je remercie aussi chaleureusement les membres du jury:*

*Mr BELHADJ H, Mr AIT HAMOUDA T et Mme KHOUDIR, pour*

*l'honneur qu'ils m'ont attribué de bien vouloir juger mon travail.*

*L'équipe du Parc National du Chréa, pour les orientations et la documentation qu'ils ont mis à ma disposition. Qu'ils soient également remercier pour les efforts fournis qu'ils m'ont divulgué pour me permettre d'effectuer des différentes sorties nécessaires sur terrain.*

*Merci à tous ceux qui, à un moment ou à un autre, m'ont prodigués des conseils scientifiques, fourni une aide matérielle ou technique, ou tout simplement humaine.*

*Enfin, que toute personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail, trouve ici mes profonds et sincères remerciements.*

# *dédicace*

*Avec l'aide de Dieu tout puissant, j'ai pu achever ce travail que je dédie :*

*A mon père "Brahim" , à qui je dois mon éducation et mon instruction, que Dieu lui accorde sa grâce infinie.*

*A ma très chère et douce mère "Fatima", qui m'a transmis la vie, l'amour, le courage, qui s'est trop inquiétée pour cette recherche, et qui a tant veillé pour moi*

*A mes chères sœurs pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral.*

*A mon cher frère pour leur appui et leur encouragement.*

*A mes oncles, tantes, cousins et cousines, vous avez de près ou de loin contribué à ma formation. Affectueuse reconnaissance.*

*A toute ma famille pour son affection et sa contribution à mon épanouissement.*

*Je dédie également ce travail à tous ceux qui m'ont apporté leur savoir et contribué à ma formation: mes instituteurs du primaire, mes professeurs du lycée, mes enseignants Faculté des sciences, UYF. Médéa qu'ils trouvent ici l'expression de ma gratitude et de mon profond respect.*

*Enfin je le dédie à tous mes ami(e)s que je n'ai pas cité(e)s et à tous ceux qui me connaissent. Qu'ils trouvent à travers ce travail ma sincère reconnaissance*

*A tous ceux qui ont participé de loin ou de prés à la réalisation de ce travail.*

*A mon pays.*

*Mohamed Aniss*

# Dédicace

Je dédie cette mémoire à :

A mes parents Djamilla et Rabeh .

A ma sœur Romaissa et mon frère Djilali.

A mon oncle Mohamade .

A toute ma famille, proche et éloignée.

A tout mes amies proche ou éloignée.

Aid imene

# Résumé

La biosphère est un milieu fragile. Elle subit de nos jours des agressions multiples causées par les activités humaines, ce qui perturbe son fonctionnement et risque d'avoir des conséquences irréversibles .pour cela, la nécessité de la protéger est recommandée.

Notre étude réalisée en 2019, dans le parc national de chréa a été menée dans 03 stations différentes (altitude, distance de la route, type d'arbres…..) .pour but d'évaluation la qualité de l'air par la méthode d'IQA sur SIG.

Les lichens nous permis de quantifier et de cartographier le taux de pollution dans le PNC, Notre étude a tenté d'aider à évaluer la qualité de l'air dans neuf stations situées à trois endroits différents (Chréa, les Glaciers et Beni Ali), par la méthode d'IQA en utilisant la flore lichénique comme bioindicatrice.

Les stations les plus proches des sources de pollution ont quelques lichens, contrairement aux stations éloignées des sources de pollution, des zones urbain et de la voie chréa-blida (stations de chréa).

A travers de cet étude nous avons trouvé que les résultats du nombre du lichens de PNC ont diminué a cause de degrés de la pollution (les cheminées des usines et les véhicules ...) .



**Mots-clés**: pollution atmosphérique, lichen, SIG, PNC,IQA

# Abstract

The biosphere is a fragile environment. Today, it suffers from multiple aggressions caused by human activities, which disturbs its functioning and risks having irreversible consequences. For this, the need to protect it is recommended.

Our 2019 study in Chrea National Park was conducted at 03 different stations (altitude, distance from the road, type of trees, etc.). to assess air quality using the AQI method on GIS.

Lichens allowed us to quantify and map the pollution rate in CNP, Our study tried to help in assessing the air quality at nine stations located in three different locations (Chrea, Glaciers and Beni Ali), by the AQI method using flora lichenic as a bioindicator.

The closest stations to pollution sources have fewer lichens, unlike stations far from pollution sources such as urban areas and the Chrea-Blida route (Chrea stations).

Through this study we have found that the results of the number of lichens of PNC have decreased due to degrees of pollution (the chimneys of the factories and vehicles ...).



Keywords: air pollution, lichen, GIS,CNP,AQI

**ملخص**

المحيط الحيوي هو بيئة هشة. وهي تعاني اليوم من اعتداءات متعددة تسببها أنشطة إنسانية تعكر عملها وتخاطر بعواقب لا رجعة فيها, ولهذا يوصى بضرورة حمايتها.

دراستنا لعام 2019 في الحظيرة الوطنية بالشريعة والتي أجريت في 03 محطات مختلفة حسب (الارتفاع، المسافة من الطريق، نوع الأشجار... إلخ), لتقييم جودة الهواء باستخدام طريقة مؤشر نوعية الهواء على نظام المعلومات الجغرافية

سمحت لنا الأشنات بتحديد نسبة التلوث الجوي في الحظيرة الوطنية بالشريعة ورسم خريطة لها، وقد حاولت دراستنا المساعدة في تقييم نوعية الهواء بتسع محطات لثلاث مواقع مختلفة (الشريعة,منطقة الهواء البارد,ومنطقة بني علي) .

أقرب المحطات من مصادر التلوث بها عدد قليل من الأشنات ، عكس المحطات البعيدة عن مصادر التلوث والمناطق السكنية وطريق السيارات (محطات الشريعة).

من خلال هذه الدراسة ، وجدنا أن نتائج عدد الأشنات قد انخفضت بسبب درجة التلوث الهوائي الذي ارتفع مقارنتا بدراسات سابقة بالحظيرة الوطنية بسبب (مداخن المصانع والمركبات...الخ).

**الكلمات المفتاحية:** التلوث الجوي ،الأشنات , نظام المعلومات الجغرافية , حظيرة الشريعة الوطنية, طريقة مؤشر نوعية الهواء

# LES ABREVIATIONS :

**C : C**hlore.

**I :** Lugol (iode).

**IQA : I**ndice de **Q**ualité de l'**A**ir.

**KC :** La **P**otasse puis **C**hlore .

**P : La P**araphénylènediamine.

**PNC : P**arc **N**ational de **C**hréa.

**SIG : S**ystème **I**nformation **G**éographique**.**

**VDI : V**erein **D**eutscher **I**ngenieure .

# Liste des tableaux

**Tableau 01 :** déférences fondamentales des lichens avec végétaux supérieurs.....18

**Tableau 02 :** Domaines de la télédétection.....22

**Tableau 03 :** Occupation du sol au niveau du Parc National de Chréa.....32

**Tableau 04 :** Le détail des trois stations échantillonnées à Chréa.....36

**Tableau 05 :** le détail des trois stations échantillonnées à les glacières.....36

**Tableau 06 :** Le détail des trois stations échantillonnées à Beni Ali.....37

**Tableau 07 :** réactions chimiques.....42

**Tableau 08** : Echelle d'évaluation des classes de qualité de l'air pour l'Europe tempérée..43

**Tableau 09** : la fiche de relevé utilisée.....44

**Tableau 10** : exemple Calcul de l'indice de qualité de l'air.....44

**Tableau 11** : Nombre de relevés en fonction de l'IQA de toutes les stations.....46

**Tableau 12 :** Espèces des lichens identifiées dans laboratoire de faculté.....48

**Tableau13** : liste des espèces lichéniques et des phorophytes rencontrés dans les différentes stations.....54

**Tableau14**: comparaison de l'inventaire des lichens des stations Chréa 2019 et Chréa 2009.....58

**Tableau 15** : Nombres d'espèces de lichens dans les stations échantillonnées à Chréa (entre 1350 et 1500 m).....60

**Tableau 16 :** Nombre d'espèces dans les stations échantillonnées à Beni Ali (700 – 850m).....61

# Liste des figures

**Figure 01** : Principaux types de thalles lichéniques.....05

**Figure 02** : Coupe transversale d'un thalle homéomère.....07

**Figure 03** : Coupes transversales de lichens observés au microscope optique ,(x 400) (A): radié; (B): stratifié (A): radié; (B): stratifié .....08

**Figure0 4** : Les organes portés par le thalle d'après J.P GAVERIAUX Les lichens et la bioindication de la qualité de l'air CCRDP de l'Académie d'Amiens.....09

**Figure0 5** : Isidies de *Pseudevernia furfuracea* (L.) Zopf (à gauche) et sorédies de *Imshaugia aleurites* S.L.F. Meyer (à droite).....11

**Figure 06** : coupe d'apothécie et photographie des apothécies de Physcia Leptalea (à gouche) ;coupe de périthèce et photographie des périthèces de Pyrenula chlorospila(à droite).....11

**Figure 07** : Principaux genres d'algues présents dans les lichens (de gauche à droite):*Trebouxia* et *Trentepohlia* (algues vertes), *Nostoc* et *Scytonema*(cyanobactéries).....13

**Figure 08 :** Démarche de la réalisation de la cartographie sur SIG.(Ghennam.2017).....21

**Figure 09** : Carte situation de Parc National de Chréa.....26

**Figure 10** : Courbe représente la répartition mensuelle des valeurs de température (max,min,moy).(1990/2015).....28

**Figure 11** : Les valeurs moyennes mensuelles des précipitations (1990 /2015) de Chréa.....29

**Figure 12** : Diagramme ombrothermique de Blida (Chréa) (1990 /2015).....30

**Figure 13** : Position des stations sur Climagramme d'EMBERGER (1955)- période (1990-2015).....31

**Figure 14**: la Flor du parc national de Chréa.....35

**Figure 15**: Carte de localisation des différentes stations échantillonnées de Chréa vers Blida.....37

**Figure 16** : La grille fixer sur le tronc.....39

**Figure 17**: carte manuelle du  Parc National de Chréa..... .....39

**Figure 18** : Les matériels utilisés pour notre échantillonnage(Originale).....40

**Figur**e **19** : Matériel utilisé au niveau laboratoire (originale).....42

**Figure20** : Les produits chimiques utilisés dans l'identification des lichens.....43

**Figure 21** : Classement des indices de qualité de l'air par la méthode Allemande.....47

**Figure 22** : Nombre d'espèces de lichens échantillonnés par station dans le site de Chréa.....61

**Figure 23 :** Nombre d'espèces de lichens échantillonnés par station dans le site de Beni Ali.....62

**Figure 24** : Classement des indices de qualités de l'air pour les deux sites Chréa et Beni Ali (d'après la méthode Allemande).....63

## Sommaire

Remerciement

Dédicace

Résume

Abstract

ملخص

Lexique des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

sommaire

INTRODUCTION

CHAPITRE I Contexte et cadre de l'étude

I. Présentation des Lichens..... 03

I.1. Définition des lichens..... 03

II. Biologie des lichens …….....04

II.1. L'appareil végétatif …….....04

II.1.1. Structure homéomère…….....06

II.1.2. Structure hétéromère …….....07

II.2. . Les principaux organes portés par le thalle.....08

II.3. La Reproduction des lichens .....09

II.4. Développement et croissance …….....11

II.5. Constituants de lichens champignons et algues …….....12

II.6. Symbiose lichénique …….....13

II .5. Ecologie des lichens…….....14

II.7.1. L'influence des facteurs abiotiques…….....15

II.7.2. L'influence des facteurs biotiques…….....16
II.8. Ethnolichénologie.....16

II.9. la différence entre les végétaux et les lichens …….....18

III. Utilisation des SIG…….....19

III.1. Définition …….....19

III.2. Intérêts de l'utilisation des SIG dans la biosurveillance …….....19

III.3. Cartographie …….....20

III.4. Télédétection …….....21
III.4.2 Autres définitions.....22

IV. Cartographie des lichens comme bio indicateur …….....23

CHAPITRE II zone d'étude

I. Présentation de la zone d'étude …….....25

I.1. Historique .....25

I.2.Situation géographique .....26
I.3. Situation administrative .....26
I.4. Aspect pédologique.....27

I.5. Le relief .....27

I.6. Le climat .....27

I.6.1. Données climatiques.....28
I.6.1.1. La température.....28

I.6.1.2. Les précipitations P (mm).....29

I.6.2. Diagramme ombrothermique.....29

I.6.3. Quotient pluviométrique et climat gramme.....30

I.7. Le couvert végétal …….....32

I.7.1 La flore.....33

CHAPITRE III Matériels et Méthodes.

I. Méthodologie…….....36

I.1. Echantillonnage .....36

I.1.1.Le choix des stations …….....36

I.1.2. Choix des arbres porteurs des lichens…….....37

I.1.3 La méthode de récolte des lichens .....38

I.1.3.1 Le matériel de récolte des lichens utilisé..... .. ...39

II. La détermination des lichens …….....41

II.1. Le matériel utilisé au niveau de laboratoire .....41

II.2. Les produits chimiques .....42

III. L'indice de qualité de l'air (IQA).....43

III.1. Représentation des indices de qualité de l'air et détermination des classes.....43

CHAPITRE IV RESULTATS ET DISCUSSION

I. Qualité de l'air .....46

II. Identification des espèces retrouvées à PNC..... .....47

III. Diversité lichénique .....54

III.1. Comparaison avec des travaux antérieurs.....57

IV. Richesse lichénique des cédraies .....58

IV.1.Comparaison de l'inventaire des lichens des stations Chréa 2019 et Chréa 2009.....58

IV.2. Comparaison des sites Chréa vs Beni Ali .....60

IV.3. Comparaison des deux sites : Chréa et Beni Ali.....62

Conclusion

BIBLIOGRAPHIE

Annexes

Depuis la fin du 19ème siècle, les principales sources de pollution sont industrielles, et caractérisées par l'émission de fortes concentrations en polluants dans l'atmosphère, qui représentent une grave menace pour la santé humaine mais aussi pour l'environnement. C'est ainsi que la pollution atmosphérique est devenue en quelques décennies un des problèmes majeures de notre société.

L'Algérie, à l'instar des autres pays, a connu au cours des dernières années, un important développement économique qui a profité à plusieurs secteurs vitaux implantés essentiellement sur le littoral et autour des grandes agglomérations urbaines. Ce développement économique n'a cependant pas toujours pris en compte la dimension environnementale. Il a généré des rejets polluants sous forme de déchets liquides, solides ou gazeux qui ont altéré les ressources naturelles, et détérioré l'hygiène du milieu et du cadre de vie**(Louadah and Alkama 2016).**

La pollution atmosphérique est le résultat des modifications de la composition chimique de l'air sous l'effet des activités humaines. Ce phénomène se manifeste sur une très grande ampleur, de l'échelle urbaine jusqu'à l'échelle planétaire, avec à chaque fois des conséquences et des risques différents pour la santé et les écosystèmes. c'est pour cela que diverses disciplines techniques et scientifiques sont concernées par les problèmes de la pollution atmosphérique. **(BELHADJ 2015)**

La biosurveillance de la qualité de l'air est un outil simple et peu couteux, complémentaire aux mesures physico-chimiques réalisées par les différents réseaux de surveillance, elle ne permet pas de connaitre la concentration de l'air en polluants, mais elle donne des indications assez précises sur les impacts potentiels que ces polluants atmosphériques peuvent avoir sur les êtres vivants **(Berrayah et *al* 2016) et ( M'hamed et al 2016).**

L'utilisation des bioindicateurs repose sur leur caractère intégrateur à l'égard des facteurs de milieu. En effet, les êtres vivants sont le reflet du milieu dans lequel ils évoluent et leurs observations au divers niveau (physiologique, cytologique ou cellulaire) de

l'organisation biologique peuvent fournir des indications concernant la qualité et les caractéristiques de milieu **(Gombert 1999) .**

Cette étude avait pour but d'évaluation la qualité de l'air par la méthode d'IQA sur SIG par étudier les bioindicateurs (les lichens), dans le Parc National de Chréa a été menée dans 03 stations différentes selon (altitude, distance de la route, type d'arbres…..).

Le mémoire de cette étude s'articule de la manière suivante :

- Le premier chapitre est consacré à la description des lichens et donne des informations sur l'utilisation des SIG et télédetèction.
- Le deuxième chapitre présente le matériel et les méthodes utilisés dans la réalisation de cette étude.
- Le troisième chapitre présente les résultats obtenus le qualité de l'air (par l'indice) et les discussions comparison des sites chréa vs Beni Ali .
- Une conclusion termine ce mémoire accompagnée de quelques perspectives.

# I. Présentation des Lichens

## I.1. Définition des lichens:

Chacun a pu remarquer, sur les troncs d'arbres, sur les roches ou sur les vieux murs humides, des taches aux contours irréguliers, de couleur verte, grise, orange ou noir. Ce sont des lichens. Ils appartiennent au règne végétal **(ANONYME, 2001).**

Après d'après discussions soulevées par la découverte de **SCHWENDER** et qui ont duré jusqu'à la fin du 18*** siècle, les botanistes se sont mis d'accord pour considérer les lichens comme végétaux complexes résultant de l'association intime et durable, autrement dit de la symbiose, d'un champignon supérieur avec un végétal chlorophyllien qui est soit une Cyanophyte, soit plus fréquemment une Chlorophyte.

Le terme lichen est d'origine grec « leikhen » qui veut dire « lécher » ceci à cause de son thalle appliqué sur le support, comme s'il le léchait. Il fut employé pour désigner une plante, la première fois au IVème siècle avant J-C par Theophraste **(Boullard, 1990).**

Les lichens sont des organismes composites formés d'un champignon et d'une algue vivante en association symbiotique. Le champignon fournit une structure qui peut protéger l'algue contre le desséchement et les conditions difficiles. L'algue synthétise et sécrète un hydrate de carbone spécifique, prélevé et utilisé comme nourriture par le champignon **(ANONYME, 2002)**

Ainsi appelle t-on "Lichens, tous les végétaux présentant une individualité bien marquée qui résulte de la symbiose d'un Eumycète avec une cyanophyte ou une chlorophyte." **(OZENDA et CLAUZADE, 1970)**

Le terme "Lichen" désigne une association d'un élément fongique et d'un élément algal Seulement il faut rappeler, qu'un lichen est biomorphose, c'est--dire une forme nouvelle qui résulte des interactions entre ces constituants. Il ne ressemble plus vraiment à l'un ou à l'autre des associés**(VAN HLUWYN et LEROND, 1993).**

Dans l'association lichenique, on donne le nom de mycobionte au champignon et de phycobionte à l'organisme chlorophyllien. Mais il est préférable, d'utiliser des termes plus corrects étymologiquement de mycosimbiote et de phycosimbiote**(Lambinon et Sersiaux, ,1983).**

Résultant de la symbiose de deux végétaux, les lichens ont naturellement des caractères rappelant ceux de leurs constituants. Ils en présentent d'autres qui leur sont bien particuliers

tantau point de vue morphologie et structural qu'au point de vue biochimique, physiologique et par suite écologique **(OZENDA et CLAUZADE, 1970).**

Le lichen est une association entre un ou plusieurs) champignon (s) et une ou plusieurs) algues unicellulaire (s). Mais, symbiose particulière, il faut que le champignon soit le maitre qui, en fait, pratique pour son confort, un élevage d'algues qu'ils ont une série d'enclos à photosynthèse**(Muniz, J. M.; Borges,et al. 2015)**

## II. Biologie des lichens

### II.1. L'appareil végétatif :

Le mycobionte joue le rôle le plus déterminant dans la morphologie et la structure du lichen. Le thalle porte les éléments nécessaires à la reproduction et est caractérisé par une grande diversité de formes et de couleurs qui définit 7 principaux types de lichens :

- Les **thalles crustacés** sont les plus communs (90 %). Sous forme de croûte, ils adhérent au substrat dans lequel ils peuvent pénétrer plus ou moins profondément (Figure 1A).
- Les **thalles foliacés** se présentent sous forme de lames ou de feuilles, plus ou moins lobées ou découpées, se détachant facilement du substrat (Figure 1B).
- Les **thalles fruticuleux** sont des thalles en lanières ou tiges plus ou moins ramifiées, dressés ou pendants et adhérent au substrat par une surface réduite (Figure 1C).
- Les **thalles complexes** ou thalles composites sont formés d'un thalle primaire plus ou moins foliacé et adhérent au substrat, sur lequel se développe un thalle secondaire dressé plus ou moins ramifié ou en forme de trompette (podétion) (Figure 1D).
- Les **thalles squamuleux** se présentent sous forme de petites squamules ou écailles pouvant se chevaucher partiellement (Figure 1E).
- Les **thalles gélatineux** sont noirs et cassants à l'état sec, ont une consistance gélatineuse à l'état humide. Ils peuvent être foliacés, squamuleux, crustacés ou fruticuleux (Figure1F).
- Les **thalles lépreux** ressemblent à de la poudre se détachant facilement du substrat (Figure 1G)**( Van Haluwyn, Asta et al. 2009).**

.



***A :Lecanora rupicola*(thalles crustacés)**

***http://commons.wikimedia.org/wiki/File:White_Rim-Lichen_%283816809864%29.jpg***



***B :Parmelia sulcata(* thalles fruticuleux)**

***http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Parmelia_sulcata.jpeg***



***C :Usnea filipendula (*thalles fruticuleux)**

**http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Usnea_filipendula_170406a.jpg**



***D :Cladonia cristatella(* thalles complexes)**

**http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cladonia_cristatella_%28British_Soldier%29**



***E :Squamarina cartilaginea*(thalles squamuleux)**

***http://www.lichens.lastdragon.org/Squamarina_cartilaginea.html***



***F :Collema subflaccidum*(thalles gélatineux)**

**http://lichens.digitalmycology.com/macrolichens/Collema.html**



***G :Lepraria incana(*thalles lépreux)**

**http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lepraria.incana2.-.lindsey.jpg**

**Figure 01 : Principaux types de thalles lichéniques.**

Tous les types de thalles présentent une structure très différente, et on peut distinguer deux catégories fondamentales de structures :

## II.1.1. Structure homéomère :

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

- Chez divers lichens gélatineux, plus spécialement les *Collema,* dont le thalle est formé d'une masse mucilagineuse incolore ou jaune clair, contenant des chaînes de *Nostoc*et des filaments fongiques.
- Chez les lichens lépreux, dont les petits granules pulvérulents sont formés chacun d'un seul hyphe enroulé contenant quelques cellules algales.
- Chez quelques genres de lichens, passant facilement inaperçus car très petits, *Spheconisca* et *Vezdaea,* le thalle, crustacé, souvent peu visible, est formé en grande partie de petits granules (1 à *10* um de diamètre) nommés algocystes (goniocystes), correspondant à un amas d'algues (cyanophycées à cellules munies d'une enveloppe gélatineuse dans *Spheconisca,* Chlorophytes du genre *Leptosira* dans *Vezdaea)* entourés chacun d'une gaine d'hyphes continue ou discontinue.

Le reste du thalle est formé seulement d'hyphes reliant les algocystes (goniocystes) entre eux et aux ascocarpes**(Clauzade, Roux et al. 1987).**

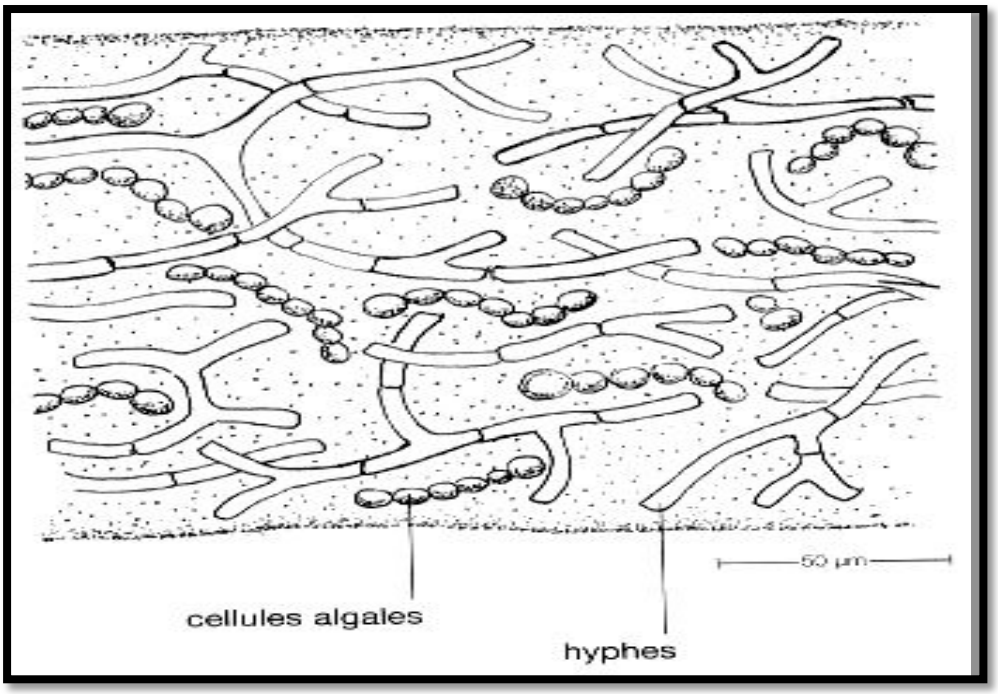



**Figure 02 :** Coupe transversale d'un thalle homéomère.
**(Boullard, 1990).**

## II.1.2. Structure hétéromère :

Bien plus fréquente, elle se distingue de la précédente par la différenciation de plusieurs couches superposées, bien visibles sur une coupe transversale

- **Cortex supérieur**, constitué seulement d'hyphes très denses, formant parfois un faux tissu celluleux (para- ou proso-plectenchyme).
- **Couche algale**, formée d'un réseau d'hyphes moins dense, dont les mailles contiennent les algues.
- **Médulle**, formée seulement d'hyphes en général très lâches, sauf dans la partie axiale du thalle des Usnées, où elles sont au contraire très serrées, parallèles à l'axe du thalle et constituent le cordon axial.

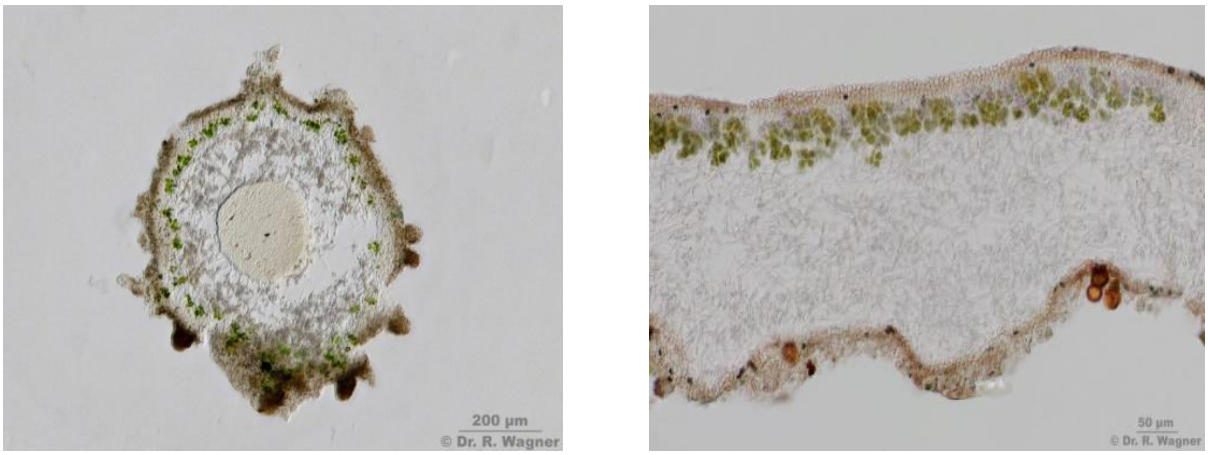
Thalle formé de couches anatomiquement différentes pouvant être superposées dans la structure stratifiée ou concentriques dans la structure radiée :

❖ **Structure hétéromère stratifiée**

Chez la plupart des thalles foliacés est un petit nombre de thalles fruticuleux principalement *Evernia prunastri* et chez quelques thalles crustacés**.**

❖ **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 **(Ozenda etClauzade, 1970)**.




***Usnea intermedia*** ***Nephroma laevigatum***

**(A)** **(B)**

**Figure 3 :** Coupes transversales de lichens observés au microscope optique (x 400).
(A): radié; (B): stratifié

**Source** :http://www.dr-ralf-wagner.de.

La transition entre structure homéomère et hétéromère est observable dans certains thalles gélatineux, ex : *Leptogium,* dont la structure se distingue de celle de *Collema* par la présence, sur les deux faces ou seulement sur la face supérieure, d'un cortex entièrement celluleux bien visible sur un simple écrasement d'un fragment de thalle**(Clauzade, Roux et al. 1987).**

## II.2. Les principaux organes portés par le thalle

Le thalle porte différents types d'organes à sa surface (figure 4). Ces organes ont différentes fonctions. Nous les découvrirons ci-dessous car ils aident à la détermination des différentes espèces de lichens.

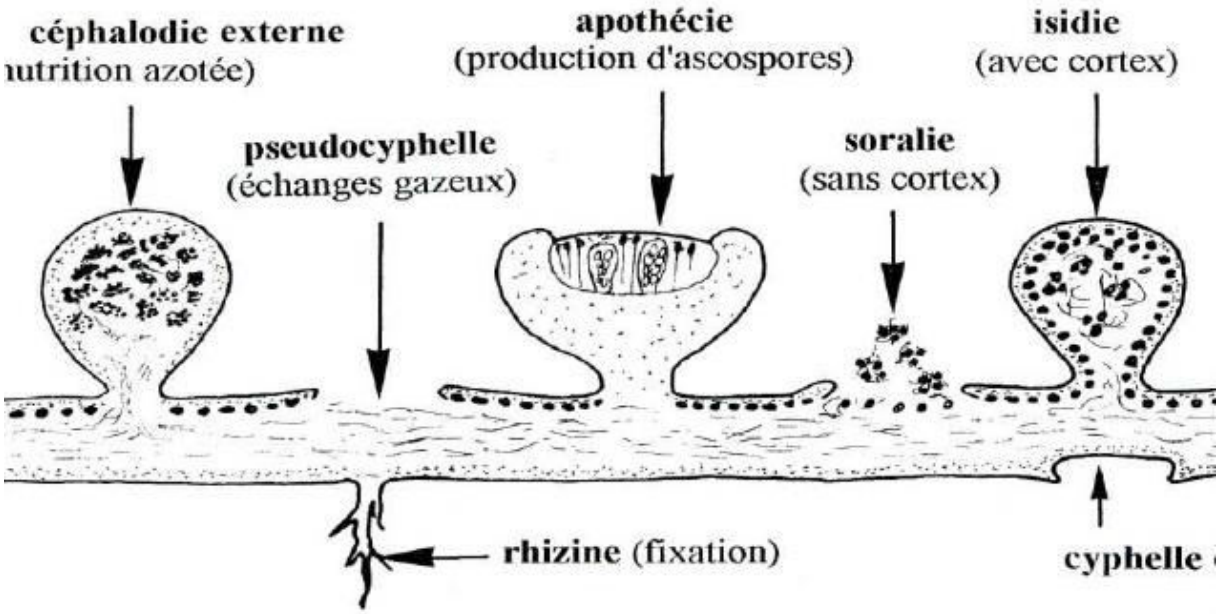



**Figure 4** : Les organes portés par le thalle d'après **J.P GAVERIAUX** Les lichens et la bioindication de la qualité de l'air CCRDP de l'Académie d'Amiens.

- **Les cils**

Le cil est une prolongements des hyphes se trouvant sur la **face supérieure** du thalle.

- **Les rhizines**

La rhizine est un organe de fixation des lichens formés par un prolongement d'hyphes à la **surface inférieure** du thalle.

- **Pseudocyphelles**

La pseudocyphelles est une petites ouvertures à la surface du thalle. Elles permettent les échanges gazeux avec l'atmosphère.

- **Apothécie**

L'apothécie une structure de coupe,de cratère **.**C'est la fructification la plus courante,elle produit des spores (uniquement le champignon).

- **soralie**

La soralie présent l'espect d'un amas granuleux le plus souvent d'une couleur différente de celle du thalle(absence du cortex). Elle est constituée des petite boules (soridies), véritables lichens en miniatures. Les sorédies ne prennent pas naissance isolément à la surface du thalle, mais en groupes appelés soralies,d'aspect granuleux ou pulvérulent .Très légères, les sorédies

sont facilement transportés par le vent, la pluie ou les insectes et permettent une dissémination lointaine de l'espèce pour donner des nouveaux thalles.

- **Isidie**

L'isidie est une excroissance dressée, simple ou ramifiée de même couleur que le thalle (car recouvert du cortex). Plus lourds que les soralies ,les isidies ne peuvent pas être transporté au loin par le vent. Ces sont des petites boutures qui assurent la colonisation sur place du substrat.

- **poils**

Les poils sont constitués par les extrémités libres d'hyphes appartenant au cortex ou, en l'absence de celui-ci, à la médulle. On les rencontre chez les lichens foliacés sur les deux faces du thalle. On parle de pubescence lors que les poils sont courts, droits et peu serrés ; et quand ils sont longs, incurvés on parle de tementum.

## II.3. La Reproduction des lichens :

Les lichens sont capables de se reproduire selon deux modes :

- soit par reproduction végétative,
- soit par reproduction sexuée (rencontre des spores fongiques avec un photobionte).

Chez la majorité des lichens, la reproduction sexuée est très largement prédominante ; par exemple, 90 % des lichens de Grande Bretagne et d'Irlande produisent des organes reproducteurs, alors que seuls 29 % se reproduisent par fragmentation **(Murtagh *et al.*, 2000)**. La reproduction asexuée ou végétative est effectuée par dispersion de fragments de thalles ou d'organes spécialisés comme les isidies ou les sorédies (Figure 6) **(Büdel et Scheidegger, 1996)** :

- Les **isidies** sont de petites excroissances formées d'algues et de champignons, protégées par le cortex (par exemple, chez *Pseudevernia furfuracea*).
- Les **sorédies** : chez certaines espèces (*Imshaugia aleurites* par exemple), le bord des lanières du thalle est parsemé de tâches farineuses ou soralies. Au niveau de chacune, le cortex du thalle est interrompu et laisse échapper de petits amas, les sorédies, formées d'algues et de filaments mycéliens.

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




**Figure 5 :** Isidies de *Pseudevernia furfuracea* (L.) Zopf (à gauche) et sorédies de *Imshaugia aleurites* S.L.F. Meyer (à droite)
**Source** : http://www2.ac-lille.fr/myconord/photos_afl/Photos_AFL_C.htm.

Etant donné que l'algue se divise uniquement par mitoses, le champignon est le seul à assurer la reproduction sexuée, et forme donc l'organe reproducteur (l'ascome chez les Ascomycètes et le basidiome chez les Basidiomycètes). Les basidiomes sont de petits champignons à lames, semblables à ceux qui ne sont pas lichénisés, tandis que les ascomes se présentent sous forme d'apothécies ou de périthèces (Figure 6).

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

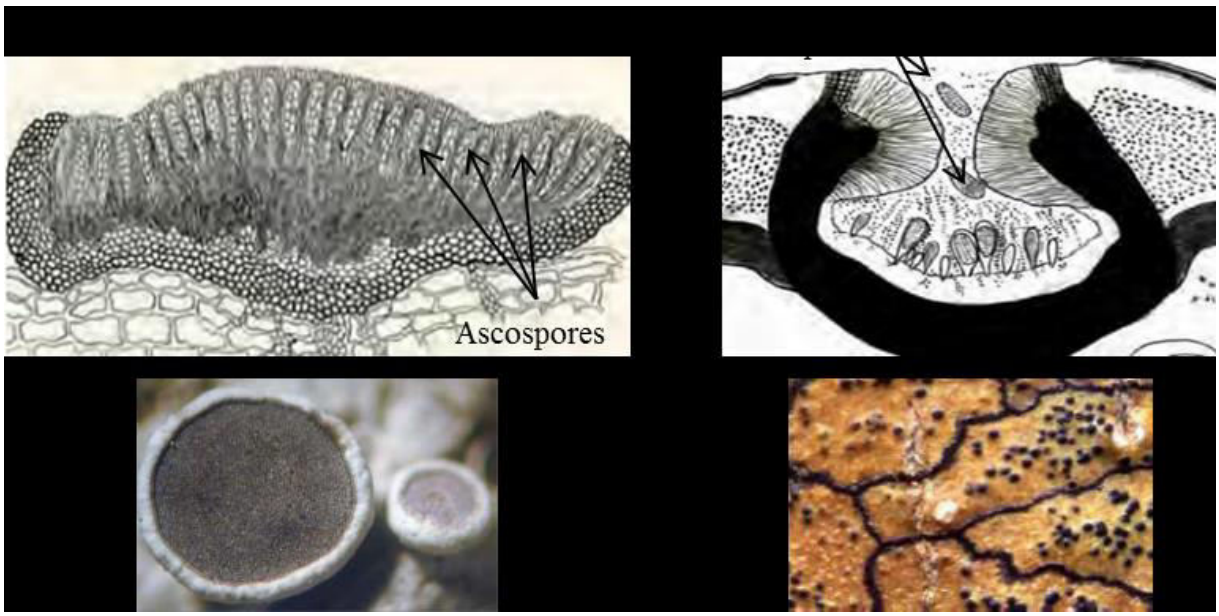



**Figure 06** :coupe d'apothécie et photographie des apothécies de Physcia Leptalea (à gouche) ;coupe de périthèce et photographie des périthèces de Pyrenula chlorospila(à droite) .

**(source :fille:///c:/Users/J206/Downloads/ENS_2011_Lichens_web.pdf)**.

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

## II.4. Développement et croissance :

Les lichens peuvent se propager de deux manières :

- Soit par dissémination de fragments de complexe lichénique.
- Soit par dissémination de champignon à l'aide de ses spores **(AKKA et AZZI, 2013)**.

Les lichens se développent sur des substrats très variés en fonction de leurs caractéristiques propres. On peut les rencontrer souvent sur les écorces, les rochers, la terre ou encore sur les tuiles, le béton, les métaux, le verre, le cuir, les os ou le carton. Le type de substrat peut influer sur la structure du thalle. Les lichens crustacés présentent une structure différente selon qu'ils croissent sur des rochers calcaires, sur le sol ou sur les feuilles, le bois ou 1' écorce **(Bouziane, 2006).**

La croissance des lichens est extrêmement lent ,mais elle est essez variable, selon les espèces et les condition climatique .le plus souvent la croissance annuelle est de l'ordre du millimètre (quelque millimètre chez les jeune thalles ),et elle diminue avec l'âge , mais elle peut exceptionnellement atteindre quelques décimètre par an ,chez des lichens fruticuleux en climat chaude et humide .Elle peut aussi devenir presque nulle ,au point qu'aucune modification n'est visible en l'espace d'une vingtaine d'année **(RAHMA, 2004)**

La vitesse d'accroissement dépend de l'espèce, généralement lente, elle est de l'ordre de 10-15 mm par an pour certaines espèces (*Certraria islandica*) **(AKKA et AZZI, 2013).**

## II.5. Constituants de lichens champignons et algues :

Au sein du lichen, le champignon joue un rôle important dans la morphologie et assure la reproduction sexuée, par la production de spores. Près de 18 500 espèces de lichens sont décrites**(Feuerer et Hawksworth, 2007)** et dans 99 % des cas, le mycobionte fait partie des ascomycètes ; le lichen est alors appelé ascolichen. Les spores internes sont formées dans des asques et sont libérées par rupture du sommet de l'asque ou par désintégration de la pa**(Haluwyn, Asta et al. 2009).** Lorsqu'il s'agit d'un basidiomycète, le lichen est nommé basidiolichen et les spores sont formées à l'extérieur de cellules fertiles appelées basides.

Le photobionte apporte, par le biais de la photosynthèse, la matière organique. Dans 90% des cas, il appartient à la classe des chlorophycées (ou algues vertes), représentées principalement par le genre unicellulaire *Trebouxia* et le genre filamenteux *Trentepohlia* (Figure 5).

La plupart possède des cellules à noyau avec un chloroplaste et des grains d'amidon. Les cellules de *Trentepohlia* contiennent des gouttelettes lipidiques de carotène mais pas de grains d'amidon. Les cyanobactéries (anciennement appelées algues bleues) interviennent chez environ 10 % des lichens, les genres *Nostoc* et *Scytonema* étant les plus communs (Figure 5). Les cellules sont dépourvues de noyau, forment des chapelets et ont une coloration bleu vert due à la présence de chlorophylle et de phycocyanine **(Van Haluwyn *et al.*, 2009).**



**Figure 07 : Principaux genres d'algues présents dans les lichens (de gauche à droite) : *Trebouxia* et *Trentepohlia* (algues vertes), *Nostoc* et *Scytonema* (cyanobactéries).**

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

**II.6. Symbiose lichénique :**

par le botaniste allemand de Bary en 1879 Le terme de symbiose a été crée pour caractérisé l'association entre l'algue et le champignon dans l'organisme des lichens **(Haluwyn et Lerond, 1993).** Donc La symbiose lichénique C'est une vie communautaire de deuxêtres vivants qui utilisent, sans se nuire, les propriétés spécifiques du partenaire. Le lichen est une association entre un champignon et une algue microscopique.

Les lichens sont des organismes symbiotiques associant un champignon à une algue. Ils sont utilisés depuis plusieurs décennies pour évaluer la qualité de l'air. Tentons de comprendre pour quelles raisons ces organismes vivants sont de bons témoins de la pollution atmosphérique**.**

Les lichens sont issus d'une symbiose entre un champignon appelé mycobionte ou mycosymbiote, en majorité un Ascomycète, et une algue appelée photobionte ou photosymbiote. Dans 90 % des cas, le photobionte est une algue verte (chlorolichens), alors qu'il s'agit d'une cyanobactérie (cyanolichens) dans les 10 % restants. Ces deux partenaires sont indispensables au bon fonctionnement de leur association. L'algue synthétise la matière organique à partir du dioxyde de carbone ($CO_2$) de l'air et du rayonnement solaire (photosynthèse). En contrepartie, le champignon prélève dans le milieu l'eau et les sels minéraux indispensables à la symbiose lichénique. Les éléments nutritifs n'étant pas puisés dans le substrat, les lichens ne sont donc pas néfastes au développement de l'arbre. Le partenaire fongique est également responsable de l'ancrage de la structure et protège l'association lichénique des rayonnements ultraviolets trop agressifs et de leurs possibles effets délétères**.**

La symbiose lichénique (champignonetalgue) nécessite une relation étroite entre les deux partenaires pour le bon déroulement des fonctions biologiques : développement, nutrition ou encore reproduction. Débutons par quelques notions de biologie pour mieux comprendre ces organismes.**(AGNAN, 2016).**

## II .7. Ecologie des lichens :

Chaque espèce de lichen a besoin, pour se développer, de conditions écologiques particulières. Certains lichens poussent uniquement sur un substrat acide (roche, écorce, …).

Les lichens sont donc présents dans le monde entier et en fonction de certains critères tels que la nature du substrat on peut les classer :

- Les **lichens saxicoles** se développent sur la roche.
- Les **lichens corticoles** se développent sur l'écorce des arbres.
- Les **lichens lignicoles** se développent sur le bois mort.

Dans le cadre de ce travail, ce sont les **lichens corticoles** qui vont nous intéresser(**Gregory et Dimijian 2003**).

## II.7.1. L'influence des facteurs abiotiques

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

**b. La lumière :** Les lichens sont tous des végétaux héliophiles; seule une minorité d'espèce, comprenant presque exclusivement des lichens à cyanophycées, préfèrent les habitats ombragés, par exemple sous couvert forestier. Pour tous les autres lichens, la richesse tant en espèces qu'en individus 40 augmente avec la luminosité des stations, comme on l'observe pour les roches ou les troncs d'arbres isolés.

Les lichens ont 4 à 10 fois moins de chlorophylle que les plantes a poids égal, c'est une nécessité pour eux d'avoir des exigences en lumière plus grandes**.**

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

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

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

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

18heurs et d'autre part d'autre échantillons ont résisté plus de 30 minute à une température égal à 100°C.

**Le substrat :** le développement des lichens est favorisé dans les endroits extrêmement variés, quelles que soient l'altitude et la latitude. Les lichens sont plus ou moins dépendants de leur support suivant le type morphologique et leur taille. Cette dépendance est naturellement plus étroite pour les lichens crustacés, alors qu'elle est beaucoup moins grande pour les lichens foliacés et encore moindre pour les Lichens fruticuleux, notamment lorsqu'ils ne tiennent au support que par une surface très réduite.

- ✓ Les facteurs mécaniques et physiques : dureté et hétérogénéité de la roche, structure histologique et porosité des écorces. Ces facteurs conditionnent d'une part la pénétration du thalle dans le support, d'autre part l'économie de l'eau
- ✓ Les facteurs chimiques : dont les primordiaux sont la réaction ionique et la teneur en matière azotée **(Ozenda et Clauzade, 1970).**

## II.7.2. L'influence des facteurs biotiques

Les groupements lichéniques montrent des phénomènes de compétition entre diverses espèces de lichens, ou bien avec les groupements de bryophytes ou d'algues. Les lichens hébergent souvent des champignons parasites spécifiques (dits lichénicoles), et plusieurs lichens sont parasites d'autres lichens.

- La concurrence vitale entre les lichens eux-mêmes (succession des espèces crustacées, foliacées et fruticuleuses) **(Wolf, 1993).**

-La concurrence vitale, qui s'exerce entre les lichens eux-mêmes et aussi entre les lichens et les autre plantes **(Ozenda et Clauzade, 1970).**

- L'influence de la végétation de Bryophytes et de plantes vasculaires qui modifie localement les conditions climatiques et substratiques, créant des microclimats et des micros stations **(Wolf, 1993).**

## II.8. Ethnolichénologie

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).**

### ➢ Usages alimentaires

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

Dans l'alimentation humaine, le « lichen d'islande » ou *Cetraria islandica*, est utilisé d'une manière assez régulière, dans les pays nordiques, sous forme de farine de valeur énergétique satisfaisante en pâtisserie ou par la fabrication de pain pour diabétique **(Ozenda et Clauzade, 1970)**.

Actuellement au japon, diverses espèces d'*Umbilicaria* sont consommées soit crues en salade, soit cuites dans la graisse.

Dans l'alimentation des animaux, les *Cetraria* et les et les *Cladonia* sont les plus utilisés surtout dans le grand Nord où *Cladonia rangiferina* constitue la nourriture d'hiver des rennes et des caribous **(Mc keever, 1960, Maser *et al*. 1985 ; Rominger et Oldemeyer, 1989).**

- **Usages médicinaux**

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.

Actuellement, les recherches laissent entrevoir un nouvel essor de l'utilisation thérapeutique des lichens avec la mise en évidence de propriétés antitumorales **(Van Haluwyn et Lerond, 1993).**

- **Usages industriels**

## -Teintures

Par leur substances chimiques, beaucoup d'espèces fournissent des teintures de haute qualité, leur emploi est cependant en régression par suite de la concurrence des colorantssynthétiques, tinctoriales telles que : *Pertusaria dealbata* et *Ochrolechia tartarea* et ce pour colorer la laine **(Encyclopedia Universalis, 1998).**

## -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)**.

## -Parfumerie

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

Le lichen d'Islande (*Cetrariaislandica*) qui était utilisé en cas de douleurs gastriques possède des sucres polymérisés qui peuvent expliquer cetteaction par un effet protecteur des muqueuses mais aussi d'autres molécules qui inhibent une bactérie, *Helicobacter pylori*, souvent impliquée dans les ulcères de l'estomac

- **Usage comme indicateurs de conditions de milieu**

Aujourd'hui on précise qu'ils sont des « bio-indicateurs ».Pour les lichénologues actuels, l'une des utilisations des lichens, tout à la fois récente et riche en informations, est le fait qu'ils soient un matériel de choix pour la bio-indication des pollutions.

- **Utilisation des lichens comme bio indicateurs de pollutions atmosphériques**

Depuis des années, les lichens sont utilisés dans la bio indication afin d'étudier la pollution atmosphérique engendrée par les métaux lourds **(Nieboer et Richardson, 1981)**. Leur capacité spécifique pour absorber et accumuler ce type de polluants dans l'air associée à leur longévité et leur résistance au stress environnemental les ont rendus appropriés pour l'étude et l'évaluation de la qualité de l'air **( Maizi N ;2013).**

## II.9. la différence entre les végétaux et les lichens :

**Tableau 01 :** déférences fondamentales des lichens avec végétaux supérieurs.

| **VEGETAUX** | **LICHENS** |
|---|---|
| Feuilles recouvertes d'une cuticule protectrice et imperméable | Pas de cuticule Contact direct avec l'atmosphère |

| | |
|---|---|
| Pas d'activité l'hiver | Actif toute l'année après chaque pluie |
| Puisent l'eau et les sels minéraux dans le sol | Alimentation sous la dépendance de l'air et de l'eau de pluie |
| Stomates des feuilles capables de se fermer aux agents polluants | Absence de système de régulation des entrées et des sorties |
| Reproduction par graines protégées d'une enveloppe coriace Pas de contact avec les polluants de l'air | Reproduction par des structures aériennes sorédies, isidies, spores, ayant un contact immédiat avec les polluants de l'air |
| Germination des graines dans le sol Pas de contact avec les polluants de l'air | Hyphes issus de la germination immédiat au contact de l'air |
| Croissance rapide | Croissance lente |

**Source: (Gavériaux 1996) et (Haluwyn and Lerond 1993)**

# I. Utilisation des SIG :

## III.1. Définition :

Le S.I.G. rassemble les informations, les unifie et les intègres et place les anciennes informations dans un nouveau contexte**(Dangermond, 1989).**

Un système informatique géographique est crée pour permettre le stockage, la gestion et l'affichage de données à géoréférencer en vue de l'aide à la prise de décision, Pour plus d'information on peut consulter **(Laurini et Thompson, 1992).**

## III.2. Intérêts de l'utilisation des SIG dans la biosurveillance :

Les SIG sont dynamiques et nous permettent le suivi de différents phénomènes environnementaux dans le temps et dans l'espace. Ils représentent une autre possibilité de mise à jour en continu. Plusieurs études de biosurveillance de la qualité de l'air utilisent les S.l.G. pour la réalisation des cartes d'isopollution**(Estrabou, Filippini et al. 2011)** en Argentine, **(Samsudin, Din et al. 2012)**en Malaisie. **(Poikolainen et al. 1998 in Khelil K).** elles ont montré la pertinence de l'utilisation des S.I.G. dans la cartographie et les analyses de la distribution spatiale de la qualité de 1'air **(Estrabou, Filippini et al. 2011; Bustamante, Monge-Nájera et al. 2013) .**

Les cartes établies avec les indices de pureté de l'atmosphère traduisent avec une très bonne fidélité les valeurs relatives de pollution atmosphérique et ses variations géographiques. Ceci

a été montré à plusieurs reprises en comparant les zones d'isopollution déterminées par le calcul de l'I.P.A. et la zonation établie à partir des mesures physico-chimiques.

Un avantage de cette méthode est la possibilité de l'appliquer à des relevés anciens et de comparer la carte de la pollution actuelle avec celle de la pollution antérieure.**(Deruelle 1978)**

d'après Fredrik et al, Les cartes de la pollution traduisent l'état de la pollution pour une région à un moment donné, nécessaire à l'élaboration des projets d'aménagement des régions. Le modèle de pollution élaboré sur S.I.G. donne une bonne corrélation avec les occurrences des problèmes de santé dus à la pollution atmosphérique . L'étude de TaChien et al. (2009) ont démontré la faisabilité de l'approche spatio-temporelle pour le suivi de l'impact de la pollution de l'air sur le nombre de visite des asthmatiques enregistrés **(Ghennam 2017)**.

## III.3. Cartographie :

La cartographie a pour but la représentation de la Terre ou d'une autre planète sous une forme géométrique et graphique grâce à la conception, la préparation et la réalisation de cartes. La cartographie est à la fois une science, un art et une technique.

• C'est une science, car ses bases sont mathématiques, notamment en ce quiconcerne la détermination de la forme et des dimensions de la Terre puis le report de la surface courbe de la Terre sur un plan (la carte) grâce au système des projections et enfin l'établissement d'un canevas planimétrique et altimétrique. L'enjeu est la précision et la fiabilité de la carte **(Poidevin, 1999).**

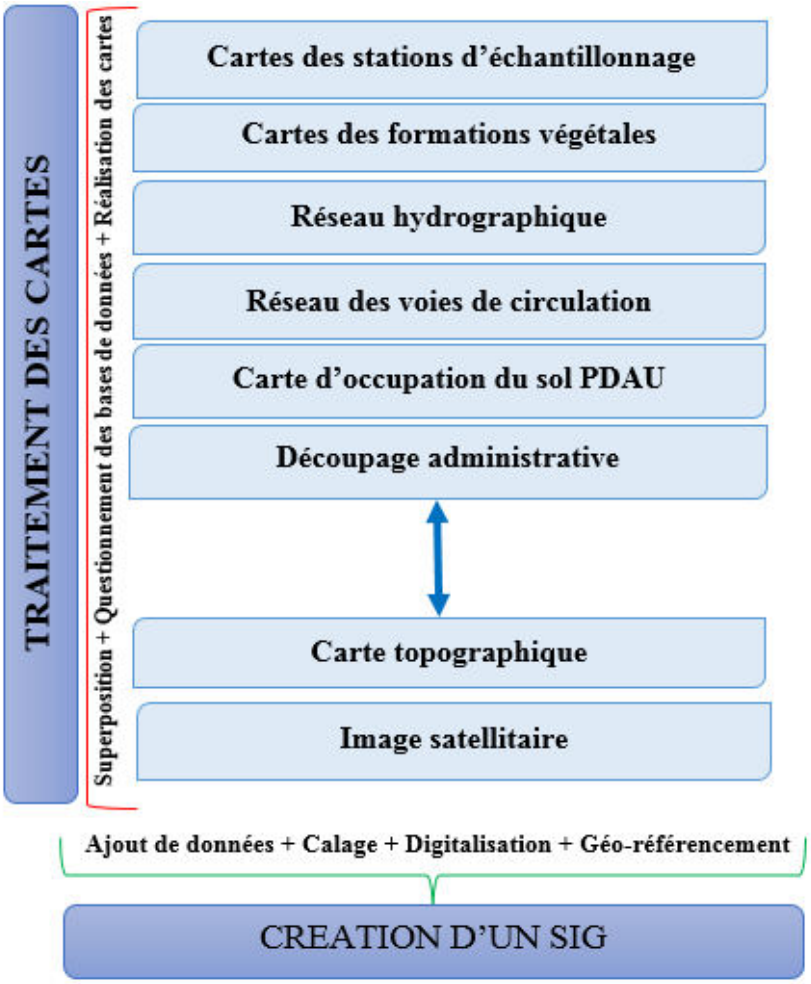



**Figure 08 : Démarche de la réalisation de la cartographie sur SIG.(Ghennam.2017)**

## III.4. Télédétection :

## Qu'est-ce que la télédétection ?

«Cest l'ensemble des connaissances et techniques utilisées pour déterminer descaracteristiques physiques et biologiques d'objets par des mesures effectuées à distance, sansaucun contact matériel avec ceux-ci ». **( Boulerie, 2008).**

Elle a pour rôle de fournir des informations sur les paysages sous la forme de données images en utilisant le rayonnement électromagnétique comme véhicule de ces informations **(Marc Robin ,2002).**

### III.4.2 Autres définitions:

La télédétection est une technique qui permet de détecter à distance, sous forme de photographies, d'enregistrement donnant lieu à des images, ou de profils, les variations d'absorption, de réflexion et d'émission des ondes électromagnétique **(ZAOUI, 2013).**

« La télédétection est la technique qui, par l'acquisition d'images, permet d'obtenir de l'information sur la surface de la terre sans contact direct avec celle-ci. La télédétection englobe tout le processus qui consiste à capter et à enregistrer l'énergie d'unrayonnement électromagnétique émis ou réfléchi, à traiter et à analyser l'information, pour ensuite mettre en application cette information. » **(Le Maire, Davi et al. 2005) .**

**Tableau 02 : Domaines de la télédétection.**

| **Domaines** | **Exemples d'applications** |
|---|---|
| Geosciences | Géologie, pédologie, géomorphologie... |
| Météorologie | Vitesses des vents, précipitations, températures, détection des cyclones, orages... |
| Océanographie | Couleur de l'eau, turbidité, hauteur des vagues, courant marin, phytoplancton, pollution marine... |
| Foresterie | Couverture forestière, santé des forêts, impacts après ouragans... |
| Cadastre / Urbanisme | Couverture du sol, urbanisation, contrôle des autorisations (piscines, zones bâties...) |
| Agriculture | Identification des plantations, évaluation de la production... |
| Environnement | Etudes d'impact, détection des changements... |
| Biologie / Ecologie | Classification des types de végétaux, étude du corail, cartographie des habitats... |
| Télécommunication | Carte de répartition des antennes de téléphonie mobile... |
| Hydrologie | Comportements de l'eau à la surface du sol et dans le sol, cycle de l'eau... |
| Archéologie | Cartographie des sites archéologiques |
| Santé | Prévision des épidémies, relations avec les changements globaux... |

| | |
|---|---|
| Humanitaire | Pré-alerte de famines : réfugiés (camps)... |
| Catastrophes environnementales | Feux de forêts, éruptions volcaniques, sécheresses, marées moires... |
| Changements globaux | Désertification, variation climatiques, compositions de l'atmosphère... |

**Source : (ABDELBAKI, 2012)**

## II. Cartographie des lichens comme bio indicateur :

Le monde végétal, animal et minéral est plus ou moins sensible à la pollution atmosphérique. Les lichens et plus particulièrement les lichens épiphytes, dont la nutrition est 63 étroitement tributaire de l'atmosphère, sont des végétaux qui réagissent à des doses infimes de polluants **(Deruelle et Lallement, 1983).**

L'objectif à atteindre est de cartographier la pollution atmosphérique sur les trois départements de l'Académie de Lyon par l'utilisation des lichens comme bio-indicateurs. Il s'agit donc de reporter sur un extrait de carte, de superficie définie, un symbole de couleur correspondant à un indice de qualité de l'air mesuré grâce à la méthode, dite de Kirschbaum et Wirth.

Une des utilisations très répandue des lichens est leur capacité à « révéler les pollutions ». En effet, ils sont de véritables sentinelles de l'environnement car ils développent rapidement des réactions physiologiques et cellulaires en relation avec les stress environnementaux. Contrairement aux plantes, ils n'ont ni cuticule protectrice, ni stomate, ce qui augmente les échanges des lichens avec l'air ambiant**(Häffner, Lomský et al. 2001).**

Les lichens sont dépourvus de systèmes de contrôle des entrées et des sorties, ils n'ont pas de stomates pour contrôler les échanges avec l'atmosphère. De même, ils ne possèdent pas de structure leur permettant de limiter les effets de la pollution atmosphérique (Deruelle et al, 1999).Leur disparition est considérée donc comme un signe de la pollution **(Dajoz, 1985).**

Les espèces de lichens sensibles à la pollution sont utilisées comme bioindicateurs **(Gombert, Asta et al. 2006)** , leur présence ou leur disparition étant un signe de bonne ou de mauvaise qualité de l'air, des sols ou des rivières. Les lichens dont le photobionte est une cyanobactérie (du genre Nostoc par exemple) ou une algue verte du genre Coccomyxa sont

connus pour être plus sensibles aux métaux que ceux dont le photobionte est une algue verte du genre Trebouxia **(Guschina et Harwood, 2006)**.

Les lichens les plus résistants sont capables d'accumuler les polluants ; ce sont des bioaccumulateurs. Cette capacité accumulatrice des lichens est utilisée en diagnostic et concerne en particulier le dioxyde de soufre, le fluor, les éléments-traces métalliques, les radioéléments et les polluants organiques (**VAN HALUWYN, 1999)** et **(Purvis, 2014)**. Des travaux réalisés sur le lichen Diploschistes muscorum, hyperaccumulateur de zinc, mettent en évidence la formation de complexes stables de ce métal avec l'acide oxalique ainsi qu'avec les substances lichéniques . Ce phénomène de complexation a également été observé pour le plomb, le cuivre et le cadmium **(Chatenet et Botineau, 2001**). Une autre étude réalisée sur Trapelia involuta montre que ce lichen est capable de piéger l'uranium dans les parties externes de ses fructifications **(McLean, Mahler et al. 1983**).

# I. Présentation de la zone d'étude :

## I.1. Historique :

C'est en 1912,sous l'impulsion de la société d'histoire naturelle de l'Afrique du nord, que fût projetée l'idée de création du parc national de Chréa (PNC).le parc fut créé autour de la station estivale de Chréa fréquentée par une population importante de visiteurs en quête de repos , de loisirs et de détente .Le 03 septembre 1925,le parc national de Chréa est constitué par arrêté gouvernemental pris en application de l'arrêté général du 17 Février 1921 fixant le statut type des parcs nationaux en Algérie .Il renfermait alors l'ensemble de la forêt de cèdre ,couvrant prés de 1351 ha. Après l'indépendance et en application du décret n°83-458 du 23.07.83, portant statut-type des parcs nationaux en Algérie, le parc national de Chréa est de nouveau crée par décret n°83-461 du 23.07.83.Il porte sur une superficie de 26507 ha dégagée d'après une étude réalisée par le bureau National des etudes forestières (BNEF).

Il a été crée notamment dans le but de conserver la nature et de préserver ses sites remarquables et leurs ressources biologiques contre toute atteinte et dégradation. Doté de la personnalité civile et de l'autonomie financière, le Parc National de Chréa étant au demeurant connu par sa station hivernal fort fréquentée par plusieurs milliers de personnes chaque année, est chargé :

- de veiller sur la conservation de la faune, de la flore, du sol, du sous-sol, des eaux, de l'atmosphère, des gisements de minéraux et de fossiles, et en générale de tout milieu naturel présentant un intérêt particulier à préserver.
- De préserver ce milieu contre toutes les interventions artificielles et les effets de dégradation naturelle susceptibles d'altérer son aspect, sa composition et son évolution.
- D'initier et de développer, compte tenu des grandes capacités bio-écologiques existantes, toutes activités de loisirs et sportives en rapport avec la nature et ce, en relation directe avec les autorités et organismes concernés.
- D'implanter, toujours en relation avec les autorités et organismes concernés, les infrastructures touristiques nécessaires dans la zone périphérique.
- D'observer et étudier le développement de la nature et l'équilibre écologique en général.
- De coordonner toutes les études entreprises au sein de son territoire
- De participer à toutes les réunions scientifiques, colloques et séminaires se rapportant à son objet.

## I.2. Situation géographique :

Le parc National de Chréa se dresse à une cinquantaine de Kilomètres au sud-ouest d'Alger. Il se situe entre les longitudes E 2° 38'-3° 02' et entre les latitudes N 36° 19'-36° 30'. Il s'étend sur le versant nord et sud de l'Atlas Blidéen. Vers le nord, il domine la plaine de Mitidja, les collines de Sahel ainsi que les monts du Chénoua et la mer méditerranée .

Le parc National de Chréa se présente comme une barrière rocheuse dont les limites sont constituées par les lisières des forêts ou de lignes de crêtes et par une multitude d'oued dont les principaux sont Oued Chiffa, Oued Kébir, Oued Moussaoud et Oued Méktâa **(BENSAADA 1986)**.

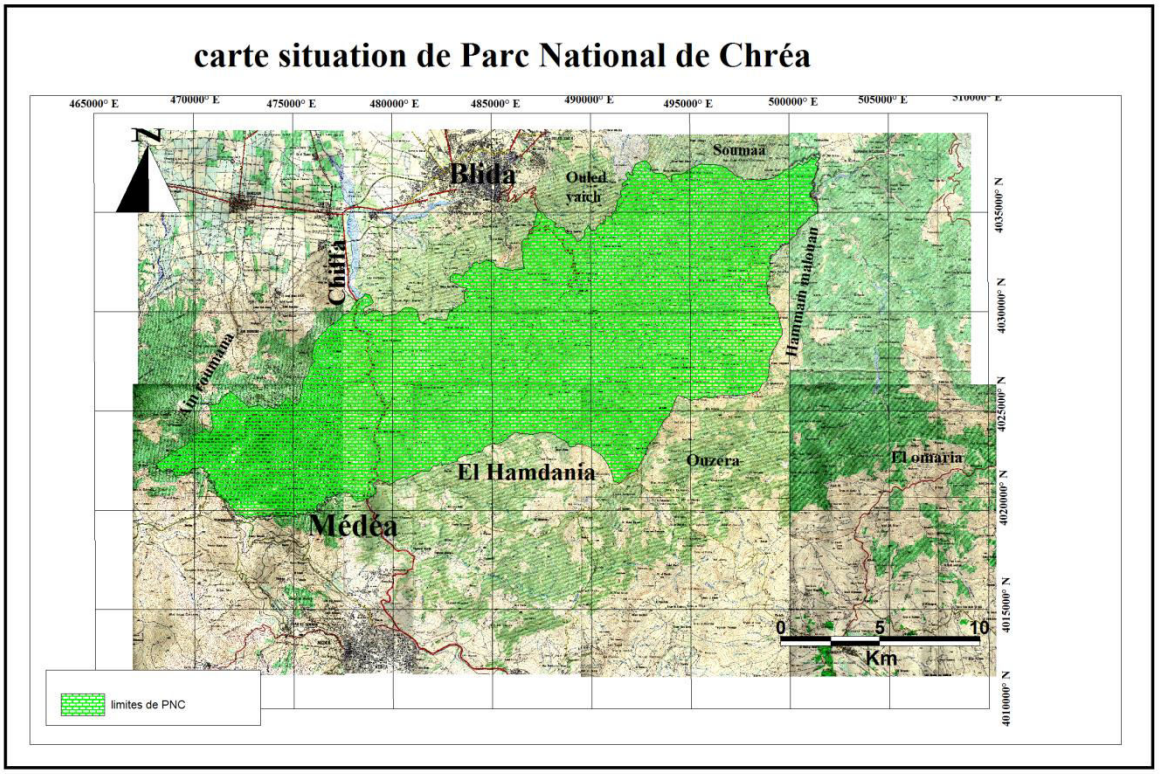



**Figure 09 : Carte situation de Parc National de Chréa(réalisé par SIG)**

## I.3. Situation administrative :

Le P.N.C chevauche sur le territoire de 03 wilayas : Blida au Nord Est (17 857 ha soit 67,7% de la surface totale), Médéa au Sud (8 650 ha soit 32,6%) et Aïn Defla à l'Ouest (80 ha soit 0,3%), et regroupe au total 12 communes, dont Chréa entièrement intégrée dans son territoire**(Bazi 1988)**.

## I.4. Aspect pédologique :

Les caractéristiques de l'Atlas Blidéen ont été données par **(Faurel 1947)**et **NEDJAHI(1988).** Dans l'ensemble, ces auteurs classent les sols de la Cédraie de Chréa au type brun au forestier, ces sols sont peu épais et présentent en général deux horizons :

- **l'horizon A0 :** de structure lamelleuse, de couleurbrun très sombre ne dépassant pas 10 cm, caractérise par une grande quantité de matière organique mal composé avec un rapport de C/N élevé (25à30). Cet horizon est nettement plus mince en versant sud **(Nedjahi, 1988).**
- **L'horizon A1 :** de couleur brun forestière, présente une bonne activité biologique, son épaisseur varie de 5 à 40 cm, il est caractérisé par un rapport C/N (environ de 10). L'analyse granulométrique montre que ces sols sont souvent de texture sablo limoneuse.

Du point de vue chimique ces sols sont toujours décalcifiés même si la roche est calcaire **(Faurel, 1947).**

En forêt le pH est voisin de neutralité (environ 7). Par contre, les pentes fortes et sommets dénudés ont un sol maigre ou les affleurements de schistes prédominants formés par un horizon unique de quelques centimètres d'épaisseur reposant directement sur la roche mère **(Faurel, 1947).**

## I.5. le relief :

Le caractère montagneux est nettement marqué au niveau du massif de Chréa qui fait partie de l'Atlas Blidéen dont les points culminants sont Chréa (1550m), Djebel Mouzaia (1600m) et le pic de Sidi Abdelkader(1629m).

Le massif de Chréa présente également une grande variabilité topographique avec des pentes qui peuvent être localement très prononcées, en plus de terrains en pente il existe plats et replats.

## I.6.Le climat

Le climat du parc est généralement de type méditerranéen humide, à hiver pluvieux doux et étés chauds et secs ou l'ambiance montagnarde domine bien la vie et les paysages. C'est un climat conditionné par l'altitude, l'exposition des versants et l'orientation des reliefs (nord-est, sud-est, sud ouest), captant toutes les influences maritimes chargées d'humidité. De par sa

situation biogéographique, le parc national de Chréa est par ailleurs un lieu ou Co-évoluent deux ambiances climatiques engendrant, l'une sous l'influence maritime et l'autre sous l'influence présaharienne, une distribution végétative très diversifiée, répartie dans l'espace du parc selon une zonation altitudinale **(PNC,2014).**

## I.6.1. Données climatiques

Pour faire une synthèse climatique de cette zone, nous avons travaillé avec une série climatique sur 25 ans de la station de parc national de Chréa (PNC) (1990 /2015), Fournie par l'ONM (Office National de la Météorologie).

### I.6.1.1. La température

D'après le tableau des valeurs des températures mensuelles enregistrées au niveau de la station pour la période (1990/2015) d'après ONM (Office National de la météorologie) : La température minimale du mois le plus froid correspond au mois de janvier avec une température de 0.41°C. La température du mois le plus chaud correspond au mois de juillet avec une température maximale de 27°C. Quant aux températures moyennes mensuelles, elles sont de 18.95°C pour le mois de aout (maximal). (Annexe I ; tableau 01).

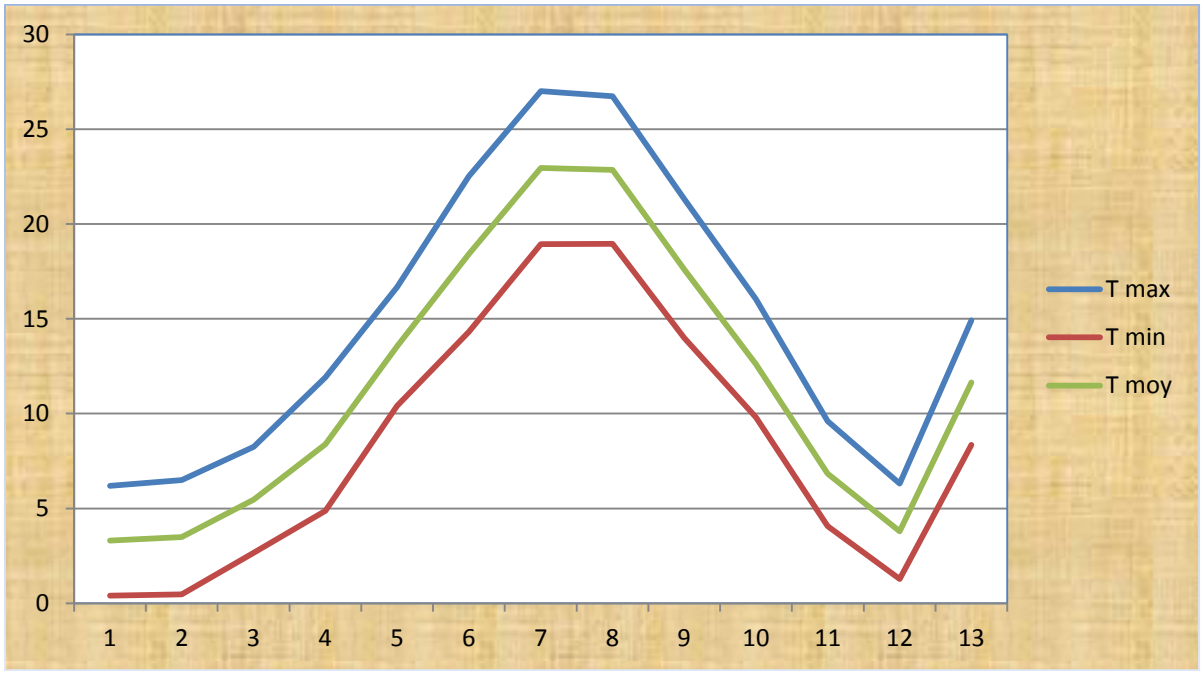



**Figure 10 : Courbe représente la répartition mensuelle des valeurs de température. (max,min,moy).(1990/2015).**

### I.6.1.2. Les précipitations P (mm)

Les précipitations sont considérées comme un paramètre climatologique très important car elles permettent de déterminer les mois humides, et les mois secs où l'eau pourrait constituer alors un facteur limitant.

Les valeurs moyennes mensuelles des précipitations relatives à la période de (1990 /2015), représentées graphiquement en figure 11**,** montrent que le CHREA reçoit une quantité très grand de Pluit pendant le mois de avril avec (191) mm.et très faible quantité pour le mois aout (9.24) mm. (Annexe I ; tableau 02)

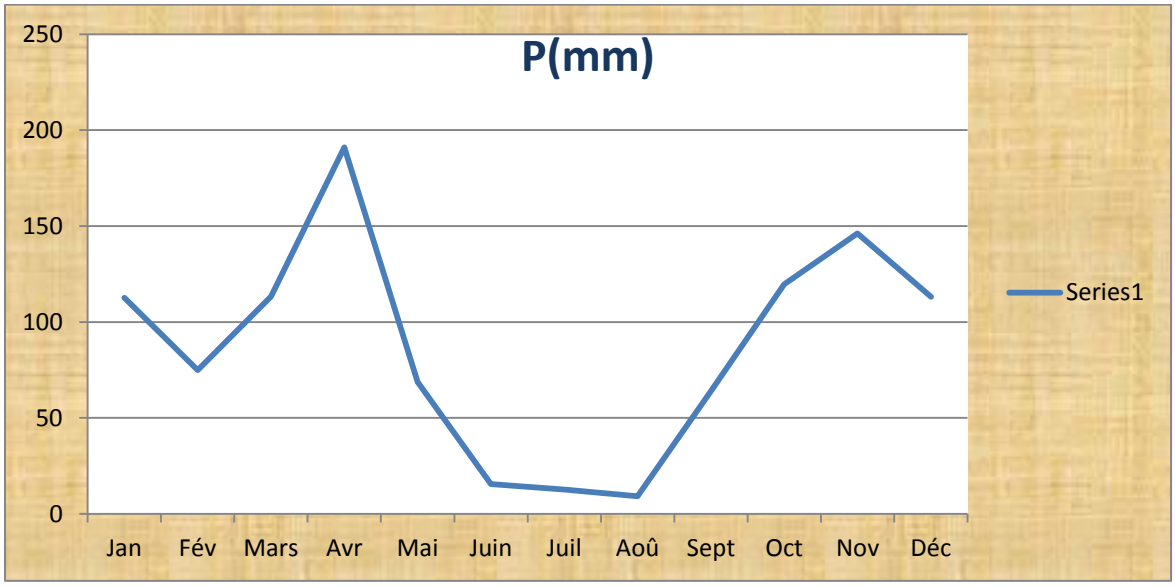



**Figure 11 : Les valeurs moyennes mensuelles des précipitations (1990 /2015) de Chréa**

### I.6.2. Diagramme ombrothermique

Ce diagramme nous permettra de mieux caractériser le Chréa qui fait partie du bassin méditerranéen.

La courbe ombrothermique de Chréa, représentée en figure 12, montre deux périodes :

-une période sèche qui s'étale du mois de mai à mi-septembre;

- une période humide qui s'étende de la mi-septembre au fin du mois de avril.

Pour faire le diagramme ombrothermique nous avons fait les deux courbes de précipitation et de la température, dans même axe (x, y).

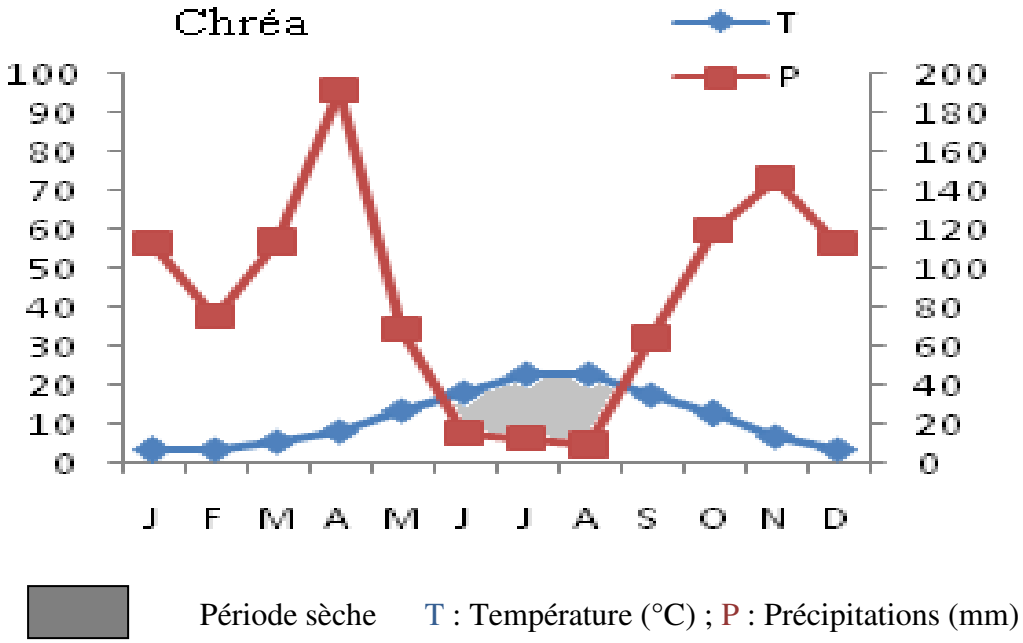



**Figure 12 : Diagramme ombrothermique de Blida (Chréa) (1990 /2015).**

## I.6.3. Quotient pluviométrique et climat gramme:

Les climats sont classés en fonction de deux critère: l'indice pluviométrique Q2 et la moyenne des minimas du mois le plus froid m (Lehouerou, 1975).

$$Q_2 = 2000\ P / (M^2-m^2)$$

**P** = pluviosité moyenne annuelle:

**M** = moyenne des maximas du mois le plus chaud

**m** = moyenne minimas du mois le plus froids

**M** = et m sont exprimés en dégrées Kelvin (Celsius +273).

En reportant les valeurs de Q2 et de m sur le climat gramme d'Emberger .

- La valeur de quotient (Q2) d'EMBERGER et m des stations de Chréa

Q2= 136,46 m= 0,41

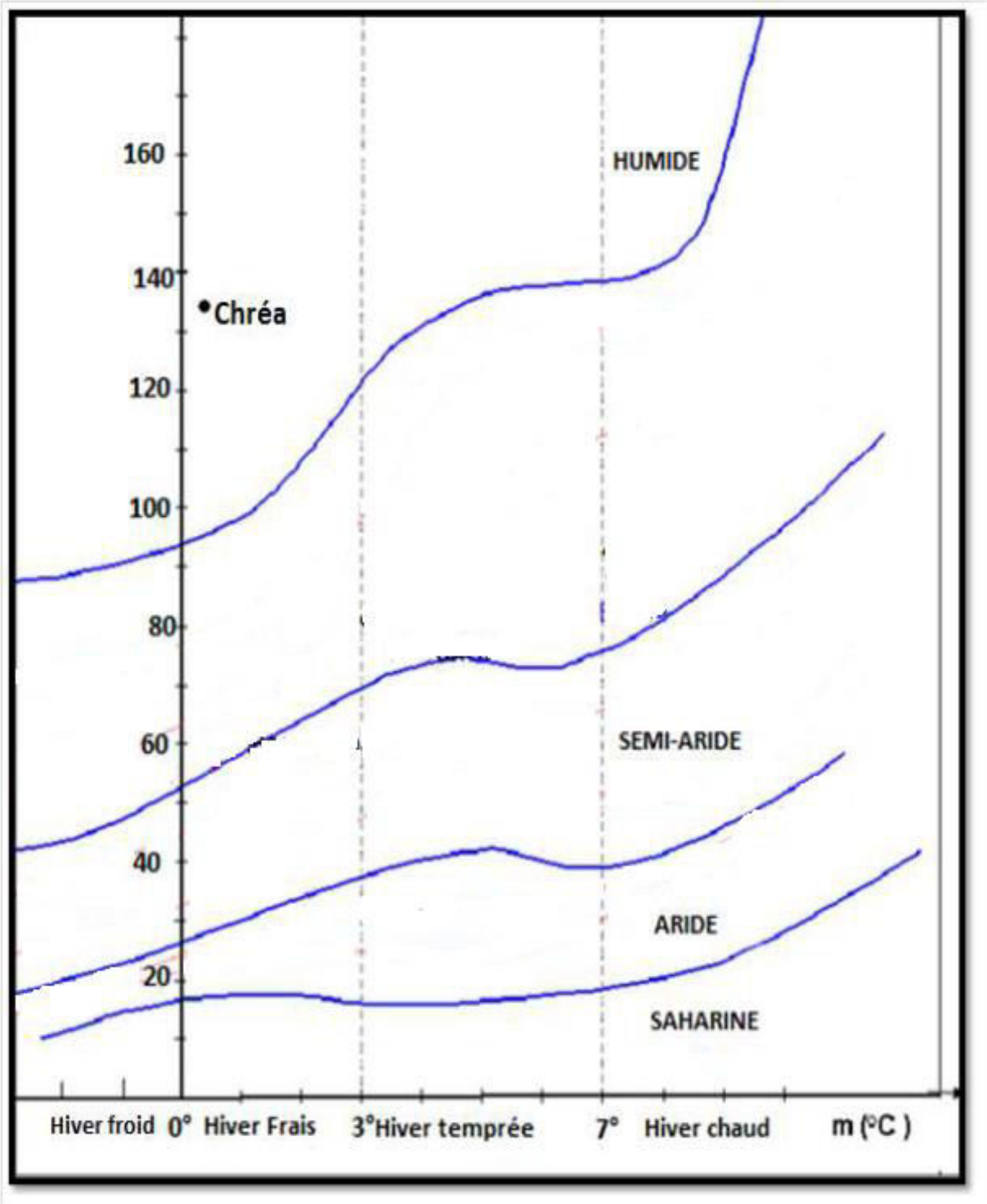



**Figure 13 : Position des stations sur Climagramme d'EMBERGER (1955)- période (1990-2015).**

- le Chréa est située dans l'étage bioclimatique **humide frai**

## I.7. Le couvert végétal :

Le Parc National de Chréa renferme un tapis végétal couvrant prés de **22.673 ha** de son territoire soit un taux de boisement de **85%**. Le reste représente les terrains dénudés occupés par l'homme, par l'agriculture et ayant été irréversiblement érodé.

Les études et les inventaires portant sur l'occupation du sol et les potentialités naturelles au niveau du parc, révèlent l'existence de quatre grands types d'occupation, étagées selon des strates, et typique des formations végétales Méditerranéennes, à savoir :

- **Arborescente,** elle concerne **5400 ha**, soit 20.31% de la superficie totale du Parc.

- **Arbustive,** cette strate se couvre sur **17 274 ha** soit 65% de la superficie totale du parc. Elle concerne les zones à végétation arbustive se présentant dans sa majorité en maquis.

- **Les terrains dénudés**, couvrent prés de **2911 ha** soit 11% du Parc National de Chréa. Caractérisés par une végétation rabougrie laissant apparaître des sols partiellement nus ou des affleurements rocheux, taillés par l'érosion, empêchant toute possibilité de remontée biologique. Ils se localisent en général dans le versant Sud-est du parc, du côté de Hammam Melouane et d'Imma Hlima

**- Les terrains occupés**, regroupent les **1003 ha** restant, soit 3,77% de la superficie totale du Parc. Ce sont tous les bocages et jardins vivriers, ainsi que toutes les pelouses naturelles à forte pression pastorale.

**Tableau 3: Occupation du sol au niveau du Parc National de Chréa.**

| OCCUPATION | Nature | Surface (ha) | Taux (%) |
|---|---|---|---|
| **Strate Arborescente** | Cèdre | 1292,95 | 4,86% |
| | Chêne vert | 172,80 | 0,60% |
| | Pin d'Alep | 3345,02 | 12,58% |
| | Maquis arboré (à PA) | 588.85 | 2.21% |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **T O T A L** | | **5399,62** | **20,31%** |
| **Strate arbustive et herbacée** | Maquis | 16958,18 | 63,78% |
| | Reboisements (à PA et CV) | 218,85 | 0,80% |
| | Pelouse | 96,75 | 0,30% |
| **T O T A L** | | **17273.78** | **64.97%** |
| **Terrains Dénudés** | Terrains nus | 2787,72 | 10,49% |
| | Terrains rocheux | 91,10 | 0,30% |
| | Terrain dégradé | 31,90 | 0,10% |
| **T O T A L** | | **2910,72** | **10,95%** |
| **Autres** | Terrains cultivés | 728,35 | 2,74% |
| | Habitat | 192,48 | 0,72% |
| | TPF | 56,35 | 0,10% |
| | Lacs | 26,10 | 0,92% |
| T O T A L | | **1003,28** | **3,77%** |
| T O T A L G E N E R A L | | **26 .587** | **100%** |

**I.7.1 La flore :**

Au parc national de Chréa sont recensés divers écosystèmes naturels montagneux ; maquis, matorrals, pelouses, lacustre, forêts, et différentes ripisylves. A leur niveau s'exerce une multitude de processus écologiques. Ces habitats naturels jouent un rôle prépondérant dans la vie de nombreuses espèces biologiques par le nourrissage, le refuge et la reproduction.

En effet, l'inventaire 2010 a révélé une liste qui dépasserait les 1600 eucaryotes.ils sont répartis à travers les écosystèmes diversifiés, caractérisant le parc national de Chréa, présenté par Habitat à cèdre de l'Atlas ; Habitat à chêne vert ; Habitat à chêne liège ; Habitat à chêne Zeen ; Habitat à pin d'Alep ; Habitat à thuya de Berberie et Habitat à ripisylves.

L'analyse floristique du tapis végétal, ayant permis de mettre en évidence les différents groupes végétaux en fonction des situations écologiques particulières et anthropiques, révèle une flore très diversifiée à travers ses étages bioclimatiques allant de l'humide au nord vers le semi aride au sud .

Les derniers inventaires ont permis de recenser environs 1153 taxons de rang d'espèces et sous-espèces. Ce qui représente 34,52% de la richesse floristique nationale.ils se répartissent dans les différentes formations végétales qui sont les habitats vitaux nécessaires à leur substance ; 878 de ces espèces sont des végétaux autotrophes et le reste est représentés par les lichens et les champignons.la flore du parc national de Chréa est également caractérisée par sa valeur patrimoniale représentée, entre autres, par son taux d'endémisme. A cet effet, une cinquantaine d'espèces, , celle-ci peut être endémique à la méditerranée, au nord africain, au Maghreb, à l'Algérie ou encore à l'Atlas Blidéen.les espèces protégées, par décret, sont au nombre de 15 dont 6 espèces sont des arbres tels que le Cèdre de l'Atlas, les deux sorbiers et l'if et 5 sont des orchidées




**Figure 14 : la Flor du parc national de Chréa**

# I. Méthodologie :

Pour estimer la qualité globale de l'air et la diversité lichénique au Parc National de Chréa, nous avons décidé d'utiliser une seule méthode, celle des ingénieurs écologues allemands (d'après la directive Verein Deutscher Ingenieure VDI-3799-1995). Après avoir présenté les modalités de choix des arbres, nous exposerons les principes de cette méthode.

## I.1. Echantillonnage :

### I.1.1.Le choix des stations :

Les stations ont été choisies de façon à pouvoir suivre l'évolution de la diversité lichénique et la qualité de l'air depuis Chréa jusqu'à Blida, et pour cela nous avons choisi 9 stations :

- **trois stations à Chréa (entre 1300 et 1500 m)**

Les détails des stations sont récapitulés dans le tableau

**Tableau 04 : Le détail des trois stations échantillonnées à Chréa**

| Station N° | Espèces d'arbres échantillonnés | Localisation |
|---|---|---|
| 1 | Cèdre | au bord de la route nationale N°37 |
| 2 | Cèdre | en dessous de la line de téléférique |
| 3 | Cèdre | à coté de direction de secteur de PNC |

- **trois stations aux glacières, (entre 1000 et 1250 m)**

Pour le détail, de cette station, le tableau VII, le présente

**Tableau 05 : le détail des trois stations échantillonnées à les glacières.**

| Station N° | Espèces d'arbres échantillonnés | Localisation |
|---|---|---|
| 1 | chêne vert | au bord de la route nationale N° 37 |
| 2 | 4 cèdre 2 Chen vert | 100 mettre au dessus de la route nationale N° 37 |
| 3 | châtaigne | a piste de châtaigne châtaigne |

- **trois stations à Beni Ali ,(entre 600 et 950 m)**

Les détails de chaque station, sont résumés dans le tableau V,

**Tableau 06 : Le détail des trois stations échantillonnées à Beni Ali.**

| Station N° | Espèces d'arbres échantillonnés | Localisation |
|---|---|---|
| 1 | Cèdre | Au bord de la route nationale N° 37 qui croise la route secondaire sortant du téléférique |
| 2 | Cèdre | Alentour de téléférique |
| 3 | 4 chêne vert 2 pin d'Alep | douar belathou |

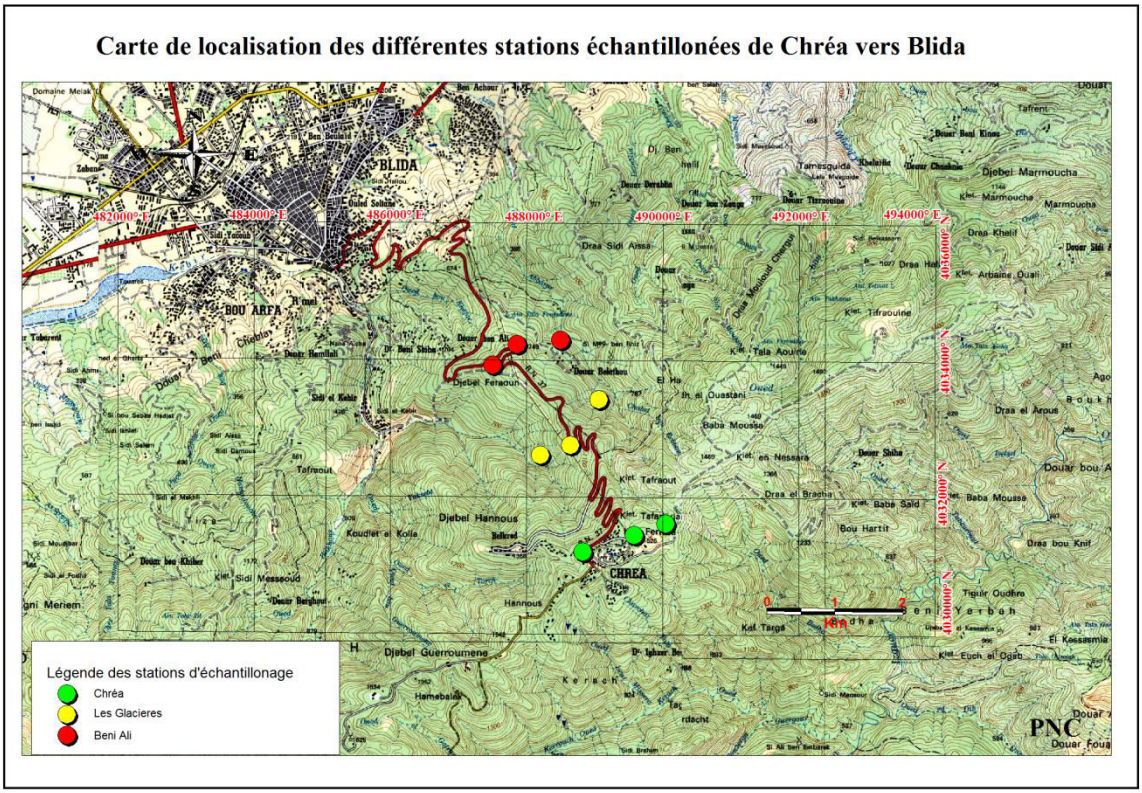



**Figure 15: Carte de localisation des différentes stations échantillonnées de Chréa vers Blida.(réalisé par SIG)**

## I.1.2. Choix des arbres porteurs des lichens :

On a observé le recouvrement sur 6 arbres choisis d'une manière aléatoire, ceux-ci étant répartie le plus uniformément possible dans la station. Chaque station possède une coordonnée composée d'une lettre et d'un chiffre.

### I.1.3 Méthode de récolte des lichens :

Au moment de la récolte, les Lichens doivent être soigneusement triés, étiquetés, et rangés. Le plus simple est de placer chaque échantillon, dans un petit sac de papier sur lesquelles on porte les indications. Les sachets ou enveloppes correspondant à une même station doivent être provisoirement réunis dans une même enveloppe et celle-ci dans un gros sachet en matière plastique qui évite la dessiccation.

Nous nous sommes inspirés de la méthode allemande pour la simplicité de sa mise en oeuvre. Pour réaliser le relevé des lichens, nous avons eu recours au protocole suivant:

- les lichens sont recensés à l'intérieur des surfaces de relevé bien défini sur la partie du tronc la plus colonisée.

- Les relevés sont effectués à l'intérieur d'une surface de 20x50 cm matérialisée grâce à un transparent comportant dix carrés juxtaposés de 10cm de coté .

La méthode allemande préconise l'utilisation d'un nombre limité d'espèces de lichens, nous avons cependant, pris en considération toutes les espèces rencontrées pour rendre compte de leur diversité. La détermination de la fréquence se fait par le comptage du nombre de carrés dans lesquels sont présentes les espèces des lichens observées (la fréquence maximale de chaque espèce est donc de dix).

La fréquence obtenue étant proportionnelle à la qualité d'air, nous arrivons à mettre un parallèle entre la biodiversité et la qualité de l'air.

A fin de bien parler de la diversité lichenique dans notre région d'étude, toute nouvelle espèce sera prise en compte, même si elle ne se limite pas aux lichens préconisés par le guide de la méthode allemande.

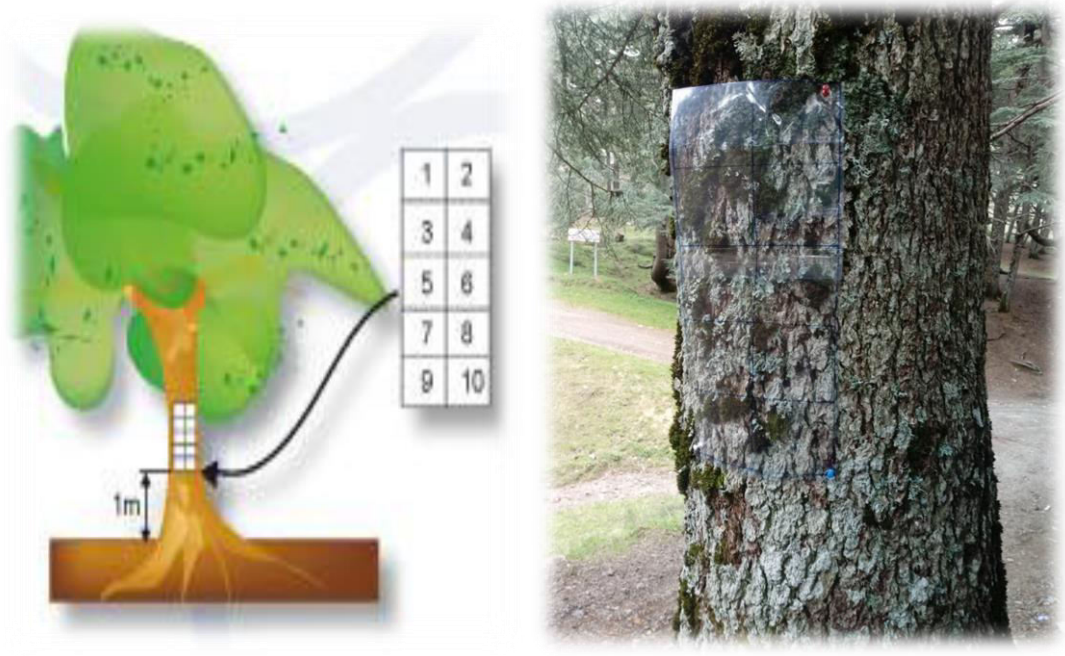



**Figure 16 : La grille fixer sur le tronc**

### I.1.3.1 Le matériel de récolte des lichens utilisé

- Le plan du Parc National de Chréa,

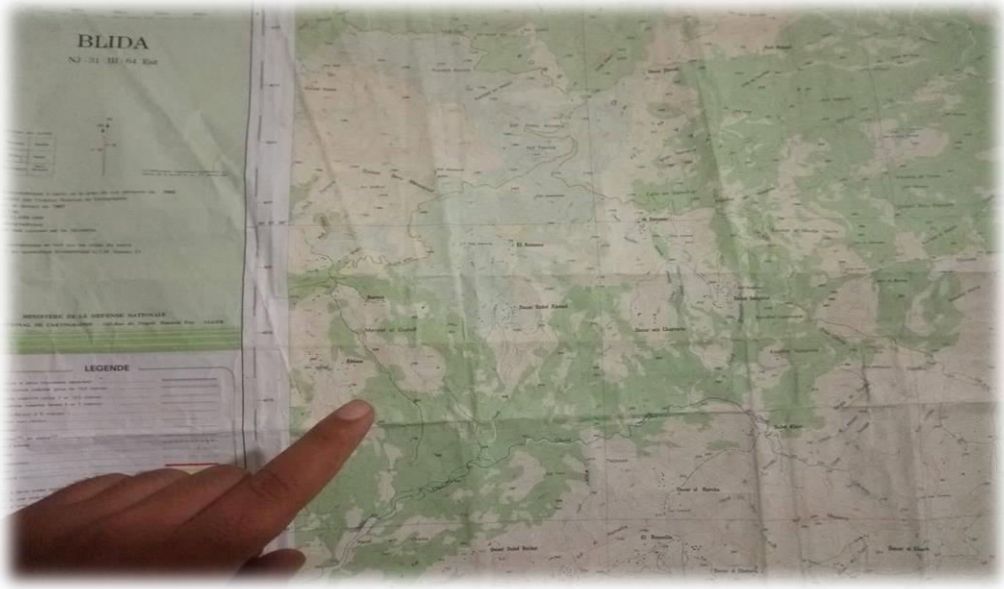



**Figure 17: carte manuelle du Parc National de Chréa(Originale)**

- un logiciel informatique de **SIG (Maplnfo professionnel)**

- une grille faire avec un transparente (divisée en cinq mailles) de 50X20 cm pour permettant de calculer les fréquences de chaque espèce
- Des punaises pour fixer la grille sur le tronc de l'arbre.
- une loupe (de poche) nécessaire à la détermination des différentes espèces lichéniques
- un guide de détermination des lichens, Pour identifier des types des lichens nous utilisons un Guide des lichens de France (lichens des arbres).
- un pulvérisateur pour imbiber d'eau les lichens ce qui facilite leur identification.
- un couteau permettant la récolte d'échantillons.




**Figure 18 : Les matériels utilisés pour notre échantillonnage(Originale).**

## II. La détermination des lichens :

Plusieurs sorties sur terrain ont été effectuées dans la région de Chréa , quand les conditions climatiques étaient favorables. Elles se sont déroulé entre février et avril 2019 et ont permis de récolter une vingtaine d'échantillons de lichens.

Notre échantillonnage a été réalisé au niveau de plusieurs stations de la région Chréa dans le but d'avoir le maximum de diversité lichénique.

Plusieurs ouvrages ont été consultes tels que :

-. les lichens, étude biologique et flore illustrée . de OZENDA et CLAUZADE (1970).

-. Guide des lichens, 350 espèces de lichens d¡¦Europe . de TIEVANT (2001).

-. Guide des fougères, mousses et lichens d¡¦Europe. de JAHNS(2003).

-. travaux de des lichenologue algériens : **Ghennam 2017, Touazi (2007), Alloua et al (2008). (Maizi et al., 2010)**, **( Rebbas et al ., 2011)** , (**Ait hammou et al., 2011),(Hassani., et Djeddi ., 2013),**

Principaux critères d'identification des lichens :

- Le type de thalle : caractère qui permet de placer le lichen dans l'un des 7 types morphologiques suivants : lépreux, crustacés, squamuleux, foliacés, fruticuleux, composites ou gélatineux.
- La couleur du thalle : jaune, orangé, vert, vert bleu, brun...
- La forme, la localisation des divers organes portés par le thalle : organes non reproducteurs (**poils, cils, fibrilles, rhizines, papilles, pseudocyphelles**...) ou reproducteurs (**soralies, isidies**, **apothécies ou périthèces**).
- Les caractères microscopiques de l'appareil reproducteur : apothécies (**lécidéine,lécanorine, lirelline**...), périthèces, asques, paraphyses, spores.

### II.1. Le matériel utilisé au niveau de laboratoire

Beaucoup de caractères morphologiques des lichens sont déjà visibles mais d'autres
Caractères ont besoin de matériels professionnels

- Une loupe binoculaire grossissement x 0.8 ou x 2.5 que l'on utilise en botanique ou

mycologie

- Un microscope optique avec les objectifs x20, x 40 à 100 avec un micromètre oculaire pour la mesure des spores, de l'hyménium ou autres.
- Des pincettes de laboratoire et des lames de rasoirs.
- Appareil photo « PREMIERC » à adapté en microscope optique .



**Figure 19 : Matériel utilisé au niveau de laboratoire (originale).**

## II.2. Les produits chimiques :

Afin de pouvoir identifier et déterminer les espèces de lichens récoltés durant nos sorties, une gamme de produits chimiques one été utilisés, avec petite languette d'application, stockés dans de petits flacons de 10ml, à savoir :

**Tableau 07 : réactions chimiques.**

| Abréviation | nom | utilisation |
|---|---|---|
| C | chlore | berlingot d'eau de javel dilué |
| K | La potasse | les réactions sur le thalle et la médulle et pour le montage de certaines préparations sous microscope |
| P | La paraphénylènediamine | produit très dangereux et très instable, pour les réactions sur certains lichens et particulièrement les *Cladonia* |
| I | Lugol (iode) | pour les réactions sur la médulle ou dans les préparations pour teinter l'hyménium, le sommet des asques ou les paraphyses. |
| KC | La potasse puis chlore | Pour faire la détermination taxonomique |

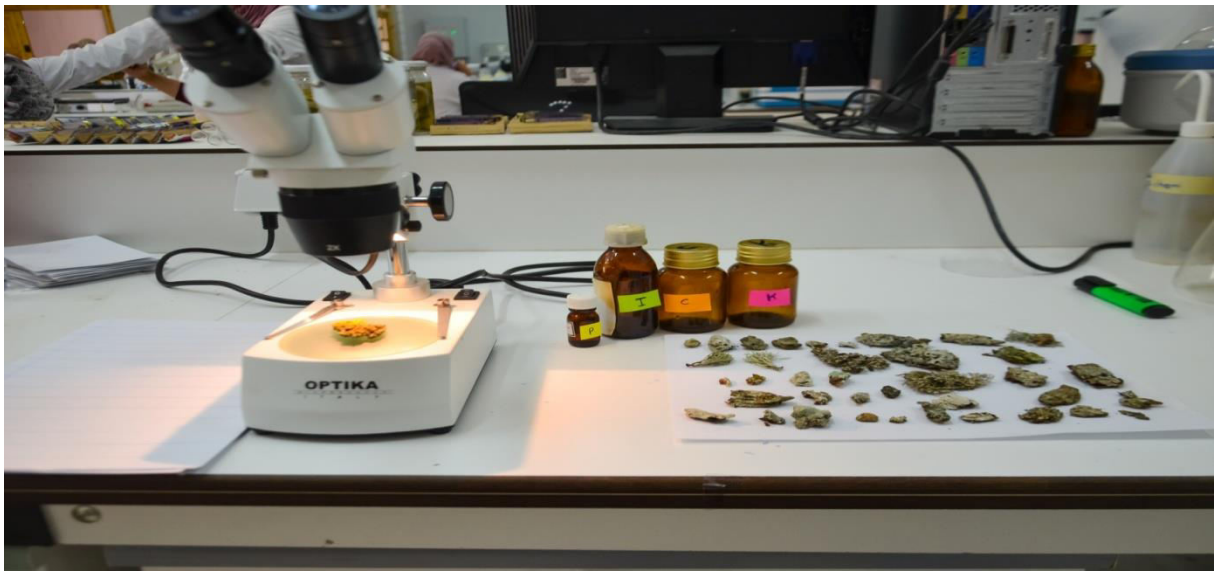



**Figure 20 : Les produits chimiques utilisés dans l'identification des lichens**

## III. . L'indice de qualité de l'air (IQA):

### III.1. Représentation des indices de qualité de l'air et détermination des classes

On peut selon la méthode allemande, regrouper les indices en classe de qualité de l'air. La directive VDI (présentée précédemment) propose, après s'être basée sur un nombre important de cartographies réalisées en Europe tempérée, une amplitude moyenne de classe de 12.5, amplitude représentative du secteur géographique concerné excepté pour les Alpes. Cette amplitude a permis d'identifier 6 zones de qualité de l'air corrélées à une échelle de couleur ainsi qu'une estimation de la pollution correspondante, d'après (Kirschbaum and Wirth 1997).

**Tableau 08 : Echelle d'évaluation des classes de qualité de l'air pour l'Europe tempérée (Kirschbaum and Wirth 1997).**

| pollution | extrêmt. élevée | très élevée | Elevée | moyenne | faible | très faible |
|---|---|---|---|---|---|---|
| couleur | | | | | | |
| indice | 0 | 12,5 | 25,0 | 37,5 | 50,0 | |

## comment calculé l'IQA

L'indice de qualité de l'air d'une station est calculé de la manière suivante:

- tout d'abord, la fréquence moyenne de chaque espèce de lichens présente sur les 06 arbres étudiés est calculée.

-Ensuite, les fréquences moyennes de chaque espèce sont additionnées. Ainsi est obtenue la somme des fréquences ou encore l'indice de la qualité de l'air (IQA).

- L'indice local de la qualité de l'air est reporté sur l'échelle de l'évaluation de la pollution de l'air.

**Tableau 09 : la fiche de relvé utilisée**

| grille | A, B, C,...: espèces de lichens sur l'arbre n° 1 | |
|---|---|---|
| <table><tr><td>1</td><td>2</td></tr><tr><td>3</td><td>4</td></tr><tr><td>5</td><td>6</td></tr><tr><td>7</td><td>8</td></tr><tr><td>9</td><td>10</td></tr></table> | Carré 1 : A ,B, D<br>Carré 2 : B ,C, E<br>Carré 3 :A ,C , D<br>Carré 4 : A ,B, D<br>Carré 5 :A ,C ,<br>Carré 6 : A ,B, D<br>Carré 7 : A ,C , D<br>Carré 8 : A ,C, E<br>Carré 9 : A D, D<br>Carré 10 : A ,B ,C, D | Esp A : 09<br>Esp B : 05<br>Esp C : 06<br>Esp D : 07<br>Esp E : 02 |

**Tableau 10 : exemple Calcul de l'indice de qualité de l'air: la somme des fréquences des espèces = indice de la qualité de l'air.**

| Espèces | Fréquence de l'espèce sur l'arbre n° | | | | | | Fréquence moyenne de l'espèce |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Arb 1 | Arb 2 | Arb 3 | Arb 4 | Arb 5 | Arb 6 | |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Xanthoria paretina* | 10 | 6 | 7 | 8 | 9 | 8 | 8 |
| *Parmelia acetabulum* | 7 | 5 | 4 | 3 | 3 | 2 | 4 |
| *Parmelia perlata* | 6 | 4 | | | 3 | 5 | 3 |
| *Anaptychia ciliaris* | 2 | | 4 | | | 6 | 2 |
| *Pertusaria sp* | | 6 | | 9 | | 3 | 3 |
| *Lecanora clarothera* | 5 | | | 1 | | | 1 |
| IQA =21 | | | | | | | |

Ces résultats sont présentés sous forme de tableaux et de graphes pour faciliter leurs lectures et interprétations. Les tableaux que nous avons établie montrent d'un coté la diversité et la répartition de la diversité spécifique des lichens dans les sites étudiés, et la qualité de l'air selon la méthode allemande d'un autre.

## I. Qualité de l'air :

La figure 21 et le tableau 11 représente les résultats de Classement des indices de qualité de l'air , nous observant que la station 2 et 3 ( chréa) a un niveau d'IQA plus élevés que les autres zones , Bien que la station 4 enregistré la valeur d'IQA le moins élevée en comparaison avec les autres , En revanche, on remarque qu'il ya pas un grande différance significatif entre les zones (1,5,6,7,8,9) ils ont presque aux même niveau .

**Tableau 11 - Nombre de relevés en fonction de l'IQA de toutes les stations**

| Numéro de relevé | Indice de qualité de l'aire de toutes les stations | |
|---|---|---|
| 1 | 14,1666 | Elevée |
| 2 | 27.16 | moyenne |
| 3 | 33,666 | moyenne |
| 4 | 11,16 | Très Elevée |
| 5 | 16,83 | Elevée |
| 6 | 17,66 | Elevée |
| 7 | 14,66 | Elevée |
| 8 | 21,33 | Elevée |
| 9 | 20,16 | Elevée |

**Fréquence** : représente l'indice de la qualité de l'air de nos stations.

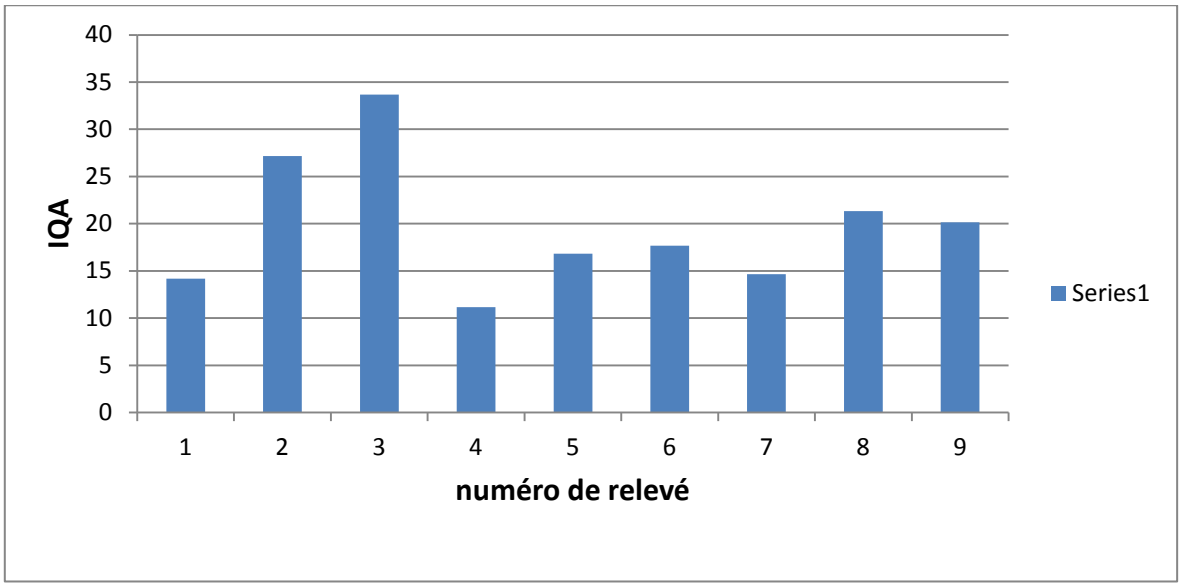



**Figure 21 - Classement des indices de qualité de l'air par la méthode Allemande**

Dans notre étude, nous avons noté que le niveau de pollution change de Chréa en allant vers Blida, selon un gradient décroissant, A l'essor de notre étude, il y ait des raisons de penser que plus on se rapproche du centre ville, plus la pollution ce augmente et ce constat pourrait être expliqué avec un certain nombre de facteurs tels que : le nombre élevé d'automobiles qui s'ajoute à celui des chauffages et d'Usines et la localisation des stations (peu ou très fréquentée).

Cependant, nos résulta montre que les lieux qui sont prés du la voie de circulation Chréa-Blida sont pollues par rapport aux zone qui sont très loin de la route, est cela pourrait être la conséquence des émissions des véhicules comme les gaz toxiques.

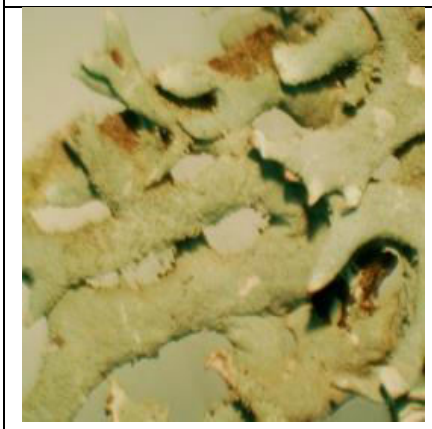
Donc D'après les résultats obtenus on suggère qu'il existe une relation entre l'indice de qualité de l'air et l'activité urbaine et d'une autre part que la pollution générée par les zones d'activité a des conséquences sur la couverture lichénique.

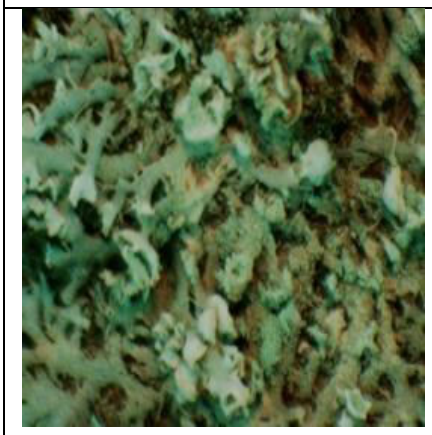
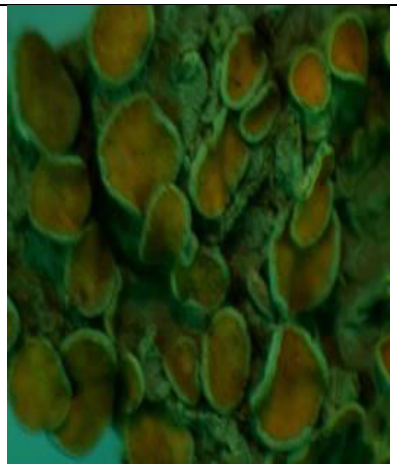
D'après les résultats obtenus ,les indices de qualité de l'air ont tendance à augmenter plus on s'éloigne du centre ville , Nos résultats a prouvé aussi que la zone de Chréa a la diversité léchinique la plus grande et le niveau d'IQA le plus important (33.16).

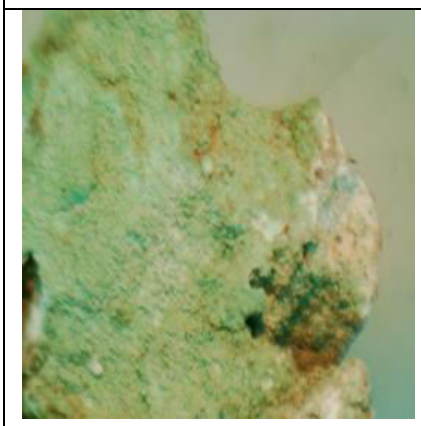
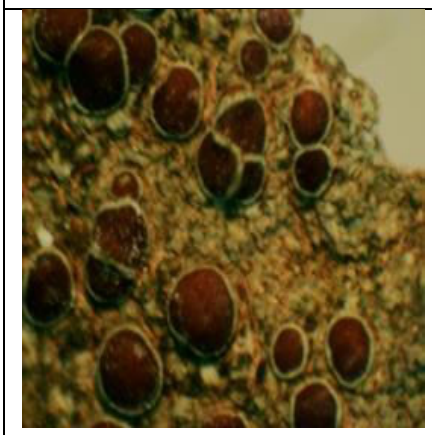
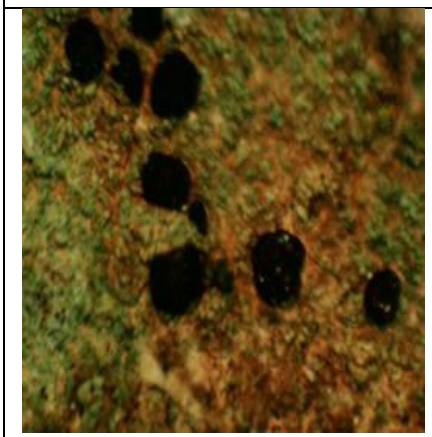
## II. Identification des espèces retrouvées à PNC :

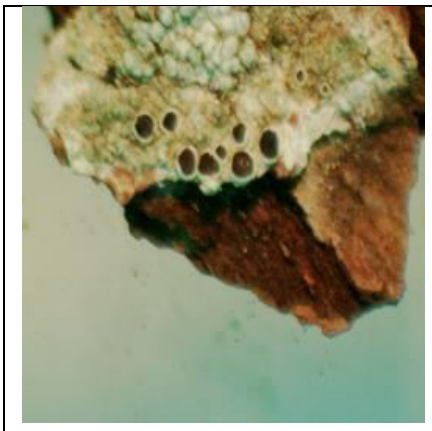
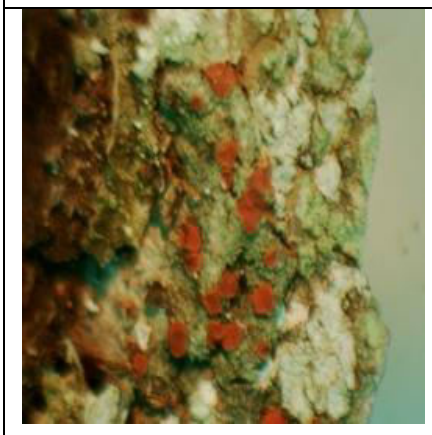
Le tableaux (12) représente les espèces des lichens identifiées dans les différentes stations. Cependant, dans notre étude, nous avons identifié 25 espèces.

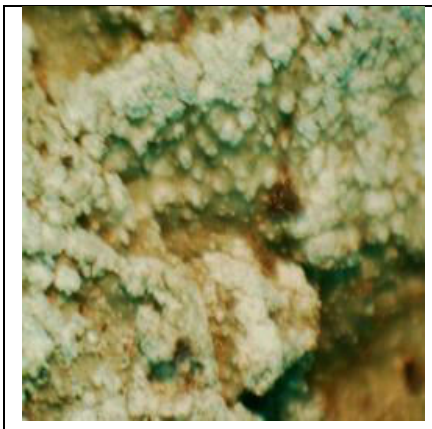
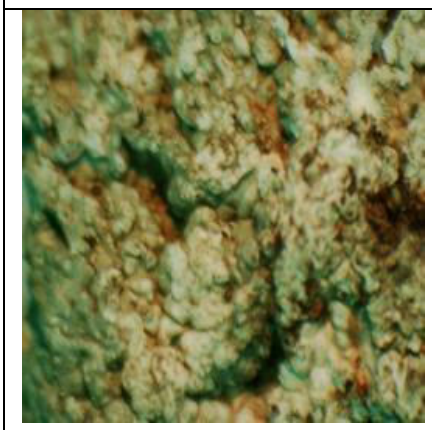
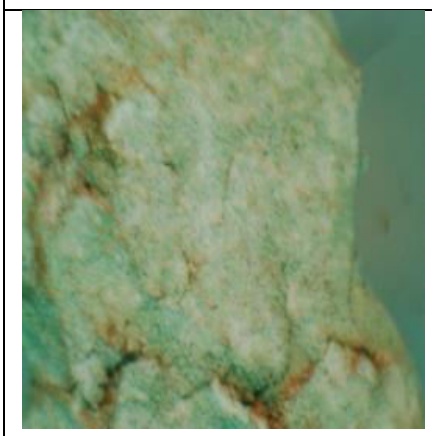
**Tableau12 : Espèces des lichens identifiées dans laboratoire de faculté.**

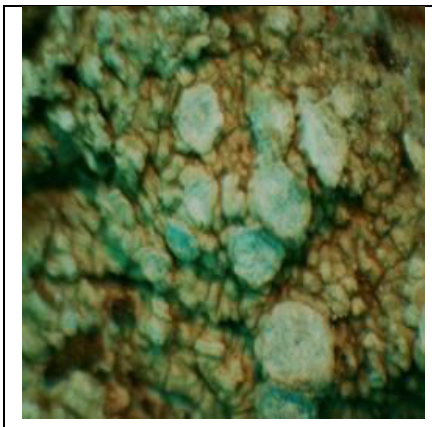
| Image d'Espèces | Les réactifs utilisés | | | | | Espèces identifié |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | P | I | C | K | C+K | |
|  | – | – | – | – | +jaune | *Evernia prunastri* |
|  | – | – | – | – | – | ***Anaptychia ciliaris*** |
|  | +jaune | – | – | – | – | ***Ramalina farinacea*** |
|  | – | – | – | +jaune | + jaune | ***Psedevernia furfuracea*** |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
|  | – | – | – | – | + jaune | ***Physia adscendens*** |
|  | – | +jaune | – | +jaune | +jaune | ***Physiatenella*** |
|  | +jaune | – | +jaune | +jaune | +jaune | ***Parmiliaa cetabulum*** |
|  | – | – | – | +rouge | +rouge | ***Xanthoria polycarpa*** |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
|  | _ | _ | _ | +rouge | +apothecie rouge+ jaune | ***Xanthoria pariétina*** |
|  | +jaune | _ | +jaune | +orong e | +orong e | ***Lecanora expallens*** |
|  | +jaune | _ | _ | +jaune | +jaune | ***Lecanora pulicaris*** |
|  | _ | _ | _ | +jaune | +jaune | ***Lecidellaela eochroma*** |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
|  | – | – | – | +jaune | +jaune | ***Lecanora attra*** |
|  | – | – | – | +jaune | + jaune | ***Lecanora chlarotera*** |
|  | – | – | – | +jaune | + jaune | ***Lecanora epibryon*** |
|  | – | – | – | Rouge+ jaune | Rouge+ jaune | ***Bacidia rubella*** |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
|  | – | – | – | – | – | ***Pertusaria amara*** |
|  | – | – | – | +jaune | +jaune | ***Pertusaria albescens*** |
|  | +jaune | +jaune | +jaune | +orange | +jaune | ***Leprariainca*** |
|  | – | – | – | +jaune | +jaune | ***Lepraria incana*** |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
|  | – | – | – | – | – | ***Physconia grisea*** |
|  | – | – | – | – | – | ***Pertusaria heterocroa*** |
|  | +joune | – | – | +joune | +rouge | ***Flavoparmelia caperata*** |
|  | +orong e | – | – | +rouge | – | ***Pleurosticta acetabulum*** |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
|  | +jaune | _ | +jaune | +jaune | +jaune | ***Pertusaria phlavida*** |

## III.Diversité lichénique :

le tableau 12 illustré la liste des espèces lichéniques et des phorophytes trouvé dans les différentes stations:

Pour les espèces de thalles fruticuleux on a estimé 5 espèces **:**

**(***Evernia prunastri, Anaptychia ciliaris , Ramalina farinacea, Psedevernia furfuracea, Physia adscendens).*

On a Enregistré aussi 6 espèces pour les thalles foliacés **(***Physia tenella, Parmilia acetabulum, Xanthoria polycarpa, Xanthoria pariétina,Pleurosticta acetabulum, Flavoparmilia caperata).*

tandis que nous avons identifiées 14 espèces de thalle crustacé:

*(Lecanora expallens, Lecanora pulicaris, Lecidella elaeochroma, Lecanora attra, Lecanora chlarotera, Lecanora epibryon, Bacidia rubella, Pertusaria amara, Pertusaria albescens, Lepraria incana, Physconia grisea, Pertusaria heterocroa, Pertusaria phlavida, Lecanora expallens).*

**Tableau 13- liste des espèces lichéniques et des phorophytes rencontrés dans les différentes stations.**

| Stations | Altitude par rapport à Blida | Lichens | Arbres |
|---|---|---|---|
| | | *Anaptychiaciliaris* | |
| | | *Bacidia rubella* | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| trois stations aux Chréa | entre 1300 et 1500 m | *Evernia prunastri* | Cèdre |
| | | *Flavoparmelia caperata* | |
| | | *Lecanoraattra* | |
| | | *Lecanorachlarotera* | |
| | | *Lecanoraepibryon* | |
| | | *Lecanorapulicaris* | |
| | | *Lecidellaelaeochroma* | |
| | | *Leprariaincana* | |
| | | *Parmiliaacetabulum* | |
| | | *Pertusaria amara* | |
| | | *Pertusaria albescens* | |
| | | *Pertusaria phlavida* | |
| | | *Physiaadscendens* | |
| | | *Physiatenella* | |
| | | *Psedeverniafurfuracea* | |
| | | *Ramalinafarinacea* | |
| | | *Xanthoria pariétina* | |
| | | *Xanthoria polycarpa* | |
| trois stations aux glacières | entre 1000 et 1250 m | *Anaptychia ciliaris* | chêne vert et châtaigne et Cèdre |
| | | *Bacidia rubella* | |
| | | *Evernia prunastri* | |
| | | *Flavoparmelia caperata* | |
| | | *Lecanora chlarotera* | |
| | | *Lecanoraexpallens* | |
| | | *Lecanorapulicaris* | |
| | | *Xanthoria polycarpa* | |
| | | *Lecidellaelaeochroma* | |
| | | *Leprariaincana* | |
| | | Parmelia sulcata | |
| | | *Parmiliaacetabulum* | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | *Pertusaria amara* | |
| | | *Physconia grisea* | |
| | | *Physiaadscendens* | |
| | | *Physiatenella* | |
| | | *Pleurosticta acetabulum* | |
| | | *Ramalinafarinacea* | |
| | | *Xanthoria pariétina* | |
| trois stations aux Beni Ali | entre 600 et 950 m | *Xanthoria polycarpa* | chêne vert et Cèdre |
| | | *Bacidia rubella* | |
| | | *Everniaprunastri* | |
| | | *Flavoparmelia caperata* | |
| | | *Flavoparmelia caperata* | |
| | | *Lecanora expallens* | |
| | | *Lecanora pulicaris* | |
| | | *Lecanoraattra* | |
| | | *Lecanora chlarotera* | |
| | | *Lecanora epibryon* | |
| | | *Lecanor aexpallens* | |
| | | *Lecidella elaeochroma* | |
| | | *Lepraria incana* | |
| | | *Ochrolechia alboflavescens* | |
| | | *Parmiliaacetabulum* | |
| | | *Pertusariaheterocroa* | |
| | | *Physiatenella* | |

On se basant sur les espèces identifiées, on peut établir un classement des sites échantillonnés selon l'altitude **(tableau 13)** : Chréa ≥ les Glaciers > Beni Ali

selon le tableau 13,nos résultats en révélé que Chréa (entre 1300_1500m) est la zone la plus riche en lichens, on comparaison avec Beni Ali (entre 600_950m) et qui a le même nombre d'espèces avec les Glaciers (entre 1000_1250m)

## III.1. Comparaison avec des travaux antérieurs:

Nos résultats ne sont pas en concordance avec les travaux de **ABBAR** qui a identifié 29 espèces, dont

- 6 Espèces fruticuleux :

*Anaptuchya cilaris, Evrnia prunastri, Pseudevernia furfuracée, Ramalina farinacea, Ramalina fasticiata et Ramalina fraxinea.*

- 10 Espèces à thalle foliacé :

*Physcia adscendes, Parmelia acetabulum, Parmelia perlata, Parmelia taylorensis, Xanthoria paritina, Xanthoria polycarpa, Hypogemnia tubulosa, Hypogemnia bitteriana, Parmelia phylodes et Parmelia conspersa*

- 13 Espèces à thalle crustacé :

*Lepraria sp, Strongospora pinicola, Lecanora clarothera, Lecanora attra, Lecanora epibryon, Lecanora argentata*, *Lecidella chroma, Protoblastenia rupestris, Caloplaca sp* (2espèces), *Pertusaria sp et Collema sp.* (2 espèces).

En 2009 Mr ABBAR a identifié 13 crustacés, 10 foliacés et 6 fruticuleux,par contre , nous avons pu identifier seulement 6 foliacés et 5 fruticuleux, et 14 espèces à thalle crustacés, plus quelques crustacés non identifiés vu la difficulté de leur détermination.

Ce constat nous laissons penser que les stations échantillonnées par ABBAR sont moine polluées que les nôtres, et ce en s'appuyant sur le nombre élevé de crustacés identifiés, qui sont très résistants à la pollution que les foliacés, qui sont eux même plus résistants que les

lichens fruticuleux. Cependant, ceci est à prendre avec réserve car la méthode d'échantillonnage et l'objectif des deux études divergent.

## IV. Richesse lichénique des cédraies

### IV.1.comparaison de l'inventaire des lichens des stations Chréa 2019 et Chréa 2009

le tableau 14 illustré les résultats de comparaison de l'inventaire des lichens des stations Chréa qu'on a fait en 2019 et celle de monsieur ABBAR en 2009.

**Tableau14: comparaison de l'inventaire des lichens des stations Chréa de 2019 par rapport au 2009.**

| | CHAOUATI et AID 2019 | Abbar 2009 |
|---|---|---|
| **Espèces** | **Chréa** | **Chréa** |
| *XANTHORIA PARIÉTINA* | | |
| *XANTHORIA POLYCARPA* | | |
| *PARMILIA ACETABULUM* | | |
| *PARMELIA PERLATA* | | |
| *PARMELIA TAYLORENSIS* | | |
| *RAMALINA FARINACEA* | | |
| *RAMALINA FRAXINEA* | | |
| *RAMALINA FASTICIATA* | | |
| *ANAPTYCHIA CILIARIS* | | |
| *EVERNIA PRUNASTRI* | | |
| *LECANORA CLAROTHERA* | | |
| *LECIDELLA ELAEOCHROMA* | | |
| *LEPRARIA INCANA* | | |
| *PERTUSARIA HETEROCROA* | | |
| *PERTUSARIA SP* | | |
| *HYPOGEMNIA BITTERIANA* | | |
| *HYPOGEMNIA TUBULOSA* | | |
| *LECANORA ATTRA* | | |
| *LECANORA EPIBRYON* | | |
| *PSEDEVERNIA FURFURACEA* | | |
| *CALOPLACA SP(CERINA)* | | |
| *CALOPLACA SP1* | | |
| *PROTOBLASTENIA RUPESTRIS* | | |
| *COLLEMA (FURFURACÉUM)* | | |
| *PHYSIA ADSCENDENS* | | |
| *CRUSTACE A APOTHECE VERT* | | |
| *CRUSTACE ROSE BONBON* | | |
| *BACIDIA RUBELLA* | | |
| *PHYSIA TENELLA* | | |
| *PERTUSARIA ALBESCENS* | | |
| *PESTUSARIA AMARA* | | |

| | | |
|---|---|---|
| *PERTUSARIA PHLAVIDA* | | |
| *LECANORA EXPALLENS* | | |
| *LECANORA PULICARIS* | | |
| *PLEUROSTICTA ACETABULUM* | | |
| *FLAVOPARMILIA CAPERATA* | | |

Espèces communes

Espèces trouvées qu'à Chréa 2009

Espèces trouvées qu'à Chréa 2019

En effet, Le site de **Chréa** est situé a une altitude supérieure à 1400 m, également il comprend une zone urbaine loin de toute activité industrielle avec une action anthropique négligeable, et aussi un faible trafic routier.

Dans le souci de pouvoir comparer les deux stations, le facteur TEMPS est considéré, dans notre étude, comme critère pionnier. Le tableau 13 montre qu'il y a :

- 13 espèces communes :

*xanthoria pariétina,Psedevernia furfuracea ,lecanora epibryon,lecanora attra,lepraria incana,lecanora clarothera ,lecidella elaeochroma,evernia prunastri,anaptychia ciliaris,ramalina farinacea,parmilia acetabulum,xanthoria polycarpa,physia adscendens.*

- 10 espèces qui sont trouvé qu'à Chréa 2019 :

*Lecanora pulicaris , Lecanora expallens, Pertusaria phlavida ,Pertusaria amara ,Pertusaria heterocroa, Pertusaria albescens, Physia tenella, Bacidia rubella, ,Pleurosticta acetabulum, Flavoparmilia caperata*

- 13 espèces qui sont trouvées qu'à Chréa 2009 :

*Crustacé a apothecé vert, Crustacé rose bonbon ,Caloplaca SP1, Protoblastinia ruperstris ,Collema furfuracéum) ;Caloplaca SP(cerina) ;Pertusaria SP ;Hypogemnia bitteriana ,Hypogemnia tubuloza, Ramalina Fraxinea ;Ramalina fasticiata ;Parmella perlata ;Parmellia taylorensis*

D'après les résultats que montre ce tableau, On constate que Chréa en 2009 compte plus d'espèces que Chréa en 2019, et particulièrement, beaucoup plus les foliacés. Ce fait peut s'expliquer par les hypothèses suivantes :

- La période de 10 ans entre les deux résultats.
- Augmentation de la pollution atmosphérique et détérioration de la qualité de l'air.
- Le choix des stations et d'arbres était différent dans les deux stations (l'effet de l'opérateur).
- Les résultats peuvent être inhérents à l'exhaustivité de l'inventaire qui a été mené.
- Le manque de matériels peut induire en erreur.
- les incendies fréquents dans la région de PNC.

## IV.2 Comparaison des sites Chréa vs Beni Ali

La comparaison entres les sites étudiés Chréa et Beni Ali est importante parce que se sont éloignées entre elles par l'altitude. Le site reste (les Glacières) qui très proche entre les deux stations (Chréa et Beni Ali).

En note que chaque site comporte trois stations ce qui rend l'analyse intrinsèque des sites très intéressante.

**Site de Chréa :** Le tableau 15 et la figure 22 ci-dessous, représentent le nombre des lichens des différentes stations d'échantillons de site de Chréa .

**Tableau 15-Nombres d'espèces des lichens dans les stations échantillonnées à chréa (entre 1350 et 1500 m)**

| Station n° | Espèces d'arbres échantillonnés | Nombre d'espèces |
|---|---|---|
| 1 | Cèdre | 11 |
| 2 | Cèdre | 12 |
| 3 | Cèdre | 19 |

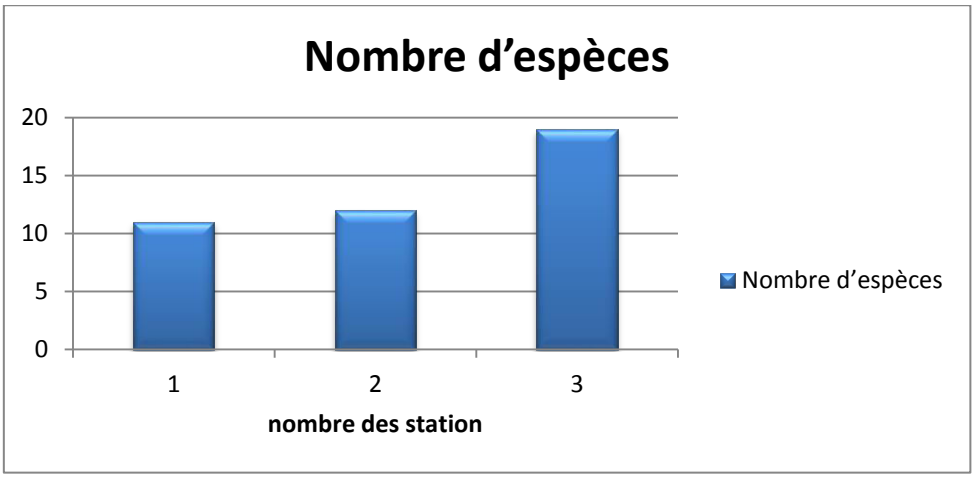



**Figure 22 . Nombre d'espèces de lichens échantillonnés par station dans le site de Chréa.**

nos résultats ont révèle que la route présente une source de pollution assez élevée, d'où le manque d'espèces lichenique dans la station numéro 1. Ce fait peut également être dû au facteur anthropique vue que la première station se situe dans une zone urbaine. Par contre, en s'éloignant de la zone urbaine et de la route, le nombre d'espèces augmente comme le montre les stations 2, 3 qui éloignée des routes secondaires

**Site de Beni Ali :**le tableau 16 et la figure 23 représente le nombre d'espèces des lichens échantillonnés par station dans le site de Beni Ali.

Nous remarque que la station 2 a le nombre d'especes des lichens le plus élevé on comparaison avec la station 1 et 3.

**Tableau -16- Nombre d'espèces dans les stations échantillonnées à Beni Ali (700 – 850m)**

| Station n° | Espèces d'arbres échantillonnés | Nombre d'espèces |
|---|---|---|
| 1 | Cèdre | 5 |
| 2 | Cèdre | 9 |
| 3 | chene vert Et pin d'Alep | 7 |

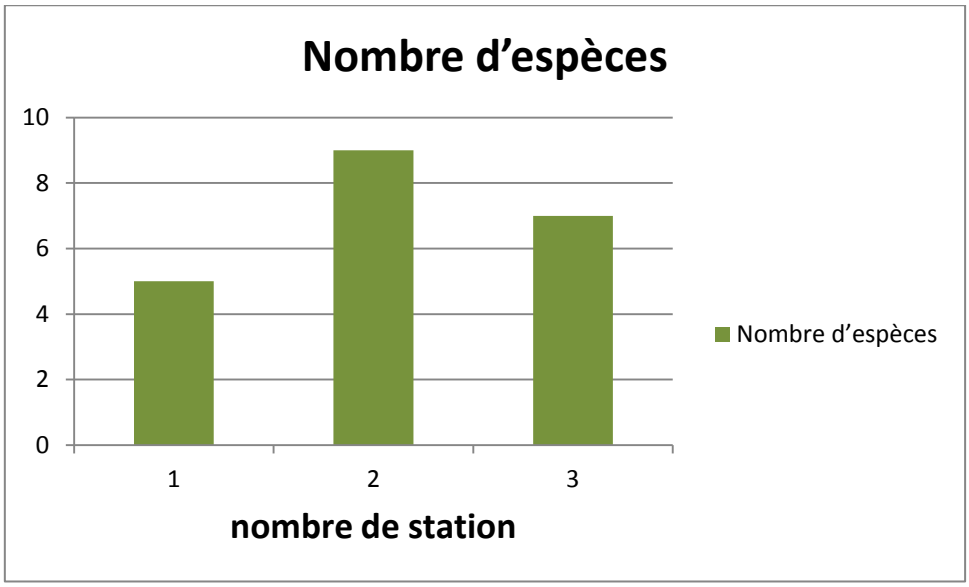



**Figure 23. Nombre d’espèces de lichens échantillonnés par station dans le site de Beni Ali.**

D'après les résultats obtenues, on peu expliqué l'augmentation de nombre des lichens dans la station 2 par son richesse avec les arbres de Pin d'Alep qui ont connue par son diversité lichénique, on suggèrent que le nombre des lichens est diminué dans la station 1 parce qu'elle est prés de route ,et on pense que le nombre des lichens dans la station 3 est moyenne car elle est proche d'un zone urbaine (Douar Belathou)

## IV.3. Comparaison des deux sites : Chréa et Beni Ali

La figure 23 représente les indices de la qualité de l’air au niveau des deux sites de Chréa et de Beni Ali.

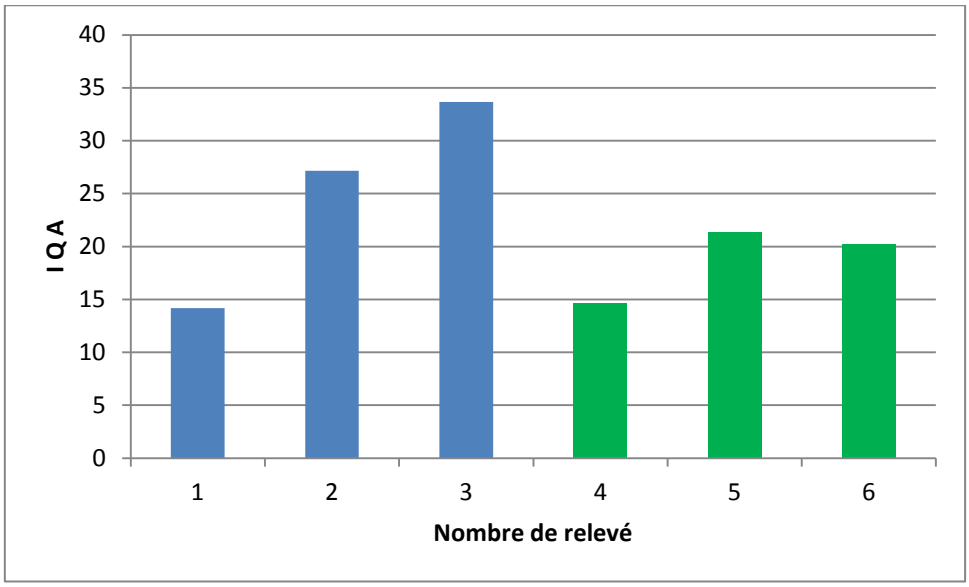



**Figure 24. Classement des indices de qualités de l'air pour les deux sites Chréa et Beni Ali (d'après la méthode Allemande)**

D'après l'indice de la qualité de l'air **(Fig.24)** et l'altitude des deux stations ,le site de Chréa est le plus riche en espèces lichéniques, ,par rapport le site de Beni Ali, et on expliquer ça par les causes suivantes:

- Echantillonnage plus important à Chréa.
- Proximité de la zone urbaine par rapport aux stations échantillonnées à Beni Ali
-l'altitude de Beni Ali est moine élevé que Chréa
-la zone de Beni Ali le plus proche de centre ville de Blida par rapport au Chréa

Cette étude a permis de répertorier 25 espèces réparties .Cette liste aurait pu être plus longue, pendant de 4 mois, il est difficile de couvrir une grande superficie d'échantillonnage. Des prospections futures sont nécessaires pour enrichir cet inventaire des lichens de PNC

Par ailleurs, la connaissance des lichens n'est pas dépourvue d'intérêt pratique. Grâce aux lichens, il est possible d'apprécier le degré de pollution de l'atmosphère et d'élaborer des cartes de pollution atmosphérique sans avoir recours à des méthodes chimiques analytiques souvent délicates et compliquées. Donc La bioindication lichénique à un double rôle : d'une part la connaissance de cette flore, et d'autre part l'évaluation de la qualité de l'air

En effet, notre étude a essayé de contribuer à évalue la qualité de l'air de trois localités de la région de parc nationale de chréa en utilisant la flore lichénique comme bioindicatrice.

En outre, Les stations les plus proches des sources de pollution ont quelques lichens, contrairement aux stations éloignées des sources de pollution, des zones urbaines et de la voie chréa-blida (stations de chréa)

Grâce à cette étude, nous avons constaté que les résultats du nombre de lichens ont diminué en raison du degré de pollution de l'air qui a augmenté par rapport à létudes précédentes dans le parc nationale en raison de (cheminées d'usines, véhicules… etc).

Enfin, pour diminuer la pollution atmosphérique en propose les solutions suivantes :

- minimiser la circulation des véhicules dans la voie Chréa-Blida ,en créons des lignes de téléphérique.

-Choisir le moyen de transport le plus adapté aux déplacements pour les petits trajets dans la ville.(laissez votre véhicule dans le garage )

-Tout plan d'urbanisation doit être impérativement suivi d'un programme de verdurisation (espaces verts).

-Etendre les espaces verts et les espaces communs.

-Inventorier toutes les ruelles au sein de l'agglomération en notant les modalités de servitude (sens unique, double sens ou piétonnière).

-Veiller à l'entretien des espaces verts existants (véritables poumons de la ville et brise-pollution).

-Interdire totalement l'essence avec plomb et encourager l'utilisation de l'essence sans plomb.

-Surveiller la qualité de l'essence et des huiles vendues utilisées dans le pays.

-Organiser le trafic routier pour une meilleure fluidité de la circulation afin d'éviter les embouteillages qui sont les responsables du dégagement des gaz toxiques.

-Veillez au bon fonctionnement d'une façon continue des stations de surveillance de la qualité de l'air ainsi que leur emplacement.

# A

**-ABBAR Abdelmalek, 2009**.Diversité ichenique st qualité de l'air dans un massif peu anthropisé du parc national de CHREA. Ingéniorat d'Etat en écologie et environnement. USTHB (Alger) 45 pages.

-**ABDELBAKI, A. (2012)**. Utilisation des SIG et télédétection dans l'étude de la dynamique du couvert végétal dans le sous bassin versant de oued Bouguedfine (Wilaya de Chlef), SAIDI Djamel."91 pages.

-**Agnan, Y. (2016).** "les lichens:témoins de la pollution atmosphérique." 22 pages.

-**AKKA , S. and A. AZZI (2013)**. biosurveillance de la pollution atmosphérique par les lichens au niveau d'jardin d"essai du hamma : cas du jardin anglais. science biologique univerrsité des science et de la technologie houari boumediene,these de **master 2**.

# B

**-Bazi, A. (1988)**. Contribution à l'étude de l'avifaune du parc national de Chréa, Thése Ing., Inst. Nati. Agro., El Harrach.

**-BENSAADA, H. (1986)**. _ Étude de la végétation du Djebel Mouzaïa, essai de cartographie de la partie Est, Thèse d'ing. INA El Harrach. 100 p. Alger.

**-BELHADJ, H. (2015).** Détection de la pollution atmosphérique à l'aide du lichen xanthoria parietina (L.) bio-accumulateur d'éléments traces métallique dans le centre urbain de la ville de sidi bel abbes (Algérie occidentale). science de l'environnment, djillali liabes de sidi abbes :99 p.

**-Boulerie, F., & Université de Bordeaux 3. Centre de recherches sur l'Europe classique (XVIIe et XVIIIe siècles). Colloque (2008: Bordeaux). (2009)**. L'Extrême-Orient dans la culture européenne des XVIIe et XVIIIe siècles: Actes du 7e Colloque du Centre de Recherches sur l'Europe classique (XVIIe et XVIIIe siecles), Université de Montaigne-Bordeaux 3, 22 et 23 mai 2008. Narr Francke Attempto.

-**Bouziane, M. (2006).** Étude physico-chimique de l'accumulation de métaux lourds par les lichens: impacts sur les voies de biosynthèse et interprétation du mécanisme de tolérance chez Diploschistes muscorum, Lille 1.295p.

-**Bustamante, E. N., J. Monge-Nájera, et al. (2013)**. "Uso del Sistema de Informacion Geografica y liquenes para mapear la contaminacion del aire en una ciudad tropical: San Jose, Costa Rica." Revista de Biología Tropical **61**(2): 557-564 p.

-**Büdel, B.; Scheidegger, C**., Thallus morphology and anatomy. In *Lichen biology* Nash T.H.III, Ed. **1996**. CambridgeUniversity Press, Cambridge, pp 37-64 p.

**-Chatenet, P. and M. Botineau (2001)**. "Utilisation des lichens dans la mise en évidence des éléments traces présents dans les cours d'eau." Cryptogamie Mycologie **22**(3): 225-237 p.

**-Clauzade, G., C. Roux, et al**. **(1987)**. Généralités sur les lichens et leur détermination, Société Botanique du Centre-Ouest p :177-214.

-**DAJOZ, R.**, 1985. Précis d'écologie. Ed. Dunod (Paris), 341p

**-Dangermond, J. (1989).** "The organizational impact of GIS technology." Arc News **11**(3) p.

-**Deruelle, S. (1978).** "Etude comparee de la sensibilite de trois methodes d'estimation de la pollution atmospherique, en utilisant les lichens comme indicateurs biologiques, dans la region de Mantes (Yvelines)." Revue bryologique et lichenologique.

E

**-Estrabou, C., E. Filippini, et al. (2011)**. "Air quality monitoring system using lichens as bioindicators in Central Argentina." Environmental monitoring and assessment **182**(1-4): 375-383 p.

F

-**Faurel, L. (1947)**. Note sur le cèdre de l'Atlas de Blida, ses sols et ses associations végétales. cR Congo Pédologie, Montpellier-Alger.235p.

**-Feuerer, T. and D. L. Hawksworth (2007).** "Biodiversity of lichens, including a world-wide analysis of checklist data based on Takhtajan's floristic regions." Biodiversity and conservation **16**(1): 85-98 p.

G

**-GAVÉRIAUX J.-P.,** 2003 / 2004 / 2005 - *Le microscope et son utilisation en lichénologie*, 1e partie, bull. AFL 2003-2, vol. 28, 20 p. / 2e partie 2004-1, vol. 29, 10 p. /3e partie, 2005-1, vol. 30, 10 p.

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

**-Ghennam, K. (2017)**. Bio-surveillance sur SIG de la qualité de l'air dans l'Algérois par la biodiversité des lichens et les végétaux supérieurs,92 p.

-**Gombert, S., J. Asta, et al. (2006).** "Lichens and tobacco plants as complementary biomonitors of air pollution in the Grenoble area (Isère, southeast France)." Ecological Indicators **6**(2): 429-443 p.

**Gombert, S. (1999).** Utilisation de la bioindication lichénique dans l'estimation de la qualité de l'air de l'agglomération grenobloise: étude à différents niveaux d'organisation biologique, Grenoble 1,282p.

**-Gregory, G. and M. B. Dimijian (2003).** "Fascicule enseignants."20p.

-**Guschina, I. A. and J. L. Harwood (2006)**. "Lead and copper effects on lipid metabolism in cultured lichen photobionts with different phosphorus status." Phytochemistry **67**(16): 1731-1739 p.



**-Häffner, E., B. Lomský, et al. (2001).** "Air pollution and lichen physiology. Physiological responses of different lichens in a transplant experiment following an SO2-gradient." Water, air, and soil pollution **131**(1-4): 185-201 p.

**-Halimi, A. (1980).** L'atlas Blidéen: climats et etages végétaux, Office des publications universitaires.195p.

**-Haluwyn, C., J. Asta, et al. (2009).** "Guide des lichens de France, lichens des arbres." Paris: éd. Belin: 231p.

**Högnabba, F., S. Stenroos, et al. (2009)**. "Evolution of cyanobacterial symbioses in Ascomycota." p: 99, 163-184.

K

**-KHELILI,R. (2004).** utilisation des lichens comme bio-indicateurs de la pollution atmosphérique dans la région de hassin messaoud. science agronomiques, universite de ourgla ,106p.

**-Kirschbaum, U. and V. Wirth (1997)**. Les lichens bio-indicateurs: les reconnaître, évaluer la qualité de l'air, E. Ulmer,128 p.

L

**-Laurini, R. and D. Thompson (1992)**. Fundamentals of spatial information systems, Academic press,79p.

**-Louadah, H. and A. E. Alkama (2016).** Mesure et estimation de la pollution d'origine automobile dans la ville de Bejaia,92 p.

**-Le Maire, G., H. Davi, et al. (2005).** "Modeling annual production and carbon fluxes of a large managed temperate forest using forest inventories, satellite data and field measurements." Tree physiology **25**(7): 859-872 p.

**-Lewis, L. A. and R. M. McCourt (2004).** "Green algae and the origin of land plants." American journal of botany **91**(10): 1535-1556 p.

# M

**-MASER , Z., MASER , C. ET TRAPPE, J. M., 1985.** Food habits of the northern flying squirrel (*Glaucomys sabrinus*) in Oregon. *Canadian Journal of Zoology*. 63:1084-1088 p.

-**Maizi naila 2012/2013** ;caracterisation de la pollution plombique a l'aide des bio indicateurs vegetaux : un lichen (*ramalina farinacea*), une mousse (*funaria hygrométrica*) et quelques especes phanerogamiques dans la region de annaba (algerie),p: 59, 60,6112 .

**-Mazari, R. (1988)**. "Himalayan karst-karren in Kashmir." ZEITSCHRIFT FUR GEOMORPHOLOGIE **32**(2): 163-178 p.

**-MC KEEVER, S., 1960**. Food of the northern flying squirrel in northeastern california. *Journal of mammology,* 41: 270 - 271 p.

**-McLean, S., P. Mahler, et al. (1983)**. "Structure of rhodocladonic acid. X-ray crystal structure analysis of its triacetate." Canadian journal of chemistry **61**(9): 2055-2058 p.

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

**-Mohammed, B., M. M'hamed, et al. (2016).** "Biosurveillance De La Qualite De L'air D'un Milieu Urbain Par Des Mousses Et Des Lichens. Cas De La Ville De Tlemcen (Algerie)." European Scientific Journal **12**(9).

# N

**-Nedjahi, A. (1988).** La cedraie de chrea (atlas Blidéen): Phénologie, productivité, régénération, Nancy 1.267p.

# O

**-Ozenda, P. and G. Clauzade (1970).** Les lichens: étude biologique et flore illustrée.NIEBOER, E. ET RICHARDSON, D.H.S., 1981. Lichens as monitors of atmospheric deposition, 801pages.

P

**-PNC,2013.**évaluation du plan de gestion I,II,III.et l'évalutation des du plan du gestion IV,Direction général des forets .81p

**-PNC,2014.**rapport d'action annuel.15p.

**-Poidevin, D. (1999).** La Carte, moyen d'action, Ellipses.

**-Purvis, O. W. (2014).** "Adaptation and interaction of saxicolous crustose lichens with metals." Botanical studies **55**(1): 23p.

R

**-Robin, M. (2002)**. La télédétection: des satellites aux SIG.

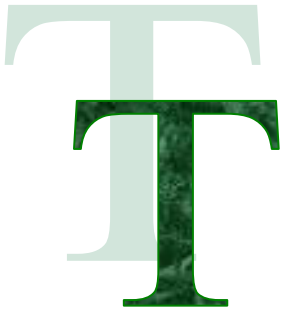
**-ROMINGER, M. ET OLDEMEYER, J. L., 1989**. Early winter habitat of woodland caribou, Selkirk Mountains, British Columbia. *Journal of Wildlife Management*, 53:238-243 p.

S

**-Samsudin, M. W., L. Din, et al. (2012)**. "Measuring air quality using lichen mapping at Universiti Kebangsaan Malaysia (UKM) campus." Procedia-Social and Behavioral Sciences p: 635-643 .

**-SEN-SALERNO, M. ET BLAKEWAY, J., 1987**. La mousse de chêne, une base de la parfuerie. *Revue pour la science*, n°115, pp : 82-92 in Bull. Inform. Ass. Fr. Lichénologie, Paris, 12 p.

**-Stenroos, S., E. Stocker-Wörgötter, et al. (2003)**. "Culture experiments and DNA sequence data confirm the identity of Lobaria photomorphs." Canadian Journal of Botany **81**(3): 232-247 p.



**-Tievant, P., 2001.** *Guide des lichens_350 espèces de lichens d'Europe*. Ed. Delachaux et Niestlé, Paris, 304 p.



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

**-VAN HALUWYN, C. (1999).** Les lichens: des organismes symbiotiques originaux. Annales pharmaceutiques françaises, Masson,p: 57, 448-454.

**- Van Haluwyn, D.-V. and M. Lerond (1993)**. Guide des lichens, Editions Lechevalier, paris,344 p.



**-Wolf, J. H. (1993).** "Epiphyte communities of tropical montane rain forests in the northern Andes. II. Upper montane communities." Ecology of epiphytes and epiphyte communities in montane rain forests, Colom-bia. Amsterdam: 85-138 p.



**-ZAOUI, M. (2013)**. Gestion des risques de feu dans la forêt de M'sila Wilaya d'Oran.133p.



-**Encyclopedia universalis, 1998.** Dictionnaire.



Sites :

***http://commons.wikimedia.org/wiki/File:White_Rim-Lichen_%283816809864%29.jpg***

***http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Parmelia_sulcata.jpeg***

**http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Usnea_filipendula_170406a.jpg**

**http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cladonia_cristatella_%28British_Soldier%29.JPG#**

***http://www.lichens.lastdragon.org/Squamarina_cartilaginea.html***

**http://lichens.digitalmycology.com/macrolichens/Collema.html**

**http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lepraria.incana2.-.lindsey.jpg**

**http://www.dr-ralf-wagner.de.**

**http://www2.ac-lille.fr/myconord/photos_afl/Photos_AFL_C.htm.**

**fille:///c:/Users/J206/Downloads/ENS_2011_Lichens_web.pdf**

# ANNEXE I : Les données climatique de Blida (Chréa).

**Tableau 01 :** Données climatiques des températures minimales, maximales et moyennes(1990-2015).

| stations | | Jan | Fév | Mars | Avr | Mai | Juin | Juil | Aoû | Sept | Oct | Nov | Déc | Année |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Chréa | T max | 6,19 | 6,5 | 8,25 | 11,92 | 16,68 | 22,51 | **27** | 26,74 | 21,32 | 16,03 | 9,6 | 6,32 | 14,92 |
| | T min | **0,41** | 0,48 | 2,66 | 4,87 | 10,42 | 14,31 | 18,93 | **18,95** | 13,99 | 9,81 | 4,06 | 1,28 | 8,35 |
| | T moy | 3,30 | 3,49 | 5,46 | 8,39 | 13,55 | 18,41 | **22,96** | 22,85 | 17,61 | 12,60 | 6,83 | 3,80 | 11,64 |

**Tableau 01 :** Données climatique de précipitations en mm (1990-2015).

| stations | Jan | Fév | Mars | Avr | Mai | Juin | Juil | Aoû | Sept | Oct | Nov | Déc | Année |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **chréa** | 112,63 | 74,91 | 113,33 | 191,01 | 68,75 | 15,54 | 12,74 | 9,24 | 63,98 | 119,61 | 146,24 | 113,08 | **1041** |

## ANNEXE II : les Tableaux des résultats de fiche de terrain ( chréa ).

**Tableau 01** : Tableau de résultat de fiche de terrain (station 01 à chréa )

| les espèces | arb 1 | arb 2 | arb 3 | arb 4 | aarb 5 | arb 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *Evernia prunastri* | 1 | | 2 | | | |
| *Ramalina farinacea* | 6 | | | | | |
| *Physia adscendens* | | | | 4 | | 6 |
| *Parmilia acetabulum* | 4 | 5 | 2 | | | |
| *Xanthoria polycarpa* | | 2 | | | | |
| *Lecidella elaeochroma* | | 2 | | | | |
| *Lecanora epibryon* | | | | | | 2 |
| *Bacidia rubella* | | | | | 2 | |
| *Pertusaria amara* | 2 | 3 | | | 9 | |
| *Lepraria incana* | 2 | 1 | 8 | 4 | | 2 |
| *Flavoparmelia caperata* | 3 | | | 5 | | |

**Tableau 02**: Tableau de résultat de fiche de terrain (station 02 à chréa ).

| les espèces | arb 1 | arb 2 | arb 3 | arb 4 | aarb 5 | arb 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *Evernia prunastri* | 6 | 5 | | | | |
| *Anaptychia ciliaris* | 5 | | | | | 2 |
| *Physiatenella* | 7 | 5 | | | | |
| *Parmilia acetabulum* | 4 | 4 | | 2 | | |
| *Xanthoria pariétina* | 8 | 7 | | | | 4 |
| *Lecanora pulicaris* | 7 | | | 4 | | |
| *Lecidella elaeochroma* | 9 | 4 | 7 | 3 | 10 | 2 |
| *Lecanor aepibryon* | 1 | | | | | |
| *Bacidia rubella* | | | | 3 | | 1 |
| *Pertusaria phlavida* | | | 2 | 2 | 2 | 3 |
| *Physia adscendens* | | 5 | | 6 | 5 | 7 |

**Tableau 03**: Tableau de résultat de fiche de terrain (station 03 à chréa ).

| les espèces | arb 1 | arb 2 | arb 3 | arb 4 | aarb 5 | arb 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *Evernia prunastri* | 3 | | | 7 | 4 | 3 |
| *Anaptychia ciliaris* | 2 | 5 | | | | 3 |
| *Psedevernia furfuracea* | 1 | | | | | 3 |
| *Physia adscendens* | | 3 | | 2 | | |
| *Physiatenella* | | | 4 | | | 1 |
| *Parmilia acetabulum* | 4 | | | | | |
| *Xanthoria polycarpa* | | 3 | | | 2 | |
| *Xanthoria pariétina* | | | | | | |
| *Lecanora expallens* | | 8 | | | | |
| *Lecanora pulicaris* | 5 | | 4 | | | 3 |
| *Lecidella elaeochroma* | | 2 | | | 2 | 6 |
| *Lecanoraattra* | | | 2 | | 3 | |
| *Lecanorachlarotera* | | | | | 1 | 5 |
| *Bacidia rubella* | | 2 | | 2 | | |
| *Pertusaria albescens* | 4 | 4 | | | | |
| *Lepraria incana* | 3 | | | | 9 | 9 |
| *Pertusaria heterocroa* | | | 4 | | 5 | 7 |
| *Pertusaria phlavida* | 9 | 5 | | 6 | 3 | |
| *Flavoparmelia caperata* | 7 | | 5 | | 1 | 2 |
| *Lecano raexpallens* | | | 4 | | | 2 |

**Tableau 04**: Tableau de résultat de fiche de terrain (station 01 à glacières)

| les espèces | arb 1 | arb 2 | arb 3 | arb 4 | aarb 5 | arb 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *Physia adscendens* | | 1 | | | 2 | |
| *Physiatenella* | 2 | 5 | | 4 | 5 | 6 |
| *Xanthoria polycarpa* | 2 | 2 | 3 | 2 | 8 | |
| *Xanthoria pariétina* | 2 | | | | | |
| *Lecanoraexpallens* | 3 | | | | | |
| Parmelia sulcata | | | | | | 3 |
| *Pleurosticta acetabulum* | 5 | 4 | 9 | 2 | 7 | 7 |
| *Flavoparmelia caperata* | | 2 | | 5 | 5 | 2 |

**Tableau 05:** Tableau de résultat de fiche de terrain (station 02 à glacières)

| les espèces | arb 1 | arb 2 | arb 3 | arb 4 | aarb 5 | arb 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *Ramalina farinacea* | | 3 | | | 3 | |
| *Physia adscendens* | | 7 | 4 | 7 | | |
| *Physia tenella* | | 4 | | 3 | 5 | 5 |
| *Parmilia acetabulum* | | 2 | | | | |
| *Xanthoria polycarpa* | 1 | 1 | 1 | | | 2 |
| *Lecanora pulicaris* | | 4 | | | | |
| *Lecidella elaeochroma* | 3 | | | 2 | | 1 |
| *Lecanora chlarotera* | 8 | 3 | 5 | | 3 | |
| *Pertusaria amara* | 7 | 4 | 7 | | | |
| *Physconia grisea* | | 2 | | | 4 | |

**Tableau 06:** Tableau de résultat de fiche de terrain (station 03 à glacières).

| les espèces | arb 1 | arb 2 | arb 3 | arb 4 | aarb 5 | arb 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *Evernia prunastri* | | | | | | |
| *Anaptychia ciliaris* | | 2 | | 5 | | 3 |
| *Physia tenella* | | | | 5 | | |
| *Parmilia acetabulum* | | 2 | | | 3 | |
| *Xanthoria polycarpa* | | 2 | | 1 | | |
| *Lecidellaelaeochroma* | | 6 | 3 | | 5 | 2 |
| *Lecanora chlarotera* | 4 | | 9 | | 2 | 8 |
| *Bacidia rubella* | 2 | | 1 | | 2 | |
| *Lepraria incana* | | | | 2 | | |
| *Flavoparmelia caperata* | 9 | 8 | 3 | 7 | 6 | 4 |

**Tableau 07:** Tableau de résultat de fiche de terrain (station 01 à Beni Ali) .

| les espèces | arb 1 | arb 2 | arb 3 | arb 4 | aarb 5 | arb 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *Xanthoria polycarpa* | 6 | 2 | 4 | 5 | 1 | 2 |
| *Xanthoria pariétina* | | | | 1 | | |
| *Lecanora expallens* | | | 1 | | | |
| *Lecanora pulicaris* | 1 | 2 | | | | |
| *Lecidella elaeochroma* | 1 | 3 | 4 | | 4 | 2 |
| *Lecanora attra* | | | 6 | 7 | 10 | 10 |
| *Flavoparmelia caperata* | 7 | 4 | 3 | 2 | 2 | |

**Tableau 08**: Tableau de résultat de fiche de terrain (station 02 à Beni Ali).

| les espèces | arb 1 | arb 2 | arb 3 | arb 4 | aarb 5 | arb 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *Evernia prunastri* | 1 | | | | | |
| *Parmilia acetabulum* | | | 1 | | | 2 |
| *Xanthoria polycarpa* | 5 | 7 | 3 | 4 | 6 | 2 |
| *Lecidella elaeochroma* | | 3 | 2 | 5 | 2 | |
| *Lecanora attra* | | | | | | |
| *Lecanora chlarotera* | 5 | 1 | 2 | | 2 | |
| *Bacidia rubella* | | 1 | | 2 | | 2 |
| *Lepraria incana* | | | | | 2 | |
| *Pertusaria heterocroa* | 9 | | | | | 9 |
| *Flavoparmelia caperata* | 3 | 5 | 3 | 4 | 6 | 4 |
| *Ochrolechia alboflavescens* | | 2 | | | 2 | |

**Tableau 09** : Tableau de résultat de fiche de terrain (station 03 à Beni Ali)

| les espèces | arb 1 | arb 2 | arb 3 | arb 4 | aarb 5 | arb 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *Physia tenella* | 2 | | 9 | | 5 | 7 |
| *Parmilia acetabulum* | 3 | 1 | 6 | | 1 | |
| *Xanthoria polycarpa* | 9 | 4 | 5 | 4 | 3 | 7 |
| *Xanthoria pariétina* | 1 | | 2 | | 6 | 1 |
| *Lecanora expallens* | | | 2 | 4 | 3 | |
| *Flavoparmelia caperata* | 3 | 6 | | 7 | 4 | |
| *Lecanora epibryon* | 2 | | 6 | | 8 | |