République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique
Université Dr. Yahia Farès de Médéa
Faculté des Sciences
Département sciences de la nature et de la vie

Mémoire

En vue de l'obtention du Diplôme de Master en Sciences Agronomiques

Option phytopathologie

Thème

Contribution à l'étude de la qualité de l'air par les lichens et la morphologie des grains de pollen de trois stations forestières en Algérie

Présenté par : BOUAOUD Fathi

Devant le jury:

Présidente	**M^{me} AFKIR K.**	MAA, U. Médéa
Examinatrice	**M^{me} CHEBAANI M.**	MAA, U. Médéa
Examinatrice	**M^{me} NABI F.**	MCB, U. Médéa
Promoteur	**M^{r} GHENNAM K**	MCB, U. Médéa

Année universitaire 2017/2018

Remerciements

Je remercie tout d'bord Dieu de m'avoir prêté la santé et la volonté pour mener à achever ce mémoire.

C'est pour moi, un agréable devoir de remercier tous ceux qui nous ont aidés de prés ou de loin à l'élaboration de ce travail en particulier

Un grand remerciement à mon promoteur Monsieur **GHENNAM K Maitre conférence A au sein de l'université de Médéa.** Pour ces orientations et d'avoir accepté de diriger ce travail, en donnant des conseils précieux et qu'il est toujours présent lorsque le devoir fait appel.

Je remercier **M^me^ AFKIR K** MAA (U.Médéa) qui m'a fait l'honneur de présider le jury.

Je remercier aussi aux **M^me^ CHABAANI M** MAA (U.Médéa) et **M^me^ NABI F**. MCB (U.Médéa) d'voir accepter examiner ce travail

Mes sincères remerciements sont à Mr LICIR M. MAB (U.Médéa) et Mr BACHEN M (U.Médéa) pour leurs efforts déployés

Mes gratitudes sont également adressées au service de l'ONM de Dar El Beida à Alger, sans oublier la conservation des forêts de Djelfa, la direction de l'INRF de Baînem (Alger) ainsi que la direction du Parc National de Chréa (Blida), qui m'ont facilités la tâche en organisant des sorties sur terrain sans épargner aucun effort.

Dédicace

Je dédié ce modeste travail à tout ceux qui ont participé de prés ou de loin a l'élaboration de ce travail.

A mes très chers parent qui nous jamais épargné leurs efforts et non pas cessé de me soutenir et je n'oublie jamais ma très chère grand-mère.

A ma seule chère sœur et mes frères.

A ma promotion Master 2017/2018 phytopathologie.

A tous mes amis et tous ceux qui ont reconnu Fathi.

BOAOUD Fathi

Sommaire

Introduction 01
Chapitre I : Généralités sur les lichens
I -1-Définition des lichens..... 03
I- 2-Partenaires de lichens et leur rôle..... 03
I -2-1- Le partenaire fongique (le mycobionte) 03
I -2-2-Le partenaire chlorophyllien (le photobionte)..... 04
I .3- L'appareil végétatif..... 04
I. 3.1 Morphologie des thalles..... 04
I -3-2- Structure..... 05
I -3-2-1 - Structure homéomère..... 05
I -3-2-2 - Structure hétéromère..... 06
I .4 - Nature des lichens..... 07
I .5 – Habitat..... 07
I .6-La reproduction végétative..... 07
I .6.1-Reproduction sexuée (champignon seul)..... 07
I .6.2- Reproduction asexuée (algue associée au champignon)..... 08
I .6.2.1-Reproduction asexuée par sorédies..... 08
I .6.2.2-Reproduction asexuée par isidies..... 09
I .7-Comparaison entre les lichens et les végétaux..... 09
I .8-L'écologie et les types morphologiques des lichens..... 09
I .9-Rôle et usages des lichens..... 10
I .9.1-Teintures et pigments..... 10
I .9.2-La bio-indication..... 10
I .9.3-Utilisation en pharmacie..... 10
I .10-Les lichens et la pollution..... 11
I .10.1-Pollution détectée par les lichens 11
Chapitre II : Pollens et Palynologie
II.1-Définition..... 12
II.2- Palynologie..... 12
II.3- Morphologie..... 13
II.3.1- Intine..... 13
II.3.2- Exine..... 13
II.3.2.1-Apertures..... 13
II.3.2.2- Ornementation de l'exine..... 15
II.4-Identification du pollen..... 15
II.4.1- Taille..... 15
II.4.2-Symétrie et forme..... 16
II.5-Récolte du pollen..... 20
II.6-Longévité et viabilité du pollen..... 20
II.7- Couleur du pollen..... 20
II.8- Conservation du pollen..... 20
I.8.1- Séchage..... 20
II.8-2- Triage..... 20
II.8.3- Stockage..... 20

II.9-Pollens des Gymnospermes…… 21
Chapitre III : Forêts et espèce forestier
III.1- Forêts…… 23
III.1.1-Généralités……. 23
III.1.2- Caractéristiques majeures des forêts Algériennes…… 23
III.2 -Espèces forestières……..…… 23
III.2.1- Pin d'Alep ; (Pinus halepensis)…… 23
III.2.1.1-Généralités……. 23
III.2.1.2- Systématique du Pin d'Alep…….. 24
III.2.1.3- Aire naturelle du pin d'Alep……. 24
III.2.1.4- Distribution biogéographique du pin d'Alep en Algérie…….. 25
III.2.1.5-Caractéristiques Ecologiques du Pin d'Alep…….. 26
III.2.1.5.1-Altitude…… 26
III.2.1.5.2-Exigences climatiques du Pin d'Alep…….. 26
III.2.1.5.3-Sol……... 27
Chapitre IV : Matériels et Méthodes
IV - Matériel et Méthodes……. 28
IV.1-Présentation des zones d'études…….. 28
IV.1.1- Le choix des sites……. 28
IV.1.2- L'étude du milieu de chaque station…… 28
IV.1.2.1- L'étude du milieu physique alger (Bainem)……. 28
IV.1.2.1.1- Situation géographique……. 28
IV.1.2.1.2- pédologie…….. 29
IV.1.2.1.3- Relief……. 29
IV.1.2.2- L'étude de milieu physique blida (Chréa)……. 29
IV.1.2.2.1- Situation géographique…… 29
IV.1.2.2.2 - Situation administrative…….. 30
IV.1.2.2.3 - Aspect pédologique……. 30
IV.1.2.2.4 - Le relief…… 30
IV.1.2.3- L'étude de milieu physique djelfa (Senalba)…….. 31
IV.1.2.3.1- Situation géographique……. 31
IV.1.2.3.2- Pédologie…….. 31
IV.1.2.3.3- Relief……. 31
IV.1.3 - Etude climatique de chaque station…… 31
IV.1.3.1- L'étude climatique d'Alger (Bainem)……. 32
IV.1.3.2- L'étude climatique de Blida (Chréa)…… 32
IV.1.3.3- L'étude climatique de djelfa (Senalba)……. 32
IV.1.4 - cadre bioclimatique……. 33
IV.1.4.1 - Saison sèche……. 33
IV.1.4.2 - Quotient pluviométrique et climat gramme……. 33
IV.2- Matériel et les méthodes d'échantillonnage …… 36
IV.2.1- Pour les lichens…….. 36
IV.2.1.1- Le matériel de laboratoire…… 36
IV.2.1.2- Le choix des arbres…….. 36
IV.2.1.3- Méthode de récolte des lichens……. 37

IV.2.1.4 - Identification des lichens…… 38
IV.2.1.5 - Méthode de calcule de la qualité de l'air…… 39
IV.2.2 - Pour les pollens…….. 40
IV.2.2.1- Matériel de laboratoire……. 40
IV.2.2.2- Méthodes……. 40
IV.2.2.2.1- Phase terrain (échantillonnage)…… 40
IV.2.2.2.2- La phase laboratoire…….. 41
IV.2.2.2.2.1- Détermination du taux de fertilité…… 42
IV.2.2.2.2.2- Le calcule du taux de fertilité……. 43
IV.3- Traitement des donnés…….. 43

Chapitre V : Résultats et discussions

V.1-La comparaison des caractéristiques climatiques et édaphiques des zones d'études Alger (Baïnem), Blida (Chréa), Djelfa (Senalba)……. 44
V.2- Identification des liches…….. 45
V.3-La biodiversité lichenique et variation de la qualité de l'air……..... 46
V.3.1-La diversité……. 46
V.3.1.1-La diversité globale……. 46
V.3.1.2-Comparaison de la biodiversité des lichens…… 46
V.3.2-Variation de la diversité en fonction de la précipitation……. 49
V.3.3-La répartition des lichens…… 50
V.3.3.1- La répartition intra station…….. 50
V.3.3.2-La répartition inter station……..…… 52
V.3.4-Variation de la qualité de l'air…… 55
V.3.5-L'altitude…… 56
V.4 - La variabilité morphologique des grains de pollen et leur taux de fertilité…… 57
V.4.1 - Les observations obtenues…… 57
V.4.2 -Etude morphologique des grains de pollen…… 58
V.4.2.1- Mesures biométriques…… 58
V.4.2.2- Détermination des diamètres polaires et équatoriaux du pollen……. 58
V.4.2.2.1- les diamètres polaires (Dp) des ailes gauches des grains…… 58
V.4.2.2.2-les diamètres équatoriaux (De) des ailes gauches des grains de pollen... 58
V. 4.2.2.3-le rapport (DP/DE) des ailes gauches des grains de pollen du pin d'Alep……. 58
V.4.2.2.4-les diamètres polaires (Dp) des ailes droits des grains de pollen…… 59
V. 4.2.2.5-les diamètres équatoriaux (De) des ailes droits des grains de pollen….. 59
V. 4.2.2.6-le rapport (Dp/De) des ailes droits des grains de pollen…….. 59
V. 4.2.2.7-les diamètres polaires (Dp) du corps des grains de pollen……..…… 59
V.4.2.2.8-les diamètres équatoriaux (De) du corps des grains de pollen…….…… 59
V.4.2.2.9 - le rapport (Dp/De) du corps des grains de pollen……..……. 60
V.4.2.2.10 -les diamètres polaires (Dp) des (grains + ailes) des grains de pollen… 60
V.4.2.2.11- les diamètres équatoriaux (De) des (grains + ailes) des grains de pollen……. 60
V.3.2.2.12-le rapport (Dp/De) des (grains + ailes) des grains de pollen……. 60
V.4.3 -Détermination du taux de fertilité des grains de pollen……..…… 62

V.4.3.1- le taux de fertilité des grains de pollen…… 62
V.4.4-L'étude corrélative……... 62
V.4.4.1- La corrélation entre le diamètre polaire (DP) et le diamètre équatorial (DE). 62
V.4.4.2-La corrélation entre le taux de fertilité (TF) et le diamètre polaire (DP)……. 62
V.4.4.3-La corrélation entre le taux de fertilité (TF) et le diamètre polaire (DE)…..... 62
V.4.4.4-La corrélation entre le taux de fertilité (TF) et le rapport (DP/DE)……. 62
V.4.4.5-La corrélation entre le rapport (DP/DE) et les paramètres climatiques…… 62
V.4.4.6-La corrélation entre taux de fertilité et les paramètres climatiques…….. 63
V.4.5-Discussion……..... 64
V.4.5.1-Analyse des observations obtenues de la figure .29……. 64
V.4.5.2- Variabilité de la forme……. 64
V.4.5.3- Variabilité de la forme des pollens en fonction des paramètres climatiques. 65
V.4.5.4 -Variabilité des diamètres……..…. 67
V.4.5.5 - Analyse du taux de fertilité…… 68
V.4.5.6 -Variabilité de la fertilité du pollen étudié en fonction des deux diamètres…. 69
V.4.5.6.1-Variabilité de la fertilité et DE…… 69
V.4.5.6.2- Variabilité de la fertilité et DP…… 69
V.4.5.6.3- L'influence des régions sur le taux de fertilité……. 69
V.4.5.6 .4 - L'influence des paramètres climatiques sur le taux de fertilité…….. 70
V.5 - L'effet variation de la qualité de l'air sur la morphologie des grains de pollens et leur taux de fertilité…… 71
V.5 .1 - l'effet de la variation de la qualité de l'air en fonction des deux diamètres Dp, De et la forme DP / DE des grains de pollen…….. 71
V.5 .2 - l'effet de la variation de la qualité de l'air sur le taux de fertilité…… 73
Conclusion Générale……..... 75

Liste des Tableaux

Liste des tableaux

Tableau .1: Comparaison entre les lichens et les végétaux ;

Tableau. 2: Les grands types de pollen (PONS, 1958) ;

Tableau .3 : d'après (Pons, 1958) les différents types de pollen des gymnospermes ;

Tableau .4 : Précipitation moyennes mensuelles (mm) (2006/2015) ;

Tableau.5 : Répartition des valeurs des températures moyennes mensuelles des zones d'études (2006/2015) ;

Tableau .6: régimes saisonniers des zones d'étude ;

Tableau .7: Quotient pluviométrique et étage bioclimatique des zones d'études ;

Tableau. 8: Les 21 espèces des lichens identifiés ;

Tableau.9 : exemple calcule les fréquences des espèces ;

Tableau.10 : exemple calcule l'indice de la qualité de l'air ;

Tableau. 11 : Comparaison des caractéristiques climatiques et édaphiques des zones de Baïnem, Chréa et Senalba ;

Tableau.12 : Comparaison de l'inventaire des lichens de toute l'Alger (GHENNAM ,2011) et les trois stations d'étude Baïnem, Chréa, Senalba ;
Tableau.13 : La répartition des espèces de lichen intra et inter station ;

Les tableaux.14 : les degrés de la qualité de l'air dans les trois sites Alger (Baïnem) ;

Les tableaux.15 : les degrés de la qualité de l'air dans les trois sites Blida (Chréa) ;

Les tableaux.16 : les degrés de la qualité de l'air dans les trois sites Djelfa (Sénalba) ;

Tableau.17: Les valeurs des IQA des zones d'études ;

Tableau, 18: les déférentes mesures et mensuration ;

Tableau. 19: Analyse de la Variance (effets significatifs marqués à $p < .05$) ;

Tableau.20: La forme des grains de pollen de l'espèce étudiée des déférentes zones d'études ;

Tableau. 21: L'analyse corrélative entre la forme des grains de pollens (DP/DE) et les paramètres climatiques (précipitations, T° max, T° min) ;

Tableau. 22: Analyse corrélative du taux de fertilité avec les mesures des deux diamètres DP et DE des grains de pollen étudiés ;

Tableau. 23: L'analyse corrélative entre le taux de fertilité des grains de pollen et les paramètres climatiques (précipitation, T° max, T° min) ;

Tableau. 24: L'analyse corrélative entre les IQA et les diamètres DP et DE et la forme des (Ail+grain) des grains de pollen ;

Tableau. 25: L'analyse corrélative entre les IQA et le taux de fertilité des grains de pollen ;

Liste des figures

Liste des figures

Fig.1: Thalles de lichen : crustacé (**A**), foliacé (**B**) et fruticuleux (**C**) ;

Fig.2: Les structures homéomère d'un cyanolichen et structure hétéromère d'un lichen foliacé ;

Fig.3: Reproduction sexuée (champignon seul) ;

Fig.4: Reproduction asexuée par sorédies ;

Fig.5: Reproduction asexuée par isidies ;

Fig.6: Schéma d'un grain de pollen de Narcisse tazette (Prost, 1986) ;

Fig.7: Coupe théorique à travers le sporoderme d'un grain de pollen (Renaultal, 1992) ;

Fig. 8: Coupe schématique d'un grain de pollen avec indication des principales structure de l'exine d'après la forme de ses protubérances (Jeanne, 1983 in NAAS, 2006);

Fig. 9: Divers aspects du sporoderme (Pons, 1958) ;

Fig.10: Les trois classes de forme des grains de pollen (Renault, et Petzold, 1989) ;

Fig.11: Orientation du grain de pollen dans la tétrade (Renault, et Petzold, 1989) ;

Fig.12: Différents types polliniques d'Angiospermes d'après le nombre et les dispositions des apertures (Renault, et Petzold, 1989) ;

Fig. 13: Pollens de Gymnospermes de 1 *à* 6 X 250, les autres x 5110 (PONS, 1958);

Fig.14: Diagramme Ombrothermiques Bagnouls et Gaussen des différentes zones d'étude ;

Fig.15: Climagramme pluviométrique d'Emberger des zones d'étude ;

Fig.16 : Le choix des arbres ;

Fig. 17: triage et étiquetage des lichens récolté.

Fig. 18: Mise en place du transparent de relevé sur le tronc.

Fig.19: Echelle d'évaluation de la pollution de l'air pour l'Europe tempérée (Kirschbaum et Wirth, 1997) ;

Fig.20 : La récolte des cônes mâle ;

Fig.21 : Préparation de 10 lames en utilisant de l'alcool.

Fig.22 : Mesures biométrique par Axio Visio Rel.4.8 (des grains de pollen du pin d'Alep), Ail droite (DP et DE), Ail Gauche (DP et DE) ;

Fig.23 : teste de fertilité par le carmin acétique ;

Fig.24 : calcule du taux de fertilité ;

Fig.25 : Abondance en (%) des espèces de lichens trouvés dans les zones d'études ;

Fig.26 : Les espèces communes entre les trois zones d'études ;

Fig.27 : les espèces communes entre les deux zones Alger et Blida ;

Fig.28 : l'espèce commune entre les deux zones d'Alger et Djelfa ;

Fig.29 : les espèces communes entre les deux zones Blida et Djelfa ;

Fig.30 : Les espèces qui existent uniquement dans la station d'Alger (Baïnem) ;

Fig.31 :L'espèce qui existe uniquement dans la station de Djelfa (sénalba) ;

Fig.32 : Les espèces qui existent uniquement dans la station d'Blida (Chréa) ;

Fig.33 : (A, B, C, D) observations microscopiques (Gr x 10) des grains de pollen ;

Fig.34 : Les diagrammes corrélatifs :

Fig.35: Observation microscopique (Gr×10) des grains de pollens de l'espèce ; ***Pinus halepensis*** (station Sénalba) ;

Fig.36: Observation microscopique (Gr×10) des grains de pollens de l'espèce ***Pinus halepensis*** (station Baïnem) ;

Fig.37 : Observation microscopique (Gr×10) des grains de pollens de l'espèce ***Pinus halepensis*** (station Chréa) ;

Fig.38 : Mesure DP et DE des grains de pollen de l'espèce étudiée ;

Fig.39 : Taux de fertilité des grains de pollen ;

Fig.40 : Taux de fertilité et mesures (DP et DE) des grains de pollen étudiée ;

Fig. 41 : Les valeurs des IQA et mesures (DP et DE) des (Ail+grain) ;

Fig. 42 : Les valeurs des IQA et la forme des grains de pollen (Ail+grain) ;

Fig. 43 : Les valeurs des IQA et le taux de fertilité des grains de pollen ;

Fig.44 : Les figures corrélatives ;

Liste des abréviations

°C : degré Celsius ;

cm : centimètre ;

E : axe équatorial ;

PP' : axe polaire ;

µm : micro mètre ;

% : pour cent ;

mm : millimètre ;

I.M.R: Institut mondial pour les ressources ;

B.N.E.F : Bureau national des études forestières ;

GNL : gaz naturel liquéfie ;

DGF : direction générale des forets ;

Introduction Générale

Introduction

Les forêts sont les ressources naturelles végétales les plus abondantes et les plus variées. (Guyon, 2001). Qui jouent de multiples rôles, écologiques, socio-économiques et culturels dans nombre de pays méditerranéens. Elles contiennent d'importantes ressources et assurent des fonctions essentielles, notamment : production du bois, habitat pour la flore et la faune sauvage, conservation des ressources en eau et en sols, et filtre pour les polluants, ainsi elles favorisent la conservation de la biodiversité, (Anonyme 2010). La lutte contre la désertification, et l'amélioration des conditions de l'environnement (Machouri, 2006).

La forêt couvrait, il y a huit mille ans, la moitié de la planète; aujourd'hui 80% de ces forêts primaires ont disparu. Ce sont ces forêts primaires qui abritent la majorité des espèces végétales et animales (biodiversité) de la planète.

En Algérie, la forêt est confrontée à une dégradation très avancée due aux: déséquilibres liés à certaines essences, érosion, changement climatique et pollution (D.G.F, 2003).

Dans ce pays, la forêt revêt un caractère particulièrement important, car elle constitue un élément essentiel de l'équilibre écologique et socio-économique des régions rurales en particulier et du pays en général. Nulle part ailleurs, la forêt n'apparaît aussi nécessaire à la protection contre l'érosion, la désertification, à l'amélioration des activités sylvicoles et pastorales et à la protection de l'environnement

Dans le cadre de ce mémoire nous allons nous appuyer sur le calcul de l'Indice de qualité de l'air en utilisant les espèces des lichens échantillonnées dans les trois station forestières Alger (Baïnem), Blida (Chréa), Djelfa (Senalba) pour estimer la qualité de l'air et la diversité licheniques.

Les lichens sont très dépendants de la qualité de l'air et des eaux de pluie d'où ils tirent leur alimentation. Ils sont peu sensibles aux pics de pollution, ce sont des organismes intégrateurs d'une pollution de fond (Deruelle S., Lallemant R., 1983) in (KHELIL Rahma et *al ;* 2014).

Les lichens n'ont pas de cuticule et donc pas de stomate et par conséquent pas de moyen de réguler leurs échanges avec l'atmosphère. Ainsi en cas de pollution atmosphérique, même faible, ils absorbent les polluants ce qui peut aller jusqu'à les faire disparaître. C'est pourquoi les lichens peuvent être utilisés comme bioindicateurs de la qualité de l'air (J-C MASSON, 2014).

Et nous somme intéressés par les gymnospermes, qui qualifient les plantes supérieurs à fleurs unisexuées (cônes males); les organes mâles sont représentés par les écailles portant des sacs polliniques (portant les grains de pollen).

Ces grains microscopiques contiennent une potentialité énergétique suffisante pour donner naissance à un fruit ou à une graine. Ce pollen qui contient tous les éléments indispensables à la formation et à la croissance d'une plante, a des caractéristiques très spécifiques pouvant être utilisés comme des critères de classification.

La caractérisation de la forme des grains de pollen se base principalement sur l'estimation dimensionnelle des deux diamètres polaire (DP) et équatorial (DE) (Pons, 1958; Bonnefille et Riollet, 1980; Jenne, 1983; Renault-Miskovsky et Petzold, 1989; Guerin et al, 1993 et Leroet et Allent, 2004 in Naas, 2006).

L'objectif de ce mémoire se base sur la variabilité de la qualité de l'air par l'utilisation des lichens et leur effet sur la morphologique et le taux de fertilité des grains de pollen du Pin d'Alep ;(*Pinus halepensis*) en faisant une comparaison diagnostique entre trois différentes stations; chacune d'elle se caractérise par des conditions édaphoclimatiques déférentes aux autres.

Pour ce qui est de notre problématique elle est basée sur les questions suivantes :

- Y'a-t-il une variation de la qualité de l'air entre les trois d'étude ?
- Y'a-t-il une variation de la morphologie et le taux de fertilité des gains de pollen ?
- Est-ce qu'il y'a un effet de la qualité de l'air sur la morphologie et le taux de fertilité des grains de pollen de (*Pinus halepensis)* dans les trois stations d'étude ?

Pour pouvoir répondre à ces questions et atteindre notre objectif, nous avons suivi la méthodologie suivante :

Non avons scindé notre travail en Cinq chapitres essentiels ; concernant les trois premiers chapitres ils contiennent quelques généralités sur les lichens ainsi que le développement de quelques notions sur les pollens et leurs critères de classification, et enfin donner quelques généralités sur la forêt et les exigences écologiques de l'espèce étudiée.

Pour le quatrième chapitre: il comprend la partie « matériel et méthodes » pour le dernier chapitre, consiste à la lecture et la discussion des résultats obtenus dans le chapitre précédent.

Chapitre I

Généralité sur les lichens

I -1-Définition des lichens :

Les lichens, si communs en forêt sous forme de croutes ou de lames vertes, grises ou jaune fixées sur l'écorce des arbres ou sur les roches ; parfois, ils affectent une forme chevelue.

Le lichen représente l'association d'un champignon et d'un cryptogame inferieur vivant dans les eaux et appelé algue.

Les lichens jouent un rôle dans la formation de la terre végétale, en décomposant la roche étant en abondance sur les arbres, ils peuvent leur nuire en entretenant sur les eaux une humidité prolongée. Mais cela est généralement l'indice et non la cause d'une végétation médiocre résultant de condition peu favorables (P. BOUDY, 1952)

Les lichens sont un groupe de végétaux appartenant aux cryptogames, comme les champignons, les mousses et les fougères. Ils sont constitués de champignons et d'algues vivant en symbiose vraie: les uns ne pouvant pas vivre sans les autres. L'association d'un élément fongique (champignon ou mycosymbiote) et d'un élément algal (algue ou phytosymbiote, parfois appelé aussi phycosymbiote) donne cette biomorphose due à l'interaction des deux composants (Nash III, 2008) in Mme BOUTABIA Lamia 2016)**.**

I- 2-Partenaires de lichens et leur rôle :

Un lichen est un être composite. Il résulte de l'association d'un champignon et d'une algue ou d'une cyanobactérie. Le champignon abrite et emballe une minuscule «algue» (de couleur verte ou bleue) et forme le thalle. Le lichen peut être comparé à un château féodal du Moyen Âge puisque le champignon (seigneur) assure une protection à l'algue (paysan) qui en retour le nourrit (Sylvain.BELLENFANT et al, 2010).

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

Le champignon est appelé **mycobionte** (« myco » = champignon, « bionte » = être vivant). Le mycobionte permet la fixation au substrat, joue un rôle de protection et apporte aussi l'eau et les sels minéraux et d'autres vitamines (notamment C) qu'il capte dans le substrat.

Les substances lichéniques sont responsables de la coloration des lichens et ont des multiples applications en teinturerie et parfumerie (Sylvain.BELLENFANT et al, 2010).

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

L'algue est appelée **phytobionte** (« phyto » = végétal).

Le phytobionte réalise la photosynthèse par des pigments assimilateurs et apporte sucres et vitamines (vitamine B) au mycobionte. La photosynthèse assimile le dioxyde de carbone (CO2) atmosphérique (Sylvain.BELLENFANT et al, 2010).

I .3- L'appareil végétatif :

I. 3.1 Morphologie des thalles :

Au point de vue morphologique, on peut distinguer des Lichens à thalle fruticuleux, foliacé, squamuleux ou crustacé.

A ces quatre types, il faut encore ajouter les Lichens à thalle complexe, et les Lichens à thalle gélatineux :

Les plus caractéristiques de ces derniers sont les Collémacées dont l'appareil végétatif noiràtre , rigide et cassant, lorsqu'il est sec, se gonfle beaucoup au contact de l'eau en prenant une consistance gélatineuse et en devenant plus ou moins translucide tout en restant généralement très foncé. G. Clauzade & Y. Rondon (1966).

- **thalle crustacé**

(Le plus répandu) quand il est fortement adhérent au substrat, difficilement détachable, parfois même inclus dans celui-ci. Il a l'aspect d'une croûte, parfois fendillé, aréolé, lobé ou non au pourtour.

- **thalle squamuleux**

Quand il est constitué de petites écailles plus ou moins serrées les unes contre les autres.

- **thalle foliacé**

Quand il est formé de lames plus ou moins lobées, facilement détachables du substrat.

- **thalle fruticuleux**

Quand il est formé de lanières plates ou de tiges plus ou moins ramifiées et plus ou moins buissonnantes, adhérant au substrat par une surface réduite-

- **thalle complexe**

Ou composite quand il est formé de 2 parties distinctes. D'un thalle primaire crustacé, squamuleux ou foliacé et d'un thalle secondaire (podétions ou pseudopodétions) fruticuleux dressé, plus ou moins ramifié, portant les fructifications.

- **thalle gélatineux**

Quand à l'état humide il a la consistance de la gélatine en raison de la présence de cyanobactéries réparties uniformément dans le thalle. À l'état sec il est coriace et friable. On peut rencontrer ces différentes morphologies sur tous types de substrats, le sol, les rochers, les arbres, les branches et le bois mort. À une exception près peut être, sur les feuilles ou je ne connais que des lichens crustacés. ROSE (1976, 1993, 1999) et COPPINS (2002).

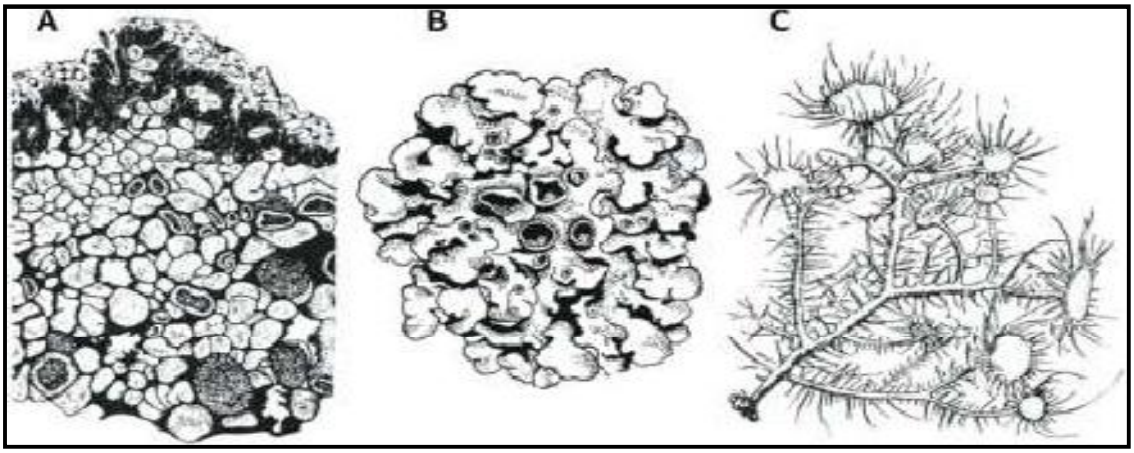


Fig.1: Thalles de lichen : crustacé (**A**), foliacé (**B**) et fruticuleux (**C**)
(Ozenda, 2006) in **Yannick AGNAN 2013**

I -3-2- Structure :

Les thalles filamenteux sont caractérisés par une structure très simple produite par l'algue. Chaque filament est formé d'un filament d'algue entouré d'un réseau d'hyphes fongiques.

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

I -3-2-1 - Structure homéomère :

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

a) **Chez divers lichens gélatineux**, plus spécialement les *Collema*, dont le thalle est formé d'une masse mucilagineuse incolore ou jaune clair, contenant des chaînes de *Nostoc* et des filaments fongiques
b) **Chez les lichens lépreux**, dont les petits granules pulvérulents sont formés chacun d'un seul hyphe enroulé contenant quelques cellules algales.
c) **Chez quelques genres de lichens**, passant facilement inaperçus car très petits

I -3-2-2 - 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. (G. CLAUZADE et C.ROUX, 1987).

Selon (Robert ENGLER et Daneile LAVOUX, 2009) le photosymbiot constitue une zone bien délimité en deux couches de mycosymbiote dans la plupart des cas des couche, superposées sont horizontales et la structure dit stratifée ou l'on distingue :

- Un cortex supérieur (hyphes très serrées)
- Une couche algale formée d'hyphes entourant des cellules d'algue,
- Une médulle a hyphes généralement lâchés,
- Un cortex inferieur, a hyphe serrées (ou bien un hypothalle).

Chez la plupart des lichens fruticuleux les couches sont concentriques et la structure dite radiée (même couches que précédemment sauf que le cortex inferieur manque ou est remplacé par un cordon axial par exemple chez les Usnea)

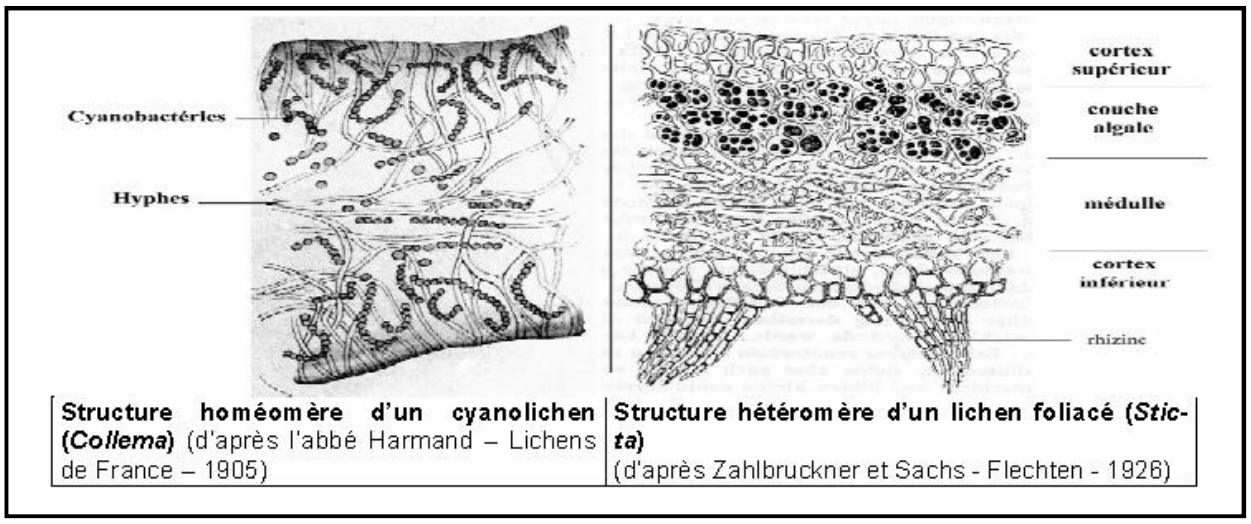


Fig.2: Les structures homéomère d'un cyanolichen et structure hétéromère d'un lichen foliacé **(Jean-Pierre Gavériaux)**

I .4 - Nature des lichens :

Un lichen est un champignon supérieur en symbiose avec une algue, le terme d'algue étant pris au sens le plus large. Le champignon est presque toujours un ascomycèteet le lichen est nommé ascolichen. Les basidiolichens (dont le champignon est un basidiomycète), sont rares; on ne traitera ici que des ascolichens. De plus les basidiolichens sont habituellement étudiés avec les basidiomycètes non lichénisés (G. CLAUZADE et C.ROUX, 1987).

L'algue, le plus souvent, est un Chlorophyte (algue verte) : Chlorococcale, avec contenu cellulaire très vert, ou Trente pohlia (algue orange), avec cytoplasme contenant des gouttelettes d'huile, riches en caroténoïdes. Mais ce peut être aussi une Cyanophycée (algue bleue) avec contenu cellulaire vert bleuâtre ou vert brunâtre, entour d'une enveloppe incolore, jaune brunâtre ou violet pourpre. Exceptionnellement chez quelques Verrucaria aquatiques, l'algue en symbiose est un Xanthophyte (algue jaune) avec contenu cellulaire vert jaune brunâtre (G. CLAUZADE et C.ROUX, 1987).

I .5 – Habitat :

Les lichens croissent dans les biotopes les plus divers. Ils manquent seulement dans la mer à des profondeurs supérieures à 10 mètres, au centre des grandes villes, où la pollution atmosphérique est importante, et sur les tissus animaux vivants.

Cependant, des parties non vivantes de ces derniers sont des substrats pour les lichens: carapaces et coquilles d'animaux marins et, seulement dans les régions chaudes et très humides, carapaces de tortues et élytres de coléoptères.

En outre des lichens peuvent se trouver sur les substrats les plus inhabituels : os, cuir, métaux, vitre, papier goudronné, (G. CLAUZADE et C.ROUX, 1987)

I .6-La reproduction végétative :

Sylvain BELLENFANT et al, (2010) les lichens subsistent longtemps à l'état sec et deviennent cassants. Leurs fragments dispersés par le vent, les animaux ou la pluie, seront capables de régénérer un thalle. La reproduction permet au lichen de coloniser de nouveaux substrats lorsque les conditions sont favorables. Deux modes de reproduction peuvent être adoptés, sexuée et asexuée. Seul le champignon est capable de reproduction sexuée.

I .6.1-Reproduction sexuée (champignon seul) :

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

1. Dans le même thalle, des « hyphes + » et des « hyphes - » (sortes de filaments du champignon) fusionnent et forment des boutons appelés apothécies qui vont produire des spores.

2. Ces spores facilement transportées par le vent vont constituer de nouveaux des hyphes asexués qui devront capturer et emballer une algue présente dans le milieu de façon à pouvoir donner naissance à un nouveau lichen.

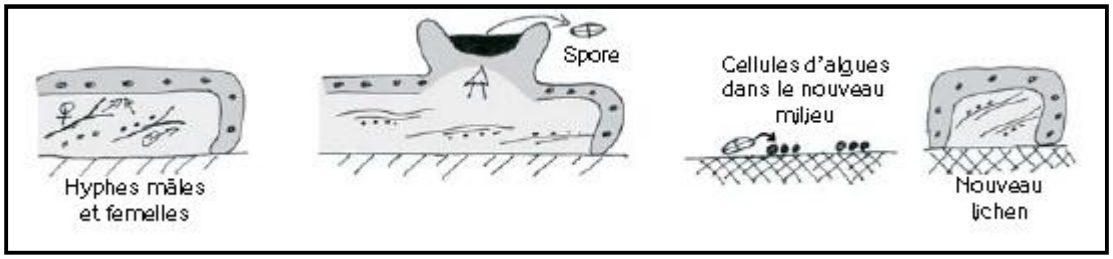


Fig.3: Reproduction sexuée (champignon seul)

I .6.2- Reproduction asexuée (algue associée au champignon) :

Les sordides et les iridiés qui contiennent à la fois le champignon et l'algue se réimplantent facilement et finissent par donner un nouveau thalle. Ces différents modes de reproduction permettent de coloniser de nombreux lieux. La reproduction asexuée s'accomplit selon deux modes

I .6.2.1-Reproduction asexuée par sorédies :

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

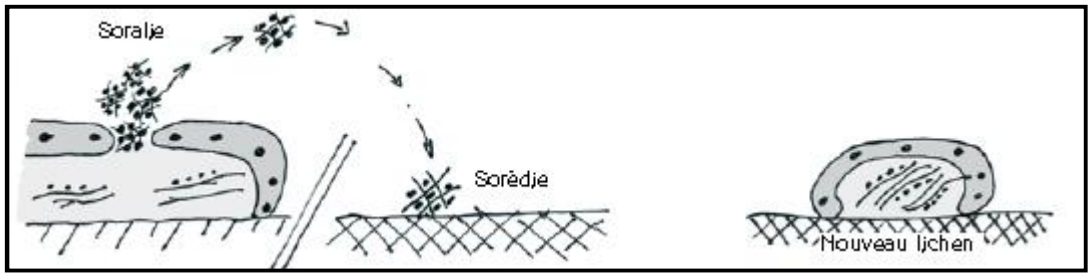


Fig.4: Reproduction asexuée par sorédies

I .6.2.2-Reproduction asexuée par isidies :

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

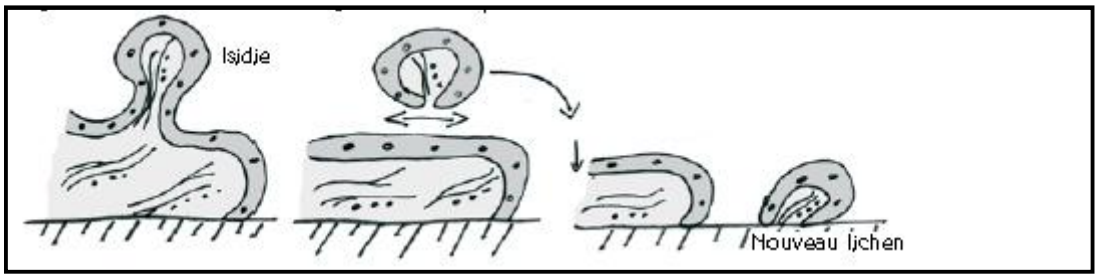


Fig.5: Reproduction asexuée par isidies

I .7-Comparaison entre les lichens et les végétaux :

Tableau .1: Comparaison entre les lichens et les végétaux (Van haluwyn et Lerond, 1993 et Gaveriaux, 1996 in AIT HAMMOU Mohamme, 2015)

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

I .8-L'écologie et les types morphologiques des lichens :

On décrit les lichens selon leur écologie. Bien que les espèces puissent présenter une certaine plasticité écologique et apparaître sur plusieurs substrats, ces catégories reflètent une préférence ou un optimum des espèces.

- Les lichens colonisant les troncs et les branches des arbres vivants sont dits corticoles ;
- Les espèces croissant sur les rochers forment le groupe des lichens saxicoles
- Les quelques espèces poussant au sol sont dites terricoles ;
- Les lichens croissant sur les mousses sont dits muscicoles et sont ici intégrés dans les terricoles au sens large. Enfin, les espèces croissant sur le bois mort sont appelées lignicoles. Vust, M., P. Clerc, C. Habashi & J.-C. Mermilliod (2015)

I .9-Rôle et usages des lichens :

Les lichens s'insèrent dans les chaînes alimentaires, sont consommés par certains animaux, ou font l'objet d'un parasitisme par d'autres champignons qui leur sont inféodés

I .9.1-Teintures et pigments :

D'après Association française de lichènologie, (2011) De nombreux lichens ont anciennement été utilisés comme colorants par l'artisanat puis dans l'industrie textile. Ces espèces étaient dénommées (orseille de terre) ou (orseille de mer) selon leur lieu de ramassage. Il ya plus de 150 ans, le pharmacien rennais Robiquet a décrit les procédés chimiques de formation de colorants à partir de lichens. Dans le Finistère se rencontrent en grande quantité sur le littoral des lichens tinctoriaux comme la pommelée (*Ochrolechia parella*) ou les Roccela, qui fournissent des colorations pourpres à violacées.

Parfums et cosmétiques : plusieurs lichens comme l'évernie du prunier (*Evernia prunastri*) ou la fausse évernie poudreuse (*Pseudevernia furfuracea*) fournissent des extraits à odeur persistante, utilisés dans l'industrie des parfums.

I .9.2-La bio-indication

Du fait de leur sensibilité ou de leur capacité d'accumulation de polluants, les lichens sont souvent utilisés comme bio-indicateurs. Très peu tolérants vis à vis de gaz toxiques tels que le dioxyde de soufre, ils disparaissent de ces zones polluées. La présence d'une grande variété d'espèces et leur abondance sont généralement indicatrices d'une bonne qualité de l'air Association française de lichènologie, (2011)

I .9.3-Utilisation en pharmacie :

Les lichens produisent de très nombreux composés chimiques qui leur sont propres et qui sont susceptibles d'avoir des applications pharmaceutiques. Ainsi, certaines de ces molécules ont une activité antibiotique ou anti-inflammatoire marquée ou bien encore des propriétés photoprotectrices. Association française de lichènologie, (2011)

I .10-Lichens et pollution :

Les lichens épiphytes dont la nutrition est étroitement tributaire de l'atmosphère, sont des végétaux qui réagissent à des doses infimes de polluants. Cette remarquable toxisensibilité des lichens est utilisée pour estimer la teneur de l'atmosphère en polluants .Par leur activité continue, les lichens sont plus soumis à la pollution que les autres végétaux qui perdent leurs feuilles I'hiver .Leur grande longévité permet de suivre l'évolution de la pollution Leur productivité réduite est attribuée à la faible quantité de chlorophylle qu'ils possèdent et qui limite leur pouvoir de récupération après une intoxication par les polluants. Les lichens accumulent de façon non sélective des quantités très importantes de substances prélevées dans l'atmosphère comme le soufre, le fluor, le plomb, les éléments radioactifs, etc.

Dans l'ensemble, la faculté d'accumulation de diverses espèces s'inscrit dans un même ordre de grandeur. C'est pour ces raisons que l'on utilise les lichens comme indicateurs biologiques de la pollution atmosphérique même faible Edith GAUDILLERE (2001).

La partie champignon des lichens pompe et filtre tout ce qui se trouve dans l'atmosphère. Les lichens fixent et concentrent la plupart des polluants atmosphériques. La sensibilité à la pollution est variable en fonction des espèces. C'est pourquoi les lichens sont utilisés comme détecteurs pour étudier l'intensité des différents types de pollution atmosphérique. Ainsi le nombre de lichens des écorces des arbres diminue-t-il de la périphérie des villes vers le centre. Des cartes des pollutions ont été réalisées en de nombreux points de la planète Sylvain BELLENFANT et al, (2010)

I .10.1-Pollution détectée par les lichens :

Les lichens sont sensibles à la pollution atmosphérique et plus particulièrement à de faibles concentrations de SO2.

Les lichens ne présentent pas la même sensibilité vis-à-vis des autres polluants :

- l'ozone semble peu nocif pour les thalles (forte concentration en été lorsque les lichens sont peu actifs.
- les thalles semblent accumuler les métaux lourds (plomb), le fluor et les radioéléments ;
- l'effet de la dioxine n'est pas traité dans la littérature actuelle .Philippe DELFOSSE Alain DELPORTE (2006)

Chapitre II
Pollens et Palynologie

II.1-Définition :

Le mot *'Pollen"* qui vient du latin signifie "farine de fleur" et désigne, l'ensemble de la poussière fécondante d'une fleur. Chaque grain de pollen représente une cellule qui contient l'élément sexuel mâl, nécessaire pour la fécondation. (Dany, 1983) **(Fig. 6).**

Le pollen représente une multitude de corpuscules microscopiques contenus dans les sacs polliniques de l'anthère de la fleur et constituant les éléments fécondants mâles de celle-ci. (Donadieu, 1983).

Il correspond comme véhicule de conservation génétique (Wang bsp et al, 1994 In Kahouadji, et Azzeddine 2002).

II.2- Palynologie :

Le terme palynologie désigne l'étude des spores et des grains de pollen qui assurent tous deux la reproduction des végétaux. Tout un faisceau d'activités scientifiques et pratiques convergent vers cette discipline : botanique, géologie, archéologie, agronomie, apiculture et aéropalynologie. (Leroyer, et Allenet, 2004)

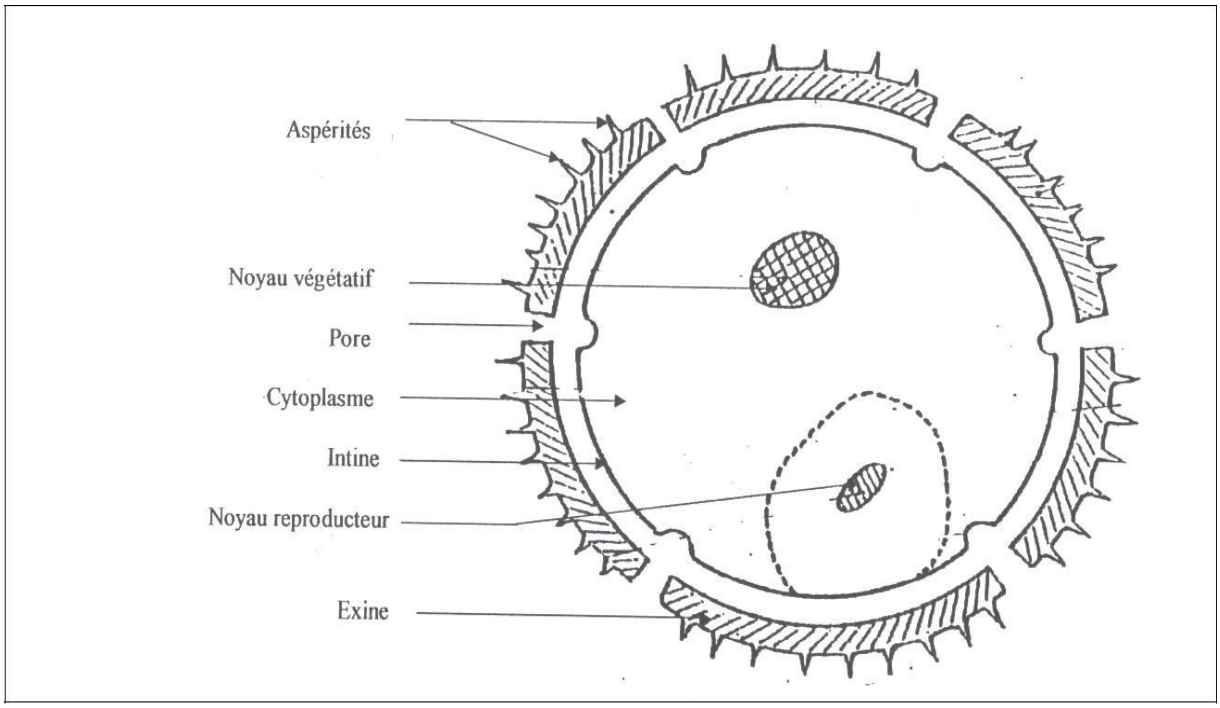


Fig.6: schéma d'un grain de pollen de Narcisse tazette (Wang bsp et al, 1994 In Kahouadji, et Azzeddine 2002)

II.3- Morphologie :

Un grain de pollen est une cellule entourée par deux membranes qui sont: **(Fig. 7)**

II.3.1- Intine :

L'intine, comme son nom l'indique est la couche interne du sporoderme. Celle-ci entoure la partie centrale constituée par le cytoplasme qui contient les noyaux, c'est la partie vivante du grain de pollen. (Jéanne, 1993**)**

II.3.2- Exine :

L'exine est elle-même double : à la couche interne non structurée, on donne le nom **d'endexine,** (Reille, 1990). C'est la couche inférieure lisse et homogène, (Jéanne, 1993).

Alors que **l'ectexine** désigne la couche la plus externe. Cette ectexine est très structurée, c'est elle qui porte la particularité pollinique. (Reille, 1990) **(Fig. 7).**

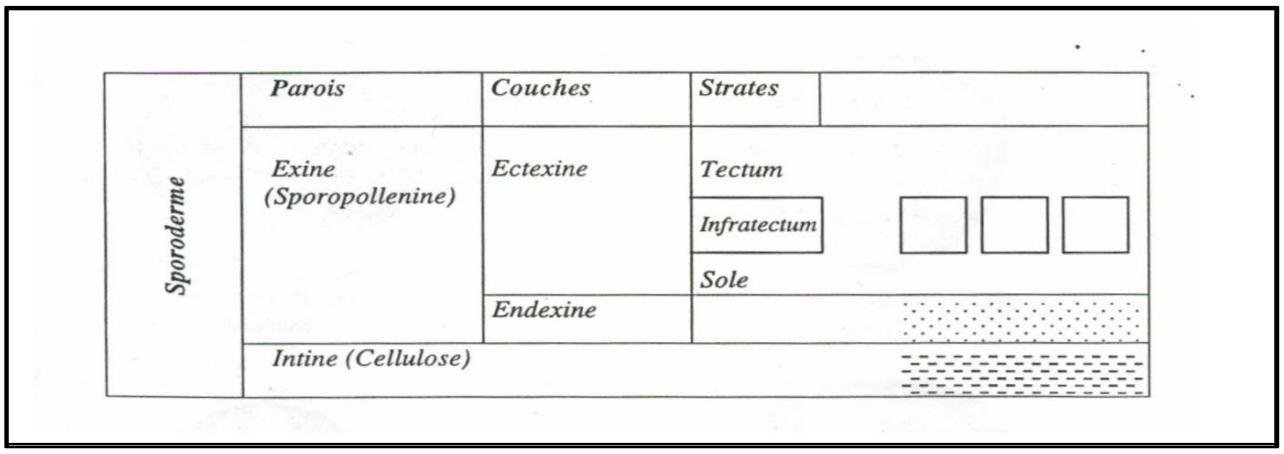


Fig.7: Coupe théorique à travers le sporoderme d'un grain de pollen (Renault et al, 1992).

II.3.2.1-Apertures :

D'une façon générale, les grains de pollen présentent des zones d'amincissement du sporoderme qui correspondent aux points de sortie possibles du tube pollinique, ce sont les apertures. Selon leur forme, on distingue des pores (porus) et des sillons (colpus). Le nombre et la disposition des apertures sont variables ; les formes tricolpées, tricolporées et stéphanocolpées sont les plus fréquentes dans les pollens. (Louveuaux, et Maurizio, 1965) **(Fig. 12 et tableau.2).**
En absence d'aperture, le pollen est dit inaperturé. On appelle pores les apertures de forme arrondie et sillons celles de forme allongée. Pores et sillons peuvent être combinés sur un même pollen (pollens colporés) (jéanne, 1993).

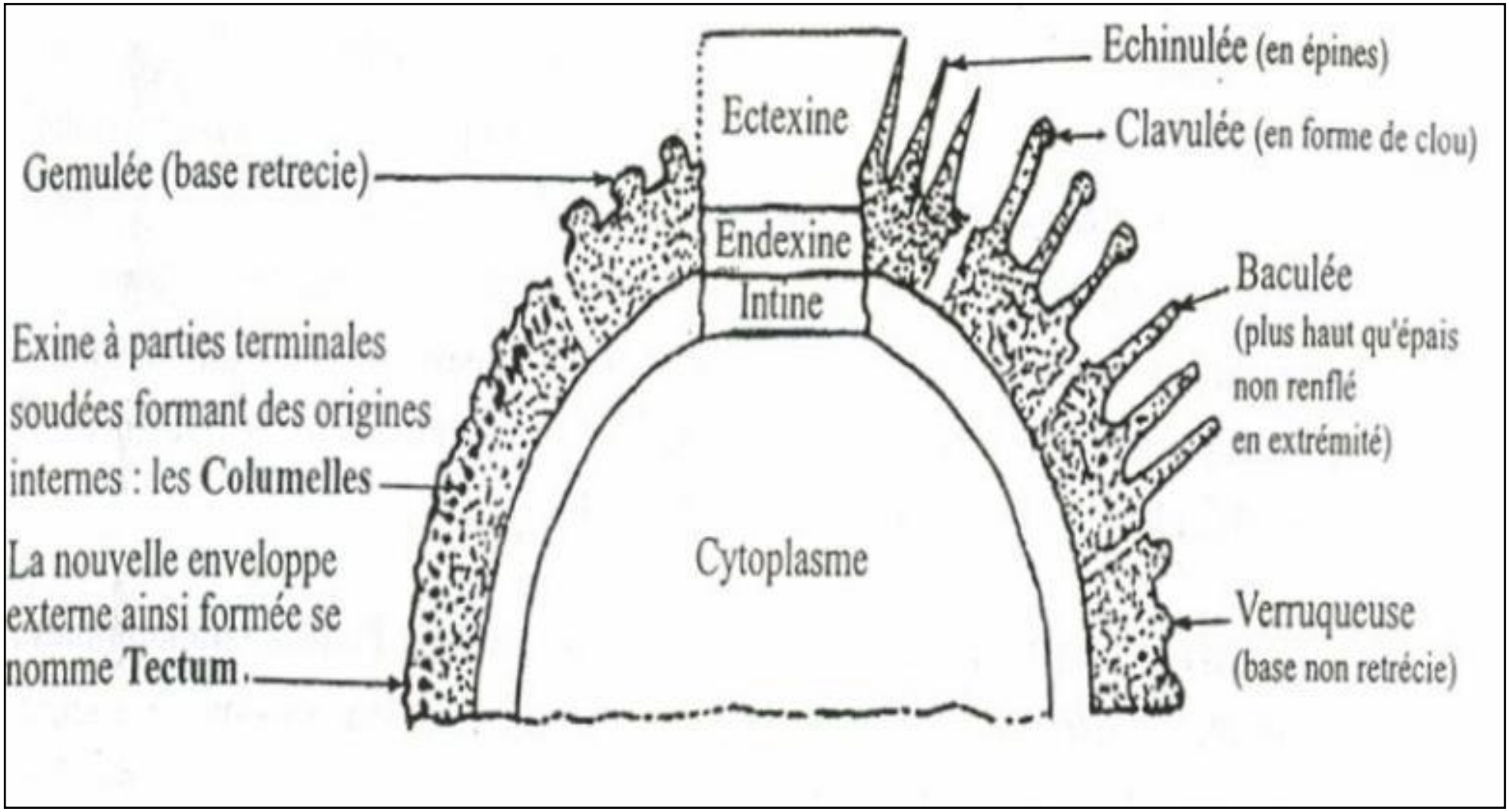


Fig. 8: Coupe schématique d'un grain de pollen avec indication des principales structures de l'exine d'après laforme de ses protubérances (Jeanne, 1983 in Naas, 2006).

II.3.2.2- Ornementation de l'exine :

Correspond aux éléments en relief observables à sa surface. Elle peut être lisse, psilée (petits points irrégulièrement répartis), scabrée (légères ondulations inférieures à 1 micron), échinulée (épines supérieures à 1 micron), genumulée, verruquée, clavulée, baculée, réticulée (avec un réseau). (Leroyer, et Allenet, 2004) **(Fig. 9)**

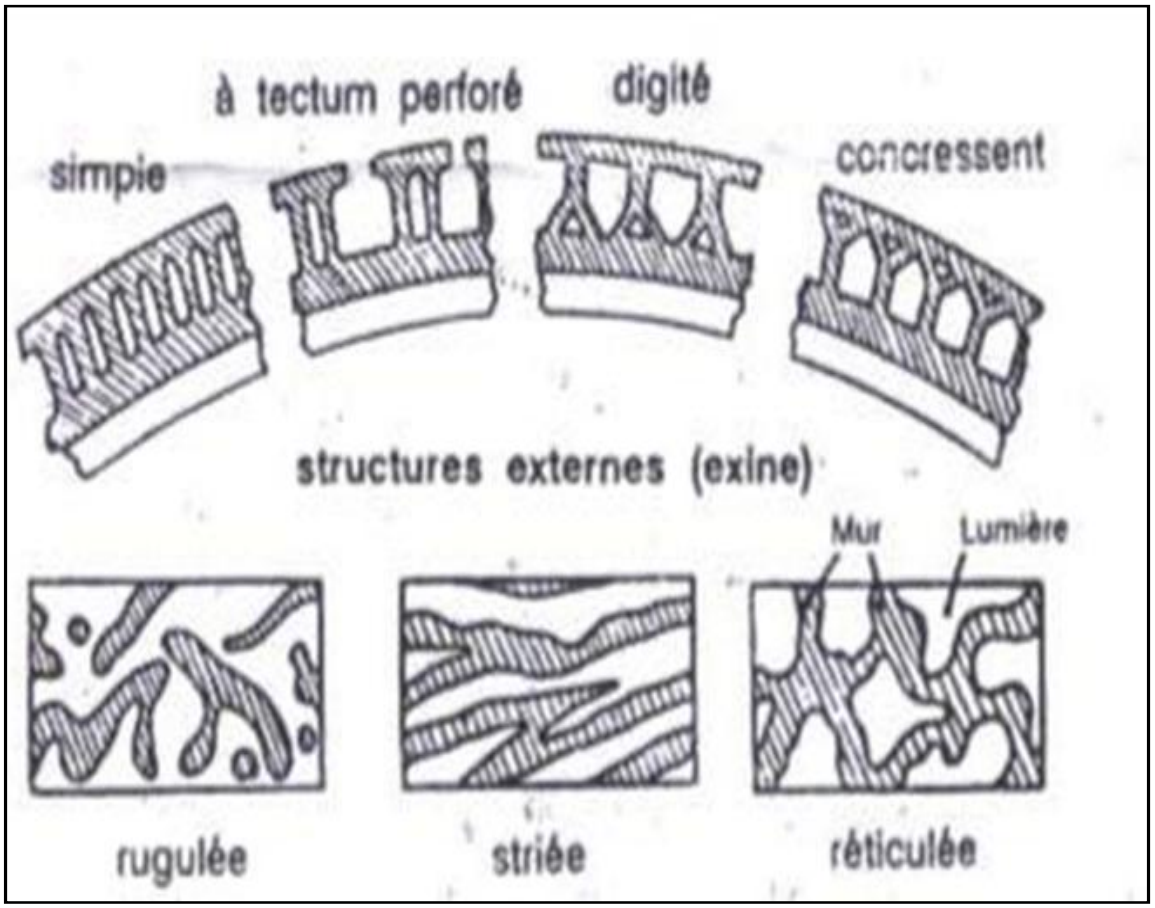


Fig. 9 : Divers aspects du sporoderme (d'après Pons, 1958)

II.4-Identification du pollen :

II.4.1- Taille :

La taille d'un grain de pollen peut varier avec l'âge et les conditions de végétation de la plante, mais les rapports P/E restent pratiquement constants pour une même espèce et s'expriment toujours en microns. (Pons, 1958).

Elle varie de 5 µm pour le Myosotis à 200/250 µm pour les pollens des Conifères à ballonnets. (Renault, et Petzold, 1989).

II.4.2-Symétrie et forme :

La forme du grain de pollen est définie par le rapport qui existe entre les dimensions des deux axes ; le grain est dit sphéroïdal quand les deux axes sont égaux, prolé quand P' est > à E, oblé quand P' est < à E **(Fig. 10)**.

La tétrade initiale permet de reconnaître un pôle proximal, proche du centre et un pôle distal diamétralement opposé qui permettent de construire un axe polaire PP' et un axe équatorial, E **(Fig. 11).**

De forme sphérique ou ovoïde plus ou moins déformée, un grain de pollen mesure de 2.5 220 microns (millième de millimètre) selon les espèces de fleur dont il est issu. (Donadieu, 1983).

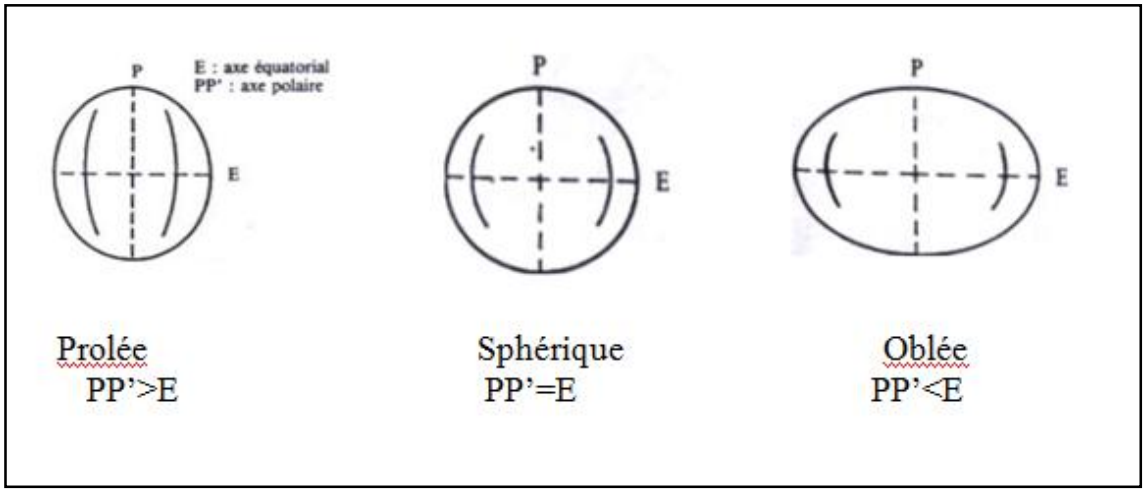


Fig.10 : Les trois classes de forme des grains de pollen (Renault, et Petzold, 1989).

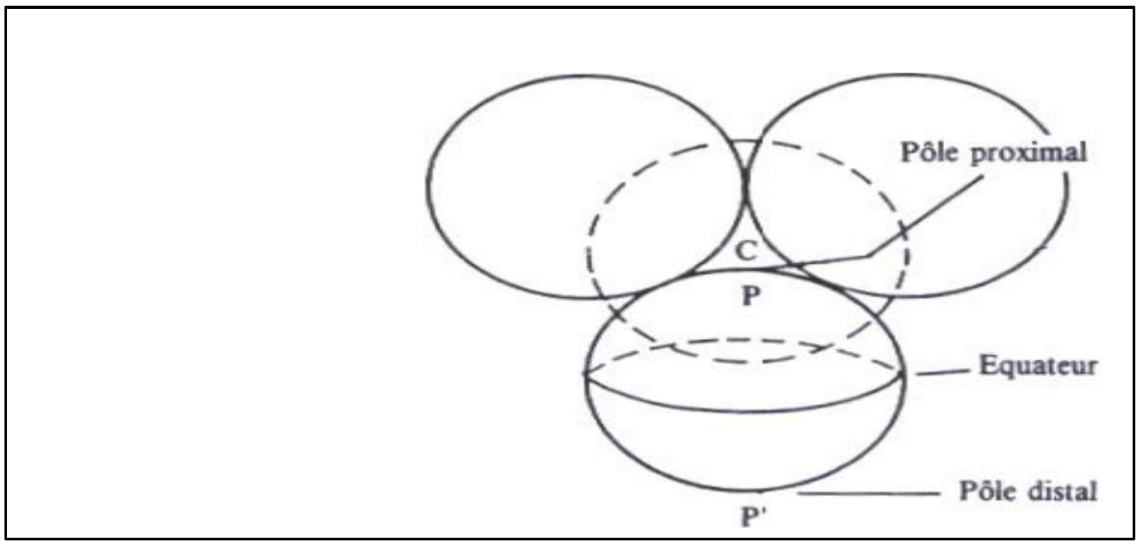


Fig.11: Orientation du grain de pollen dans la tétrade (Renault, et Petzold, 1989).

<table>
<tr><td rowspan="2">inaperturé</td><td colspan="2">vue équatoriale</td><td rowspan="2">vue polaire
tétracolpé</td></tr>
<tr><td>monocolpé</td><td>dicolpé</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>vue polaire
stéphanocolpé</td><td>vue polaire
péricolpé</td><td>monoporé</td><td rowspan="2">vue polaire
diporé</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Triporé (vue polaire)</td><td>périporé</td><td>péricolporé</td><td>dyade</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">tétrade</td><td colspan="2">poltade</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">tricolpé</td><td colspan="2">séphanoporé</td></tr>
<tr><td>vue polaire</td><td>vue équatoriale</td><td>vue polaire</td><td>vue équatoriale</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">tricolporé</td><td colspan="2">séphanocolporé</td></tr>
<tr><td>vue polaire</td><td>vue équatoriale</td><td>vue polaire</td><td>vue équatoriale</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

Fig.12 : Différents types polliniques d'Angiospermes d'après le nombre et les dispositions des apertures (Renault, et Petzold, 1989).

Tableau. 2: Les grands types de pollen (PONS, 1958).

Types de pollen	**particularités**	**Exemple**
(1) Pollen monoporé (1 seul pore)	Graine à large pore avec opercule (peu distinct), à exine diversement ornementée. Grain à petit pore annelé	- Nympheacée - Graminée
(2) pollen monocolpé (un seul sillon)	Graine à un sillon à exine finement réticulée	Liliacée
(3) pollen dicolpé (deux sillons)	Exine columellée réticulée	Tamus
(4) pollen tricolpé (trois sillons)	- Exine épaisse à fines columelles - Exine épaisse et scabre verruquée - Exine épaisse et réticulée	• Convolvulacée Fagacée (Quereus) - papaveracée • (papaver) • Oleacée (Ligustrum) - crucifére
(5) pollen tricolporé (3 silons méridiens)	• Grains à 3 silons au milieu desquels s'ouvrent des pores : A exine psilée ou scabre • A exine épaisse columelée et microéchinulée • A exine striée, rugulée .A existe largement réticulée . A exine moyennement réticulée . A exine finement réticulée	. ombellifére • Composée (centaures, cyanus) • Composée (Artémisia) • Rosacée - légumineuse (trifoluim) Oleacée (Olea) Cistacée (cistus)
(6) pollen stéphanocolpé (plus de 3 sillons méridiens)	Grain à 6 sillons larges équatoriaux et à exine réticulée	- labiatée (thymus. Lavandula).
(7) pollen Stéphanocolpré (plus de trois Sillons méridiens)	Grain I plusieurs sillons Equatoriaux au milieu desquels S'ouvrent des pores : 8 sillons et 8 pores. 6 sillons et 6 pores. 4 sillons et 4 pores.	- Symphytum - Sanguisorba - pulinonaria
(8) pollen diporé (2 pores)	• Grain à 2 pores et à exine réticulée	- cochicum.
(9) pollen triporé (3 pores)	Gros grains (> 25µm) à exine épineuse. - petit grain (e 20 µm). . à exine psilée scabre ou granulée . à exite légérement échinulée	. Campanula . moracée (Ficus) . coriaria

(10) pollen périporé certains pores éloignés de l'équateur)	- gram à plusieurs pores répartis sur toute la surface du gran . à exine verruquée . à exine echinulée . à exine psilée ou scabre.plus de 50 Pores répartis sur toute la surface du Grain	- plantaginacée (plantago) . Malviacée (malvia) . Chénopodiacée
(11) pollen syncolpé (sillons fusionnes en spirales, anneau).	- grain à sillon irrégulièrement répartis en se fusionnant . grain à sillons méridiens étroits associes à des sillons transverses	- Mynus
(12) pollen inaperturé (aucune aperture)	• Avec une exine à papille bien marquée - avec une exine sans papille . grain présentant des lacunes dont l'une à l'aspect d'un pore rudimentaire placé dans l'extrémité élargie d'un grain de forme ovoïde	Taxodiacée (séquoia) . Cypéracée
(13) pollen a ballonnet	- 2 Ballonnets	- picea
(14) Dyade	Les grains de pollen restent groupés par deux . grain, inaperturé à exine réticulée	- scheuchzeria
(15) Tétrade	. Les grains de pollen restent groupés par quatre . chaque grain ayant 1 pore de 6µm de large ou 2 apertures et une exine réticulée . chaque grain étant tricolpé ou tricolporé et à exine psilée Irrégulièrement scabre ou - verruquée	Orchidacée - Ericacée
(16) et (17) polyade	Les tétrades restent groupées par quatre . les apertures de chaque grain sont simples (pores) ou extrémement complexes (avec pores et sillons diversement organisés). . l'exine peut étre simple ou tectée , le tectum étant sauvent perforé.	- Acacia

II.5-Récolte du pollen :

La récolte doit toujours se dérouler en l'absence de précipitation en raison de l'impact négatif. De plus, la pluie a tendance à projeter le pollen au sol, ce qui réduit le rendement en pollen des cônes mâles au moment de la récolte (Anonyme, 2000).

II.6-Longévité et viabilité du pollen :

La longévité du pollen est le temps pendant lequel il peut germer après sa libération, il varie, en effet, approximativement de quelque heures pour le seigle ; un jour pour les graminées et une centaine de jours pour les rosacées (Heller et al, 1995 et Gorenfloot, 1997).

II.7- Couleur du pollen:

Quant à la couleur, elle peut aller du blanc (bruyère) au noir (coquelicot) mais très souvent en jaune ou marron clair ; sa variation inter et intra-spécifique est accordée aux variations génétiques, climatiques, édaphiques, l'état de fraîcheur de pollen et le stade de floraison (Rabiet, 1986 et Heller et al, 1995). Cette coloration est considérée comme le moyen le plus rapide de détermination grossière de l'origine du pollen.

II.8- Conservation du pollen :

I.8.1- Séchage :

Afin de ramener le taux d'humidité autour de 4% (5% maximum), qui correspond au pourcentage d'eau permettant au pollen de se conserver parfaitement sans aucun risque.

Cette opération dure plusieurs heures à 40°C et elle est satisfaisante lorsque les pelotes n'adhérent plus les unes aux autres quand on en serre une poignée dans la main (Donadieu, 1983).

II.8-2- Triage :

Soit à la main par petites impuretés quantifiées avec une petite pince (type pince à épiler ou pince à dissection). Soit avec des appareillages très élaborés (du type tarare) permettant de traiter de plus grandes quantités à la fois (Donadieu, 1983).

II.8.3- Stockage :

Stocké dans un local sec et frais, à la température de 14°C environ, si le stockage doit se poursuivre pendant plusieurs mois, il est tout de même préférable de le faire à une température située entre 0 et 5°C. (Donadieu, 1983).

II.9-Pollens des Gymnospermes :

Les Gymnospermes - nos arbres résineux - produisent cinq types de pollens, qui tous présentent une originalité et marquent, bien la singularité de ce groupe végétal.

Deux sont absolument caractéristiques : le type bi-ailé et le type polyplicaturé ; les autres, largement répandus par ailleurs, sont réalisés dans ce groupe d'une façon inhabituelle **(Fig.13 et tableau. 3)**.

Les pollens bi-ailés caractérisent les Conifères *;* leur structure, si particulière, appelle une description sommaire (Pons, 1958).

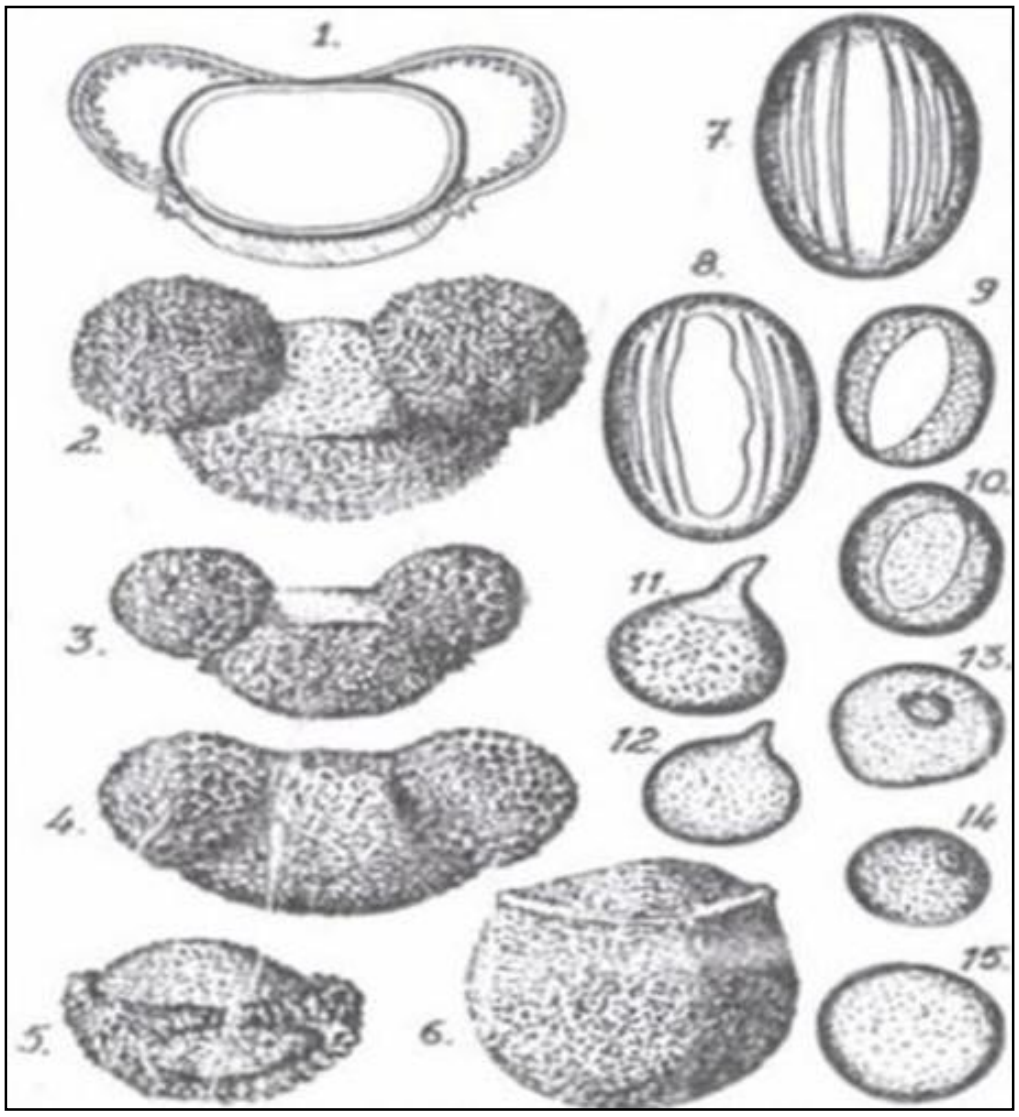


Fig. 13: Pollens de Gymnospermes de 1 *à* 6 X 250, les autres x 5110 (Pons, 1958)

Tableau .3 : d'après (Pons, 1958) les différents types de pollen des gymnospermes.

Pollen	**Particularités**
(1)	La partie vivant du grain et limité par l'intine ; celle-ci est elle-même entouré de l'endoxine cet ensemble constitue le corps du grain, « La calotte » s'amincit en des expansions qui forme les ailes .
(2)	Pollen avec un corps presque sphérique, de grand taille (100µ et plus),des ailes relativement petit bien détachées du corps, calotte épaisse, il n'y a pas de crêtes proximales.
(3)	Pollen avec un corps globuleux ou ellipsoïde à une taille (40-72 µ) , des ailes relativement importantes détachées de corps, calotte mince, de crêtes proximales peu développés.
(4)	Pollen avec un corps ellipsoïde de taille (70-100 µ), des ailes peu épaisses ne se détachant pas du corps à une calotte mince et pas de crête.
(5)	Le corps présente une curieuse forme pollinique que l'on doit rattacher à la forme bi-ailée, l'ectexine au lieu de se développent en deux expansions ailes.
(6)	Pollen avec un corps sphère de 78 µ de diamètre sans aperture et avec une exine réduite à l'endexine.
(7)	Pollen avec un corps ellipsoïde de taille (53/38 µ environ), l'exine épaisse de 7 µ, lisse et tectée.
(8)	Pollen à un seul sillon longitudinal, au milieu 1 à 20 crêtes.
(9) (10)	Pollen avec un corps ellipsoïdaux, a exine tectée lisse avec amincissement de la paroi constitue un grand sillon distal.
(11) (12)	Graine de pollen mono- ulqués ou in apertures chez le sequoia le pore distale se forme une longue papille situé au milieu d'une zone différenciée par rapport le reste de la surface (11) cette papille, plus ou moins développée et caractéristique chez les gymnospermes American et asiatique(12).
(13)	Pollen avec un corps sphérique a exine mince doublée d'un intine très épaisse jusqu'à 35 % de diamétre des graines à des apertures distal est indiqué par une raréfaction des ornementations de l'exine chez les gymnospermes de la famille du cyprés.
(14)	Chez certains genévriers à des amincissements annulaires.
(15)	Chez les thuyas et d'autres genévriers le pollen parfaitement inaperturé

Chapitre III
Forêt et l’espèce forestière

III.1- Forêts:

III.1.1-Généralités:

La forêt revêt un caractère particulièrement important. Elle constitue l'élément essentiel de l'équilibre physique, biologique et socio-économique, avec ses ressources naturelles végétales les plus abondantes et les plus variées.

Cet écosystème naturel est un excellent conservatoire d'espèces animales (Guyon, 2001). En plus de ça les écosystèmes forestiers jouent un rôle de première importance en ce qui concerne la conservation et la protection des sols et de l'eau, la lutte contre la désertification, l'amélioration des conditions de l'environnement (Machouri, 2006). La superficie mondiale du couvert forestier est de 3,9 milliards d'hectares (F.A.O., 2005).

La forêt algérienne estimée à 5 millions d'hectares en 1980, ne représente plus en 1962 que 3 millions d'hectares dans un état critique; elle couvre une surface totale de 3.970.000 ha (Kadik, 1987).

III.1.2- Caractéristiques majeures des forêts algériennes:

Les grands traits de la forêt algérienne peuvent se résumer comme suit :

- Forêt essentiellement de lumière, irrégulière avec des peuplements feuillus ou résineux le plus souvent;
- Forêt souvent ouverte formée d'arbres de toutes tailles et de tous âges en mélange;
- Forêt avec présence d'un épais sous-bois composé d'un grand nombre d'espèces secondaires limitant l'accessibilité et favorisant la propagation des feux;
- Productivité moyenne annuelle très faible;

Utilisation de toutes les formations forestières comme terrains de parcours avec toutes les conséquences (Ferka Zazou, 2006**).**

III.2 -Espèces forestières :

III.2.1- Pin d'Alep ; *(Pinus halepensis)* :

III.2.1.1-Généralités :

Le pin d'Alep est l'une des essences les plus précieuses de l'Afrique du Nord, les forêts de cette essences apparaissent bien souvent comme caractéristiques de l'étage méditerranéen inférieur.

Les forêts du Pin d'Alep occupent au total plus de 3,5 millions d'hectares. Les pays du Maghreb constituent la zone où il offre son plus grand développement puisqu'on le rencontre à peu près partout sur les massifs montagneux, à l'exception cependant du Maroc atlantique ainsi que des zones littorales du Tell constantinois et de Kroumirie (Quezel, 1986).

Le pin d'Alep est l'espèce la plus présente en Algérie avec le chêne vert; très plastique elle, se développe dans les stations les plus diverses, allant du voisinage de la mer jusqu'aux confins sahariens. Cette vaste (étendue) aire de répartition du nord au Sud et de l'Est vers l'Ouest du pays autorise l'existence de variations écologiques se répercutant sur les peuplements et leur composition floristique (Khelifi, 2002).

III.2.1.2- Systématique du Pin d'Alep:

- Règne: *Plantae*
- Division: *Pinophyta*
- Classe: *Pinopsida*
- Ordre: *Pinales*
- Famille: *Pinaceae*
- Sous-famille: *Pinoideae*
- Genre: *Pinus*
- Espèce: *Pinus halepensis* Mill.

III.2.1.3- Aire naturelle du pin d'Alep:

Le pin d'Alep est certainement l'espèce la plus répandue sur le pourtour méditerranéen, où son **II** Quezel, (1986). C'est dans la région méditerranéenne occidentale que se trouve son aire de grande extension, mais il se localise aussi en divers points du bassin méditerranéen oriental.

- En Asie, le pin d'Alep n'existe qu'en Palestine, de part et d outre du Jordan, et dans le Liban. Pour le reste de son aire, il est Européen et Africain.
- En Europe, on le trouve massivement en Grèce, où il règne sur une surface considérable 334.000ha.
- En Espagne, le pin d'Alep est cantonné sur la cote méditerranéenne où il forme des peuplements assez importants.
- En France, le pin d'Alep occupe massivement les collines calcaires de la zone littorale de Nice à la frontière Italienne.
- En Italie, il est peu abondant, et se rencontre sous forme de massifs dans la province de Tarente. Il occupe quelques localités en Sardaigne et en Sicile.

- En Afrique du Nord l'espèce semble avoir son centre de gravité. En Tunisie il couvre 340.000 ha sur tous les massifs montagneux, il est concentré notamment sur la dorsale tunisienne et l'Oued relègue.
- Au Maroc son aire est plus disloquée sur 65.000 ha à l'Est du pays, dans le Rif, dans le moyen et l e grand Atlas.
- Enfin pour l'Algérie on le trouve dans 850.000 ha dans les Aurès, les Eméchas, sur le plateau Constantinois, dans les Bibans et l'Ouarsenis (Kadi, 1983).

III.2.1.4- Distribution biogéographique du pin d'Alep en Algérie :

En Algérie; le pin d'Alep a une très large amplitude écologique il est très commun sauf dans le "Telle constantinois (Body, 1952).

Il présente une aire très étendue qui couvre 850 000 ha, s'étendant essentiellement dans la partie nord orientale. C'est ainsi qu'il occupe de vastes peuplements en Omanie (Sidi Bel abbés, Saida, Tlemcen, Tiaret, Ouarsenis) sur le tell algérois (Médéa, Bibans).

L'aire de répartition sur l'Atlas saharien (Monts des Oueds Nais) et dans le constantinois, il est surtout localisé dans les Aurès et les monts de Tébessa où il rejoint la Tunisie par le dorsale (Kadi, 1983).

Les forêts de pin d'Alep sont surtout localisées sur les montagnes jurassiques et crétacées des monts des Oueds Nais (Ain - Goutai. Ségala, Savary

Près de Boussaâda se trouve le peuplement forestier de Messala. Les autres massifs sont ceux de Djalal, de Medvedev, Zama et le Bou-Denier.

Les massifs du Honda sont constitués de forêts mélangées à pin d'Alep et chêne vert. Les Forêts des Aurès sont dominées par le pin d'Alep sur les versants sud, ailleurs, cette essence est en mélange avec d'autre espèces (chêne vert, genévrier de phénicien, etc.).

Les plus beaux peuplements de pin d'Alep sont situés entre 1000 et 1400m d'altitude dans les massifs des Beni-Melloul Beni-Ouedjena et des Ouleds Yagoub. Les massifs des ouled Fedhala et dominés par le chêne vert.

Les pineraies de Tebessa sont assez clairières, notamment celle d'oued sidi Abid et de Brarcha Allouana. Le massif de Ouled Sidi Yahia, Ben Taleb et relativement bien venant (Kadik, 1983).

III.2.1.5-Caractéristiques Ecologiques du Pin d'Alep:

III.2.1.5.1-Altitude:

Le Pin d'Alep est une essence rustique (Chakroun, 1986), Selon (Boudy., 1952), le Pin d'Alep est une essence xérophile, thermophile et héliophile et on le trouve depuis le littoral méditerranéen jusqu' à 2200 m (Atlas saharien); la grande majorité des pinerais s'y trouve entre 800 et 1200m. En Algérie on le trouve dans:

- L'Atlas tellien, il se situe entre 1400 et 1500 m ;
- Les Aurès septentrionaux, vers 1500 m ;
- L'Atlas saharien, entre 2100 et 2200 m. (Nahal, 1986).

III.2.1.5.2-Exigences climatiques du Pin d'Alep:

Est précisée par Nahal, (1962) et Selon Kadik (1983), les principaux facteurs climatiques qui régissent l'extension de cette espèce en Algérie sont la pluviométrie, la sécheresse estivale et la moyenne des minimums des mois les plus froids.

- **Température :**

Une température moyenne du mois le plus froid (janvier) comprise entre 2,8 et 7,7°C une saison sèche de 04 mois répartir entre juin et septembre. (Kadik, 1987). Le pin d'Alep supporte des froids exceptionnels de (-15°C) à (-18°C), à condition qu'ils soient de courte durée, (Bedel, 1986).

Kadik, (1983). Précise qu'on Algérie, le Pin d'Alep offre son meilleur développement sur le littoral entre 2°C et 5°C et sur les massifs de l'Atlas saharien entre - 0.1 et + 2°C.
La moyenne des minimums du mois le plus froid (m) varie de -1.8°C â 9°C. Les meilleures pineraies se situent dans les zones où le (m) varie de -1.8°C et 5°C.

- **Précipitations:**

Le Pin d'Alep est une essence plastique qui est caractérisée par une grande amplitude pluviométrique puisqu'il se développe sous des pluviosités allant de 250 mm à 800 mm/an et plus. (Kadik, 1983).

En Algérie, le Pin d'Alep est relativement indifférent à la quantité de pluie puisque celle-ci varie entre 308 mm à Djelfa et 876 mm à Thenia (Kadik, 1983) qui situe la limite d'extension du Pin d'Alep de 275 mm à 778 mm dans le lieu oranais.

Selon Meddour (1994) le pin d'Alep est une essence thermique qui exige un climat chaud en été et qui supporte rarement des températures prolongées inférieures à l0°C. L'excès d'humidité est défavorable pour le pin d'Alep. Celle-ci résiste peu à l'enneigement.

III.2.1.5.3- Sol :

Le Pin d'Alep est une espèce très tolérante du point de vue édaphique et à la nature chimique des sols, Il peut s'installer sur des substrats variés, s'accommoder aussi bien sur des sols calcaires qu'à des sols acides. Il accepte les sols les plus arides et peut même s'installer sur des collines marneuses (Maire, 1926). D'après Kadik,(1984) et Guezel,(1980), la pineraie algérienne peut croitre aussi bien sur des sols épais que su des sols superficiels. Cette essence peut coloniser des sols très dégrades ou très jeunes

Chapitre IV
Matériel et Méthodes

IV - Matériel et Méthodes :

L'objectif de ce mémoire était de mener une étude de la variabilité de la qualité de l'air due à la pollution atmosphérique par l'utilisation des lichens comme des bio indicateur et l'effet de cette variabilité sur la morphologique des grains de pollen de l'espèce forestière (Pin d'Alep) et leurs taux de fertilité via l'observation microscopique.

IV.1-Présentation des zones d'études :

IV.1.1- Le choix des sites :

Notre choix s'est basé sur trois (03) différentes zones forestières en Algérie, et le processus de notre travail s'est déroulé dans les stations suivantes :

- ✓ **Forêt de Bainem (Alger) :**

Dans le contexte de l'étude ; cette station a été choisie en raison des fortes intensités de son trafic automobile, son industrie et l'existence considérable des espèces forestières, avec une dominance du Pin d'Alep. Ce dernier est considéré comme une espèce très sensible à la pollution (SAMASAFIA.2003).

- ✓ **Forêt de Chéra (Blida) :**

Le choix de ce site se base sur plusieurs critères, il partage presque les même circonstances avec le premier site (l'existence de Pin d'Alep, l'intensité de trafic automobile)

- ✓ **Forêt de Senalba (Djelfa) :**

Après les contacts qui ont été faits avec les services de l'environnent de la wilaya de Djelfa qui ont bien signalés que la pollution dans cette zone due presque seulement au trafic automobile engendrera un taux très bas de pollution, ce qui signale un grand écart par rapport aux deux autres stations à savoir Chréa et Baînem. C'est pour cette raison, nous avons choisis ce site pour faire une étude comparative plus objective.

IV.1.2- L'étude du milieu de chaque station :

IV.1.2.1- L'étude du milieu physique Alger (Baînem) :

IV.1.2.1.1- Situation géographique :

La forêt se trouve dans le massif de bouzaréah – bainem dont l'altitude moyenne est 195m (l'altitude de station d'étude). Le foret se situe à 15 km à l'ouest d'Alger, limitée au Nord par la mer méditerranéenne, au Sud par Chéraga , à l'Est par Bouzaréah et à l'Ouest par Ain-Benian.(Teulieres,1970 in Ahriz,1993).

IV.1.2.1.2- pédologie :

Les sables du plateau de Ain –benien donnent des terres légères profondes. Mais ils ne retiennent pas l'humidité.

Dans la forêt de Baînem se dégage deux types de sol acide sur substrat schisteux (Oubouchou, 1984 in Ahriz,1993). Sols peu évolués :

Ce sont des sols d'apport colluvial. Les caractéristiques hydrodynamiques sont bonnes. Ce sol est susceptible de stocker une bonne quantité d'eau. Le stock de matière organique est important ; le type d'humus est du type moderne.

Ces sols assez profonds permettent une parfaite pénétration des racines, la croissance des résineux y est favorable,(Oubouchou,1984 in Ahriz,1993). Sol en voie de brunification sur colluvions fersiallétiques :

La couleur de ces sols est brune en surface par contre en profondeur elle est rouge. La teneur en matière organique est importante, l'humification de la matière organique est lente.

Ces sols sont assez profonds et peuvent convenir à des essences relativement exigeantes, (Oubouchou,1984 in Ahriz,1993).

La forêt de Bainem présente un relief très hétérogène ou les pentes sont très variées. L'altitude de la forêt varie entre 60 et 320 m.

IV.1.2.1.3- Relief :

Le versant Est présente un relief convexo-concave à pentes abruptes (> 35 %), le versant Ouest est moins accidenté avec cependant quelques fortes pentes irrégulières (15 à 25%). L'altitude varie entre 100 et 290 m.

Le versant Nord-Ouest est concave à l'amont, convexe à mi-distance et concave à l'aval, la pente est irrégulière (10 à 25%). Le versant Sud- Est est plus ou mois rectiligne (5-20 %) se terminant à l'aval par l'oued la gares. L'altitude varie entre 130 et 320 m (point culminant de la forêt), ce qui reflète qu'au Nord les pentes sont abruptes (20 à 35 %), mais diminuent régulièrement de l'amont à l'aval. Le versant Sud est en général de moyenne à faible pente (5 à 15 %) donnant un relief presque rectiligne, il se termine à l'aval par l'oued lagares,(Ahriz,1993).

IV.1.2.2- L'étude de milieu physique Blida (chréa) :

IV.1.2.2.1- 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).

IV.1.2.2.2 - 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).

IV.1.2.2.3 - 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 couleur brun 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).

IV.1.2.2.4 - 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 (Haddad, 1998).

IV.1.2.3- L'étude de milieu physique djelfa (senalba) :

IV.1.2.3.1- Situation géographique :

A environ de 300 km au sud d'Alger, comprise entre 36°36 et 36° 42 latitude nord, 3 et 3° 12 longitude est, le massif du sénalba chergui est le principal chainon des mouts des ouleds nails (B.N.E.F, 1983). Selon le B N E F (1983) la foret de sénalba chergui est limitée :

- Au nord : par la dépression de zoubia avec les altitudes oscillant entre 960 m et 1100 m
- A l'Est : la route national N° 1 reliant la ville d'Alger aux villes du sahara en passant par djelfa avec un tronçon de 10 km environ limitant la foret.
- Au sud : la route de wilaya N°164 reliant Djelfa à charef (tronçon de 3.5 km limitant la foret).
- A l'Ouest : un large couloir de terre dénudée entaillée par les affluents d'Oued Zombai.

IV.1.2.3.2- Pédologie :

La quasi-totalité des sols de San alba est calci-magnisique, représentés par les classes suivantes :

- **Les régosols sur marnes ou argiles :**Constituant les affleurements de la roche mère, il s'agit d'une simple désagrégation physique des marnes en polyèdres plus ou moins fin indiqué par la présence d'un horizon A peu épais (Pouget, 1980).
- **Les sols calci-magnésiques :** Croute calcaire et encroutement calcaire, et les rendzines, ce sont généralement des sols anciens très érodés (B.N.E.F ; 1983).

IV.1.2.3.3- Relief :

La forêt de Senalba chergui occupe deux crêtes principales : Djebel Sen alba Chergui qui s'oriente vers le sud-ouest d'une longueur de 17 km, et le djebel haouas qui s'oriente vers le nord-est d'une longueur de 20 Km (Hassoul et nafti, 2008).

Selon les données de B.N.E.F (1983), l'altitude est comprise entre 1200 et 1492 m, descendant en pentes douces au sud et abruptes au nord (20 à 30° et plus) vers les hantes plaine

IV.1.3 - Etude climatique de chaque station :

Les données utilisées sont relatives à un poste météorologique, relevant de l'O.N.M, de Dar El-Beida (Alger). Cette dernière est choisie comme station de référence, puis qu'elle renferme toutes les stations météorologiques en Algérie. Ce qui nous a permis de procéder à des

corrections climatiques selon le gradient pluviométrique et thermique de Seltzer (1946) utilisés et adoptés par Djebaili (1984), le gradient pluviométrique est de 20 mm/100 m d'altitude, et le gradient thermique est de 0.4 C°/100 m d'altitude pour le minimum (m) et 0.7 C° pour le maximum (M).

IV.1.3.1- L'étude climatique d'Alger (Bainem) :

- **Précipitations :**

La moyenne annuelle de pluie calculée pour ce laps de temps (2006-2015) est égale à 661.4 mm/an. Les mois les plus pluvieux sont Novembre et Décembre avec une moyenne mensuelle de 118.2 et 100.8 mm respectivement, et le mois de juillet est le plus sec avec une valeur de 1.6 mm (Tableau 4 ; voir annexes)

- **Températures :**

Elles sont exprimées par la moyenne des minimas du mois le plus froid (m) et la moyenne des maximas du mois les plus chauds (M) ainsi que les températures moyennes.

D'après le tableau 6 (voir annexes) les températures moyennes mensuelles ont un minimum (7.9 m) en février (C°) et un maximum (M) en Août (28.2 C°)

IV.1.3.2- L'étude climatique de Blida (chéra) :

- **Précipitations :**

Les précipitations sont de l'ordre de 682.19 mm/an et se concentrent entre le mois de Novembre et Février. Le mois le plus pluvieux est Février avec une moyenne mensuelle de 116.52 mm et le mois de juillet est le plus sec avec une valeur de 0.8 mm (tableau 4; voir les annexes).

- **Températures :**

D'après le tableau 4 (voir annexes), nous remarquons que le mois le plus froid est le mois de janvier avec une température moyenne de 5.15 C°, et le mois le plus chaud est celui de juillet avec une température moyenne de 29.54 C°.

IV.1.3.3- L'étude climatique de djelfa (Senalba)

- **Précipitations :**

La moyenne annuelle des pluies calculée pour ce laps de temps (2006-2015) est égale à 304.74 mm/ans.

Les mois les plus pluvieux sont Octobre et Mars avec une moyenne mensuelle maximale de 32.4 mm, le mois de juillet et le plus secs avec une valeur de 12.3 mm (Tableau 4 ; voir les annexes)

- **Températures :**

La température moyenne mensuelle marque un minimal au mois de février à une valeur de 2.1 C° et une moyenne maximale au mois de juillet à une valeur de 28.2 C° (Tableau 5; voir les annexes).

IV.1.4 - cadre bioclimatique:

IV.1.4.1 - Saison sèche:

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

Les diagrammes ombrothermiques (Fig.14) montre que pour la station de Baînem une saison sèche qui dure environ 04.5 mois cependant la station de chéra a une saison sèche de 04 mois, en fin la station de Senalba a une saison sèche de 05.5 mois (tableau 6; voir les annexes).

IV.1.4.2 - 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).

$$Q2 = 2000\ P / (M2-m2)$$

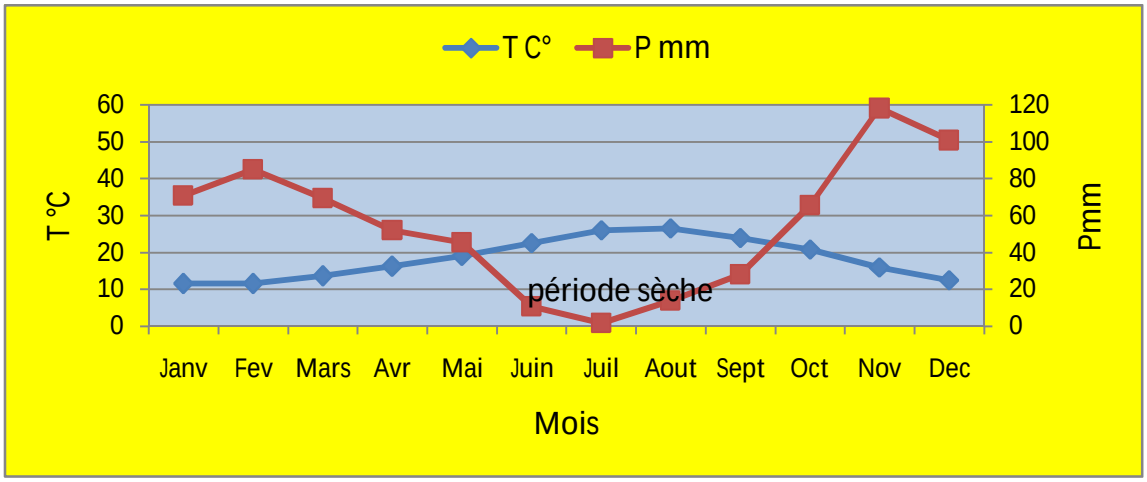
P	=	Pluviosité moyenne annuelle
M	=	Moyenne des maximas du mois le plus chaud
m	=	Moyenne minimas du mois le plus froids
M et m	=	Sont exprimés en dégrées Kelvin (Celsius +273).

En reportant les valeurs de Q2 et de m sur le climat gramme d'Emberger tableau 7 (voir les annexes) et (Fig.15).

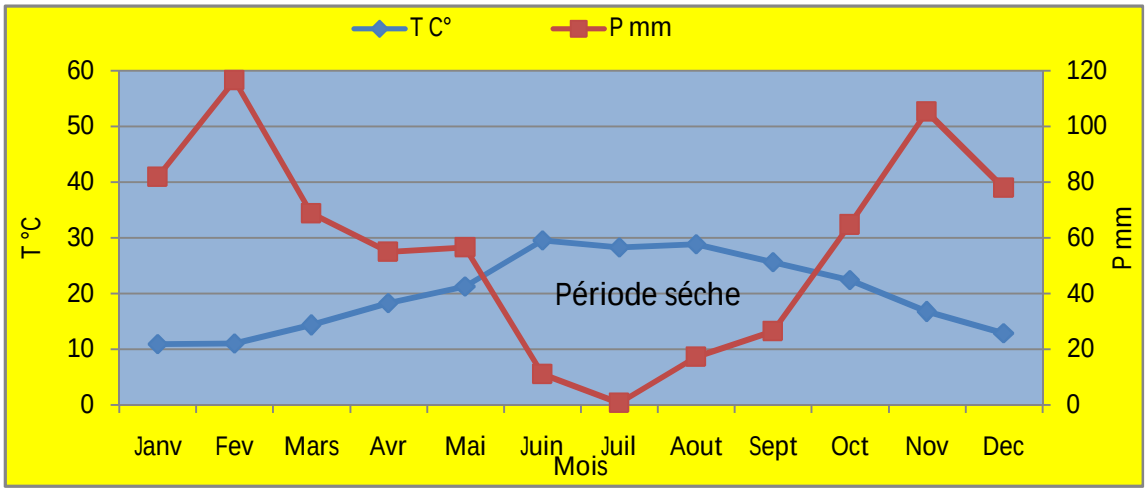
Nos zones d'étude sont situées :

- Pour la station de Bainem située dans l'étage bioclimatique sub-humide à hiver chaud.
- Pour la station de Chéra située dans l'étage bioclimatique sub-humide à hiver tempéré.
- Pour la station de Sénalba située dans l'étage bioclimatique semi aride à hiver frais.

Alger (Bainem)



Blida (Chréa)



Djelfa (Sénalba)

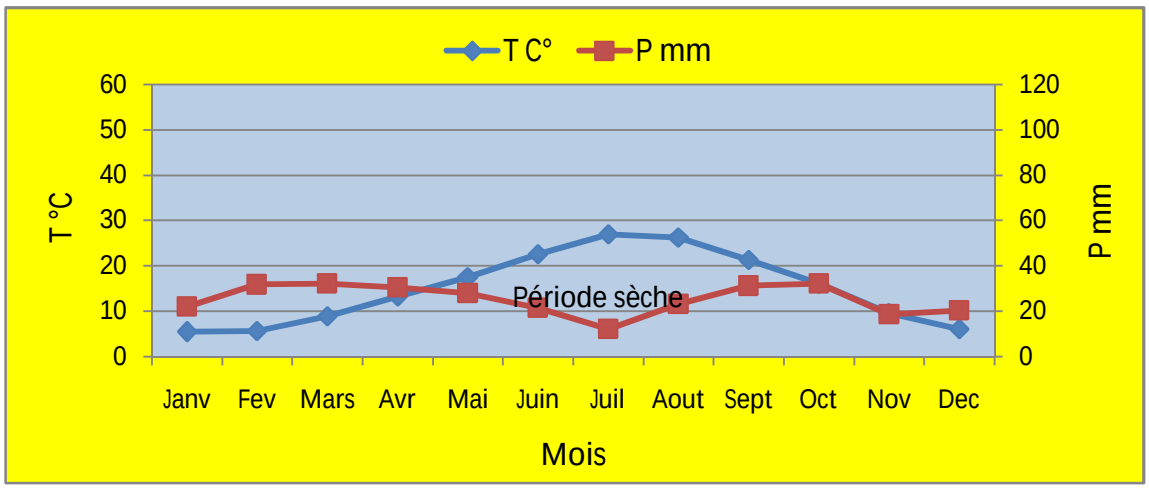


Fig.14 : Les diagrammes Ombrothermiques

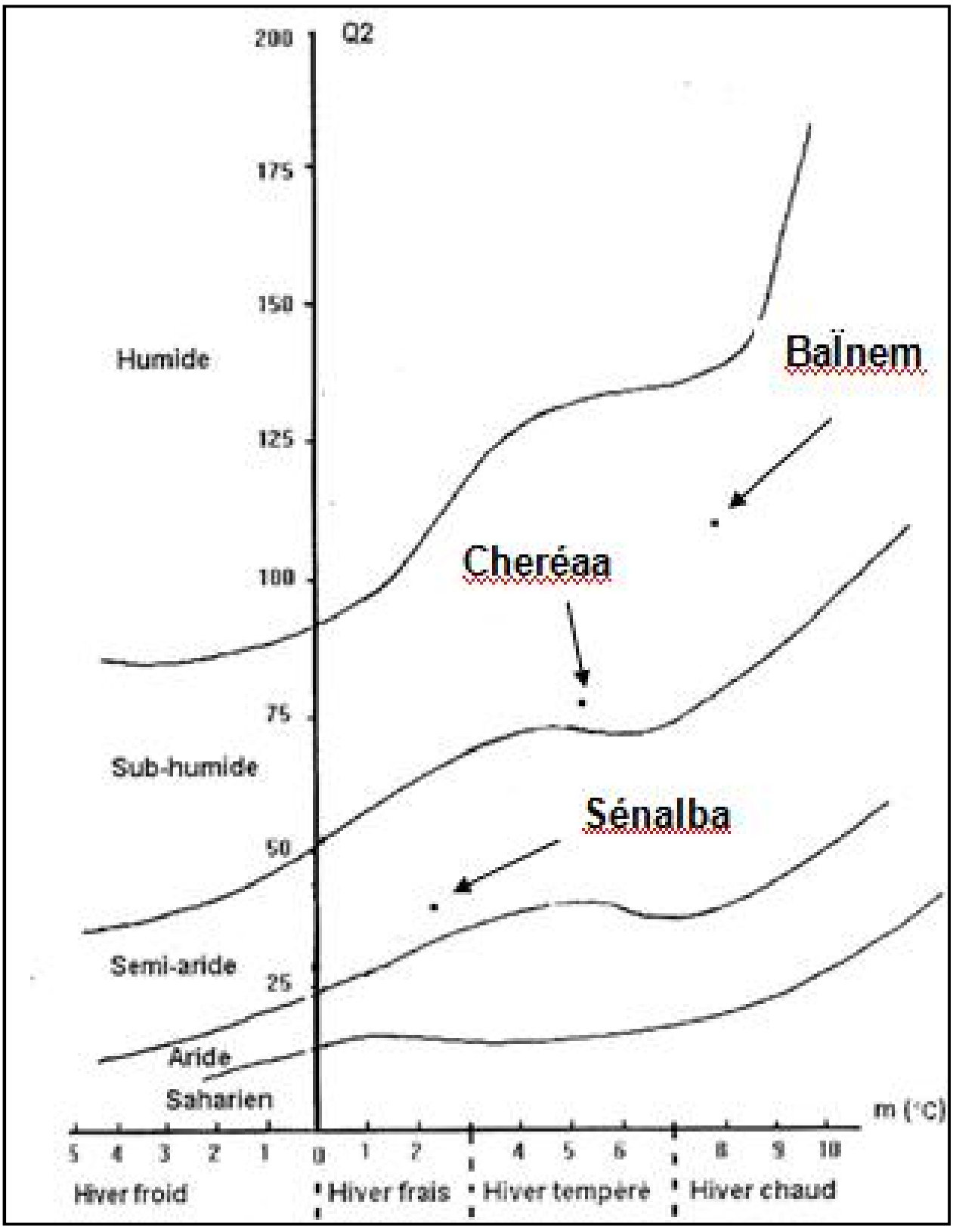


Fig.15: Le climagramme d'Emberger

IV.2- Matériel et les méthodes d'échantillonnage :

Dans notre étude nous avons donné un grand intérêt à la qualité de l'air et la morphologie des grains de pollen et leurs taux de fertilité. Pour cela nous avons préparé le matériel végétal récolté sur terrain (les lichens pour connaitre la qualité de l'air et les connes males portant les pollens, et les feuilles pour déterminer leurs familles botaniques

IV.2.1- Pour les lichens :

IV.2.1.1- Le matériel de laboratoire :

- Les guides de détermination des lichens;
- Loupe (de poche) pour la détermination des épiphytes ;
- Grille faite avec un transparent (divisée en cinq mailles) de 50X20 cm pour avoir la fréquence des espèces ;
- Un GPS (Global positionning system) et une Boussole pour les expositions mais pour notre cas nous avons utilisé les options du téléphone portable pour avoir les expositions de nos phorophytes ;
- Un décamètre (pour avoir le diamètre des arbres, la hauteur minimale du relevé et mesurer la distance de 20 m qui sépare deux phorophytes successifs) ;
- Un couteau pour prélever les échantillons ;
- Des enveloppes pour mettre échantillons ;
- Petits sacs ou petites boîtes en plastique.
- Des punaises pour fixer la grille sur le tronc de l'arbre
- Appareil photo
- C : l'eau de javel ou hypochlorite de sodium.
- K : la potasse ou hydroxyde de potassium en solution aqueuse (10 à 35 %).
- P : la paraphénylènediamine (para 1-4 phénylènediamine), en solution stabilisée qui se conserve une année ou solution alcoolique préparée extemporanément.

IV.2.1.2- Le choix des arbres :

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

- Le tronc doit avoir un diamètre supérieur 20 cm et la grille doit être placée à 1 m au-dessus du sol.
- Le tronc en question ne doit pas être incliné.
- Etre isolés (non influencés par le microclimat que créerait le regroupement des arbres)
- Les arbres ne présentent pas de branches basses protégeant le tronc

- En évitant les essences défavorables aux lichens telles que les bouleaux, les platanes,
- De même, les relevés ne peuvent s'effectuer par brouillard ou temps de pluie sous peine de voir fausser les couleurs des lichens **(Fig.16).**



Fig.16 : Le choix des arbres.

IV.2.1.3- 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 (**Fig. 17).**



Fig. 17: Tri et étiquetage des lichens récoltés.

Une grille de dimensions de 20cm x 50cm constituant dix (10) carreaux de 10cm x 20cm chacun a été fixée entre (0.8m et 1m) du sol sur un coté de l'arbre qui présente la plus grande diversité de lichens **(Fig. 18)**

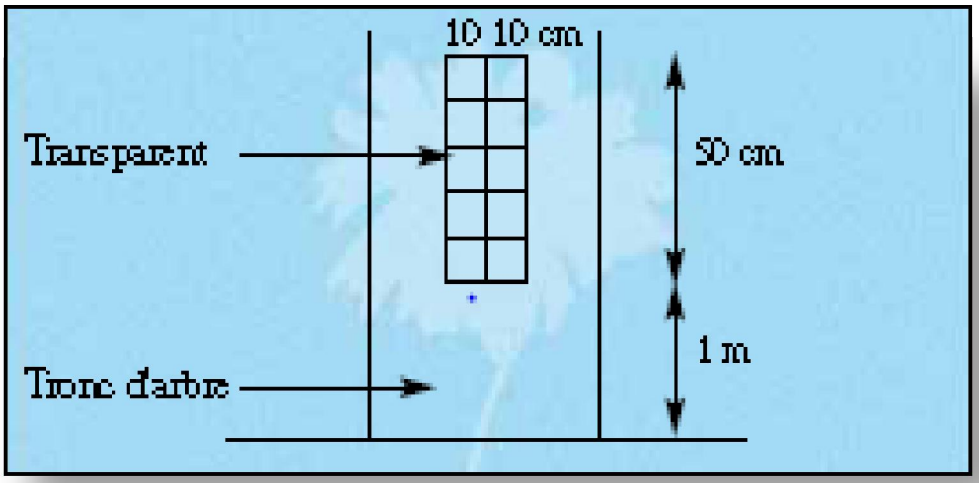


Fig. 18: Mise en place du transparent de relevé sur le tronc.

Les dix unités de la grille ont été bien examinées avec une loupe. Toutes les espèces de lichens présentes sur la zone couverte par la grille et juste en dehors de la grille, leur fréquence et recouvrement ont été noté. Le recouvrement a été estimé en pourcentage par rapport a la surface totale de relevé. La zone d'écorce nue représentant le reste du pourcentage.une valeur de fréquence pour chaque espèce variant de 1 à 10 (min =1, max =10). A été noté. Elle correspondant au nombre de sous unité sur la grille où l'espèce présente. Les espèces n'existaient pas sur la grille mais se trouve juste en dehors de la grille ont été aussi enregistrées avec une fréquence de un (01) et un recouvrement < 0.5%.

IV.2.1.4 - Identification des lichens:

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

Comme elle nécessite un matériel adéquat et surtout une assistance de nos promoteurs, cette étape d'identification a été faite au niveau du laboratoire de la biologie végétale à l'Université de Médéa grâce à la loupe binoculaire et trois réactifs principaux à savoir

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

Mais en ce qui nous concerne, nous avons beaucoup plus travaillé avec la potasse et l'eau de javel et la paraphénylènediamine

Mais la majorité des nos espèces ont été identifiées par les réactifs cités si haut comme mentionné dans le (tableau 9) ci-dessous.

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

C'est ainsi qu'après ouverture de toutes nos enveloppes arbre par arbre, nous avons pu identifier au total 21 espèces qui reviennent plus moins régulièrement sur les écorces de nos soixante(90) phorophytes échantillonnés.

IV.2.1.5 - Méthode de calcul de la qualité de l'air :

La fréquence moyenne est calculée. Il s'agit de calculer la moyenne de la fréquence de chaque espèce sur l'ensemble des 10 arbres.

L'indice local de la qualité de l'air est calculé. Il est égal à la somme des fréquences moyennes de toutes les espèces.

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

Tableau.9 : exemple calcule les fréquences des espèces :

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>	Carré1 : A, B, D Carré2 : B, C, E Carré3 : A, C, D Carré4 : A, B, D Carré5 : A, C Carré6 : A, B, D Carré7 : A, C, D Carré 8 : A, C, E Carré 9 : A, D Carré 10 : A, B, C, D	Esp.A : 09 Esp. B : 05 Esp. C : 06 Esp. D : 07 Esp. E : 02

Calcul de l'indice de qualité de l'air: la somme des fréquences des espèces = indice de la qualité de l'air.

Tableau.10 : exemple calcule l'indice de la qualité de l'air :

Espèce	Arb 1	Arb 2	Arb 3	Arb 4	Arb 5	Arb 6	Arb 7	Arb 8	Arb 9	Arb 10	fréquence moyenne
A	9	9	10	10	9	10	9	8	10	9	9.3
B	5	8	6	3	6	6	7	6	8	9	6.4
C	6	7	8	7	7	5	4	3	9	5	6.1
D	7	3	5	8	0	4	6	0	5	3	4.1
E	2	3	1	3	7	5	4	5	6	7	4.3
Indice de la qualité de l'air (somme des fréquences) = 27.9											30.02

Plus l'indice obtenu est élevé, plus la pollution atmosphérique est faible, donc plus l'air est de bonne qualité. Dans l'exemple précédent, l'indice - de 30.02 - indique une pollution atmosphérique moyenne.

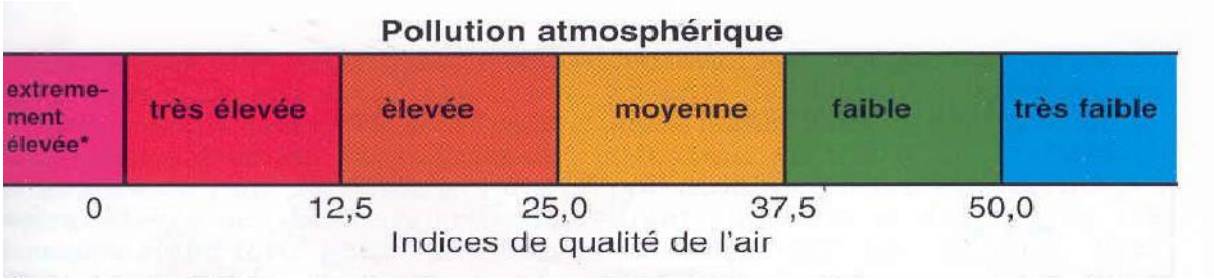


Fig.19 : Echelle d'évaluation de la pollution de l'air pour l'Europe tempérée (Kirschbaum et Wirth, 1997)

IV.2.2 - Pour les pollens :

IV.2.2.1- Matériel de laboratoire :

Le matériel utilisé pour notre expérimentation est comme suit :

- Microscope optique équipé d'un appareil photo numérique
- Produits chimiques (carmin acétique, alcool)

IV.2.2.2- Méthodes :

Les méthodes sous citées concernent l'espèce étudier de chaque zone d'étude

IV.2.2.2.1- Phase terrain (échantillonnage) :

- Choisir au hasard une vingtaine (20) d'arbres

- Sélectionné une vingtaine (20) de cônes males en prenant en considération l'homogénéité de la sélection des cônes sur l'arbre (voir fig.20) ;
- Après cette sélection, le nombre de cône atteints environ (400)

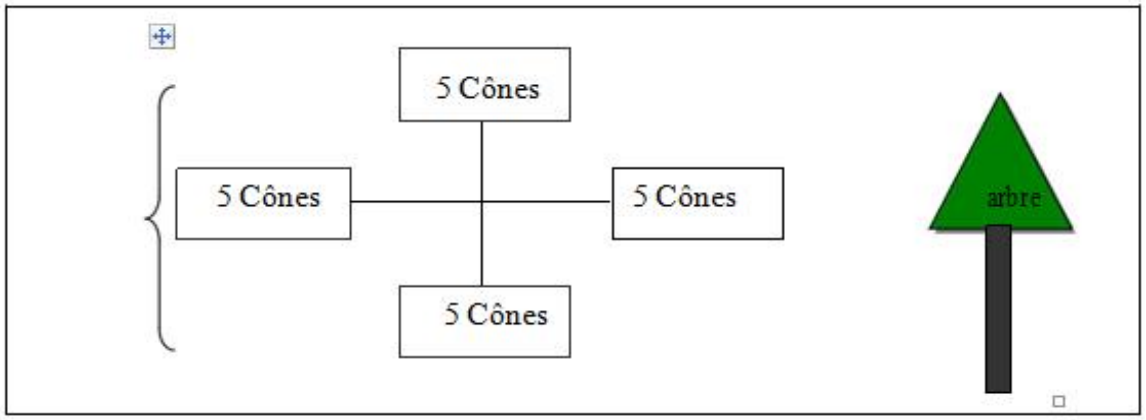


Fig.20 : La récolte des cônes mâle.

IV.2.2.2.2- La phase laboratoire : cette phase consistait à :

- Prélever au hasard une centaine (100) de cônes males parmi les (400).
- Le brassage de ces cônes dans un tamis de diamètre de 250 µm afin d'obtenir les grains de pollen et les conserver dans des conditions favorables.
- Préparation de 10 lames en utilisant de l'alcool sans inclure d'air **(Fig.21)**.
- Prise des photos à l'aide d'un microscope équipé d'un appareil photo numérique (05) photos pour chaque lame en mettant en considération les meilleures observations dans le but d'obtenir 50 répétitions dans chaque site

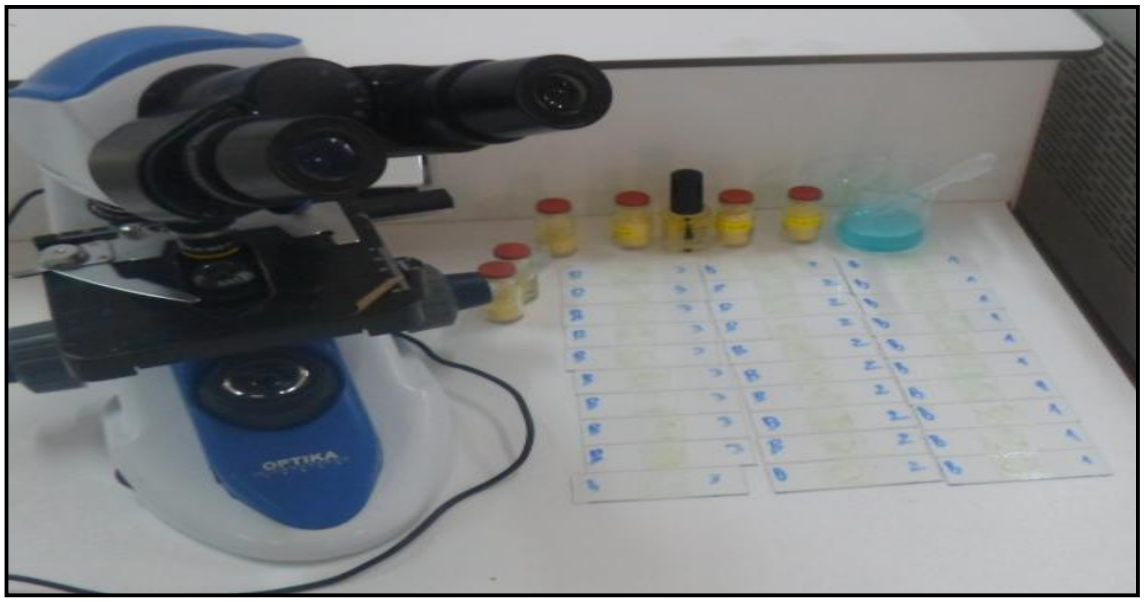


Fig.21 : Préparation de 10 lames en utilisant de l'alcool.

- A l'aide d'un logiciel Axio Vision Rel 4.8 Nous avons fait les mesures des grains de pollen de l'espèce comme suit :
  - Mesurer les diamètres DP et DE des ailes
  - B/-Mesurer les deux diamètres plus le corps du grain de pollen **(voir Fig.22)**

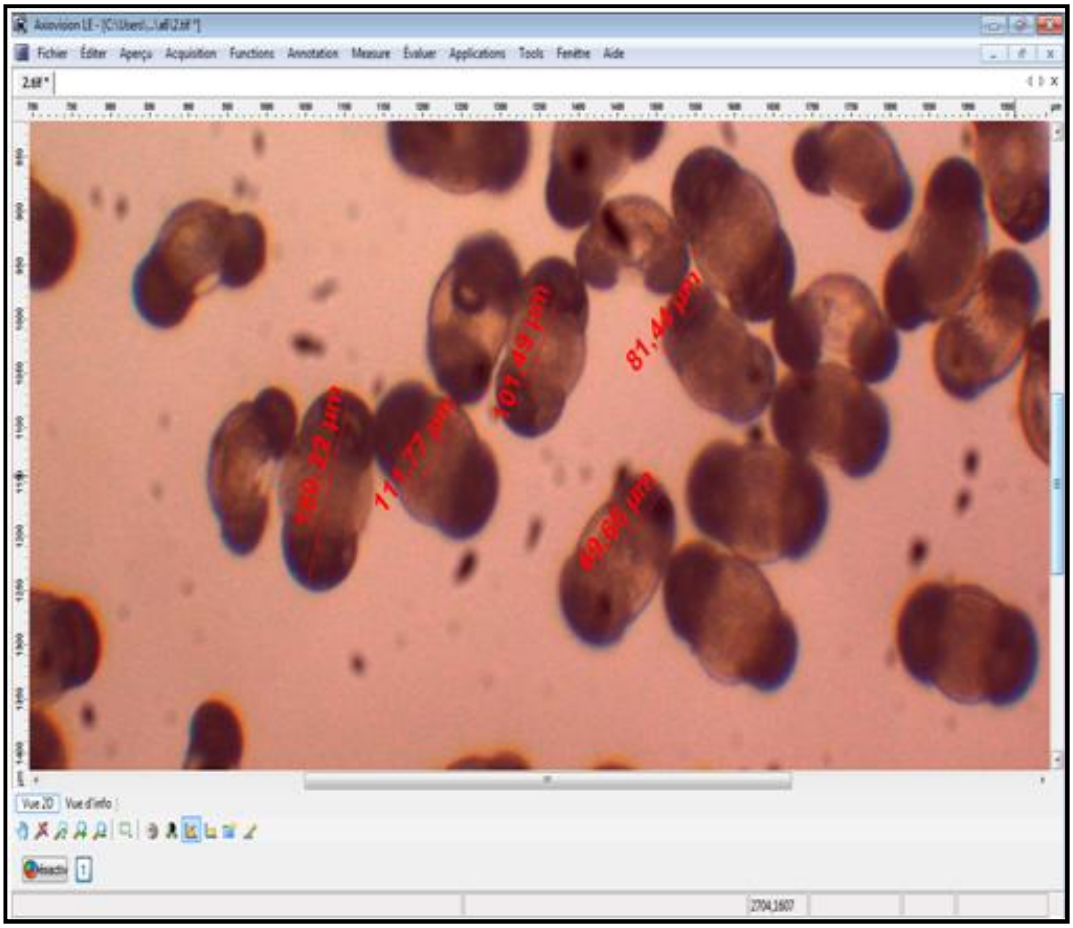


Fig.22: Mesures biométrique par Axio Visio Rel.4.8 (des grains de pollen du pin d'Alep), Ail droite (DP et DE), Ail Gauche (DP et DE).

IV.2.2.2.2.1- Détermination du taux de fertilité :

La fertilité est la capacité de produire des pollens viables l'opération de connaitre le taux de fertilité consiste à un examen microscopique de taux de fertilité des grains de pollen. Ce teste nécessite le carmin acétique (un colorant qui colore les grains fertiles en rouge alors que les grains stérile reste incolores) **(Fig.23).**

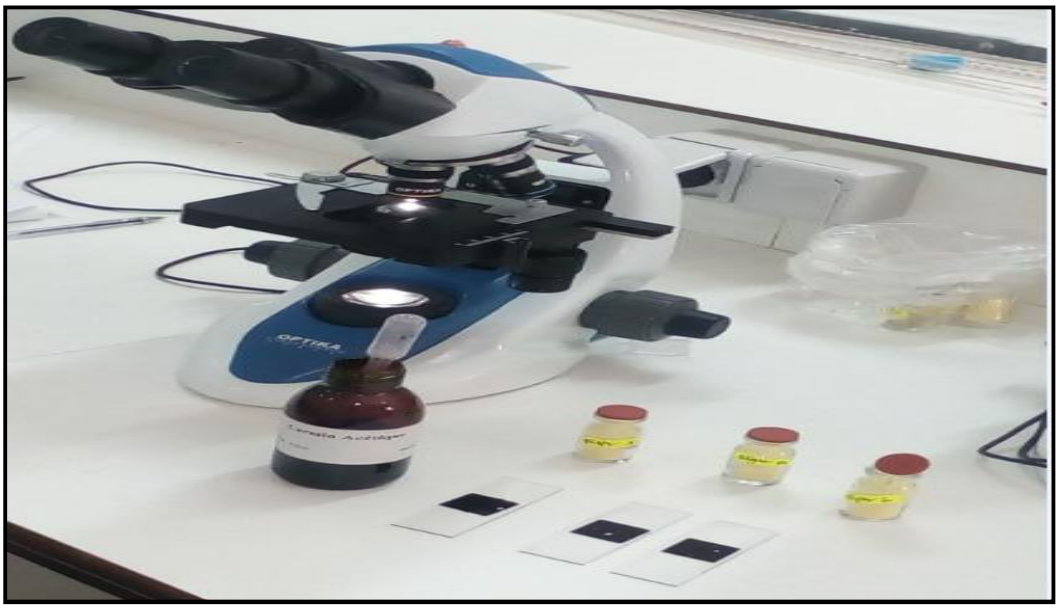


Fig.23 : teste de fertilité par le Carmin Acétique.

IV.2.2.2.2.2- Le calcule du taux de fertilité :

Nous avons dénombré les grains de pollen fertiles et stériles comme suite :

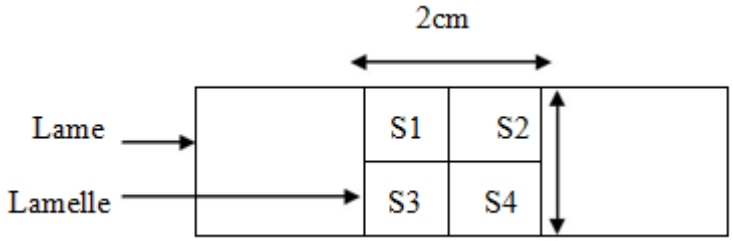


Fig.24 : calcule du taux de fertilité.Nombre des grains de pollen fertiles et stériles de chaque surface :

Additionner les grains de pollen fertiles et stérile des quatre surfaces afin de calculer le taux à partir de la formule suivante :

$$\text{Le taux de fertilité (\%)} = n/N \times 100$$

n = nombre de grain de pollen fertile

N = nombre de grains de pollen total

IV.3- Traitement des donnés :

Les résultats obtenus ont été traités statistiquement en utilisant statistica 10 (version Française) pou la mesure de la variance pour étudier l'hétérogénéité de nos stations pour la qualité de l'air et la signification de l'effet des facteurs étudiées sur la forme des grains de pollen et leur taux de fertilité.

Tableau. 8: Les 21 espèces des lichens identifiés.

Codes	**Réactifs**				**thalle**	**couleur**	***Espèces***
	(C)	(K)	(CK)	(P)			
E1	C+vert	K+vert	CK+vert	P-	crustacés	Gré	*Pertesaria albescens*
E2	C-	K+vert	CK-	P+vert	crustacés	marans	*Ochrolechia alboflavescens*
E3	C-	K+vert	CK+vert	P-	crustacés	marans	*Lecanora chlarotera*
E4	C-	K-	CK-	P-	crustacés	vert	*Pertesaria hymenea*
E5	C-	K+vert	CK+vert	P-	crustacés	noire	*Dérena ceratoea*
E6	C+vert	K-	CK+vert	P-	crustacés	marans	*Lecanora argentata*
E7	C-	K-	CK-	P-	foliacés	gri	*Physcia aipolia*
E8	C+vert	K+rouge	CK+rouge	P-	foliacés	jaune	*Xanthoria parietina*
E9	C-	K+vert	CK-	P-	foliacés	vert	*Physcomia grisea*
E10	C-	K+marans	CK-	P+vert	crustacés	vert	*Lepraria incana*
E11	C+vert	K+vert	CK+vert	P+orange	crustacés	vert	*Lecanora intumescens*
E12	C-	K+vert	CK+vert	P+vert	crustacés	marans	*Parmelina tiliacea*
E13	C-	K+noir	CK+noir	P-	crustacés	marans	*Caloplaca cerina*
E14	C-	K-	CK-	P-	crustacés	noir	*Lecidella elaeochroma*
E15	C-	K+rouge	CK+vert	P-	crustacés	jaune orange	*Caloplaca flavorubescens*
E16	C-	K-	CK-	P-	crustacés	noir	*Graphis scripta*
E17	C-	K-	CK-	P-	crustacés	Point blanche	*Lecanora déspersa*
E18	C+blanc	K+vert	CK+blanc	P-	crustacés	marans	*Lecanora allophana*
E19	C-	K-	CK+vert	P-	crustacés	marans	*Lécanora ceasnae*
E20	C-	K+rouge	CK+rouge	P-	foliacés	Vert jaune	*Xanthoria polécarpa*
E21	C-	K-	CK-	P-	crustacés	Vert blanc	*Pertusaria pertusa*

Chapitre V
Résultats et discussion

V.1-La comparaison des caractéristiques climatiques et édaphiques des zones d'études Alger (Baïnem), Blida (Chréa), Djelfa (Senalba) :

Les trois zones montrent des déférences climatiques et édaphiques; celles-ci peuvent influencer la qualité de l'air et la morphologie des grains de pollen et leur taux de fertilité.

L'étage bioclimatique est subhumide pour les deux stations (Baïnem et Chréa). Cependant la station de Seenalba, se situe dans l'étage bioclimatique semi aride (tableau 11);

Concernant la longueur de la saison sèche et la précipitation moyenne annuelle, les stations (Baïnem et Chréa) reçoivent respectivement (661.4 mm et 682.19 mm). et présentent une période sèche respectivement (4.5) mois et (4) mois, alors que la station de Senalba reçoit (304.74 mm) à une période sèche de huit (5.5) mois, (tableau 11);

Le type de sol et ses caractéristiques n'empêchent pas le développement de l'espèce étudiée.

Nous pouvons conclure que les trois stations constituent trois environnements de point de vue climatique et édaphique;

Tableau. 11 : Comparaison des caractéristiques climatiques et édaphiques des zones de Baïnem, Chréa et Senalba

	Baïnem	**Chréa**	**Sénalba**
Précipitation mm/an	661.4	682.19	304.74
Le mois le plus pluvieux (mm)	Novembre (118.2)	Février (116.52)	Octobre (32.4)
Le mois le moins pluvieux (mm)	Juillet (1.6)	Juillet (0.8)	Juillet (12.3)
Régime saisonnier	AHPE	AHPE	AHPE
T minimale C°	Février (7.9)	Janvier (5.15)	Février (2.1)
T maximale C°	Aout 28.2	Juillet 29.54	Juillet 28.2
Longueur de la saison sèche mois	4.5 mois	4 mois	5.5 mois
Etage bioclimatique	Sub humide	Sub humide	Semi aride
La texture	Calci magnétique	Sablo limoneux	Terre légèrement profonde ne retiens pas l'humidité

V.2- Identification des liches :

Tableau. 8: Les 21 espèces des lichens identifiés.

Codes	**Réactifs**				**thalle**	**couleur**	***Espèces***
	(C)	(K)	(CK)	(P)			
E1	C+vert	K+vert	CK+vert	P-	crustacés	Gré	*Pertesaria albescens*
E2	C-	K+vert	CK-	P+vert	crustacés	marans	*Ochrolechia alboflavescens*
E3	C-	K+vert	CK+vert	P-	crustacés	marans	*Lecanora chlarotera*
E4	C-	K-	CK-	P-	crustacés	vert	*Pertesaria hymenea*
E5	C-	K+vert	CK+vert	P-	crustacés	noire	*Dérena ceratoea*
E6	C+vert	K-	CK+vert	P-	crustacés	marans	*Lecanora argentata*
E7	C-	K-	CK-	P-	foliacés	gri	*Physcia aipolia*
E8	C+vert	K+rouge	CK+rouge	P-	foliacés	jaune	*Xanthoria parietina*
E9	C-	K+vert	CK-	P-	foliacés	vert	*Physcomia grisea*
E10	C-	K+marans	CK-	P+vert	crustacés	vert	*Lepraria incana*
E11	C+vert	K+vert	CK+vert	P+orange	crustacés	vert	*Lecanora intumescens*
E12	C-	K+vert	CK+vert	P+vert	crustacés	marans	*Parmelina tiliacea*
E13	C-	K+noir	CK+noir	P-	crustacés	marans	*Caloplaca cerina*
E14	C-	K-	CK-	P-	crustacés	noir	*Lecidella elaeochroma*
E15	C-	K+rouge	CK+vert	P-	crustacés	jaune orange	*Caloplaca flavorubescens*
E16	C-	K-	CK-	P-	crustacés	noir	*Graphis scripta*
E17	C-	K-	CK-	P-	crustacés	Point blanche	*Lecanora déspersa*
E18	C+blanc	K+vert	CK+blanc	P-	crustacés	marans	*Lecanora allophana*
E19	C-	K-	CK+vert	P-	crustacés	marans	*Lécanora ceasnae*
E20	C-	K+rouge	CK+rouge	P-	foliacés	Vert jaune	*Xanthoria polécarpa*
E21	C-	K-	CK-	P-	crustacés	Vert blanc	*Pertusaria pertusa*

V.3-La biodiversité lichenique et variation de la qualité de l'air :

V.3.1-La diversité :

V.3.1.1-La diversité globale :

Vingt cinq 25) espèces ont été trouvées dans quatre cent vingt quatre prélèvement (424) effectués dans les trois zone d'études la plupart des espèces lichéniques enregistrées sont les crustacées (19) avec un pourcentage 68.4% de prélèvement, et (6) foliacées avec un pourcentage de 31.6 % de prélèvement et aucune espèce fruticuleux enregistrées.

Trois (3) espèces sont présentes 37.72 % du prélèvement (*Lecidella elaeochroma, Lecanora chlarotera, Physcia aipolia),*

Cinq espèces (5) *(Caloplaca cerina, Pertusaria pertusa, Xanthoria parietina, Xanthoria polécarpa, Lepraria incana)* dans 34.89 % des prélèvements,

Huit espèces (8) (*Dérena ceratoea, Lecanora déspersa, Physcomia grisea, eterodermia hypoleuca, Graphis scripta Lecanora allophana, Pertesaria albescens, Physcomia désrorta)* présentent 23.78% du prélèvement

Neuf espèces(9) (*Dérena ceratoea, Lecanora intumescens, Parmelina tiliacea, Ochrolechia alboflavescens, Lecanora argentata, Opigrapha nigra, Lécanora ceasnae, Caloplaca flavorubescens ,prtisaria amra* présentent) 3.48% des prélèvements **(Fig.25)**

V.3.1.2-Comparaison de la biodiversité des lichens :

L'analyse de la biodiversité lichénique de notre zone d'étude Baïnem, Chréa, Senalba et toute l'Alger (GHENNAM ,2011), montre que 45.83% des espèces des zones d'étude (11 espèces parmi 24) existent sur la liste de GHENNAM (2011). Et que la majorité de ces espèces sont des crustacé sauf deux espèces foliacés (*Xanthoria parietina)* et *(Physcomia grisea)*

Pour la station d'Alger (Baïnem) qui porte 12 espèces 11 crustacés et une foliacés l'analyse de la biodiversité lichénique montre que 09 parmi ces espèces (08 crustacés et 01 foliacés) existent sur la liste de toute l'Alger

Nous pouvons avancer que le la station du Baïnem ne comporte pas une flore lichénique exceptionnelle relativement a la région algéroise, elle est distinguée par rapport aux deux autres stations (Senalba est Chréa) **(Tableau.12).**

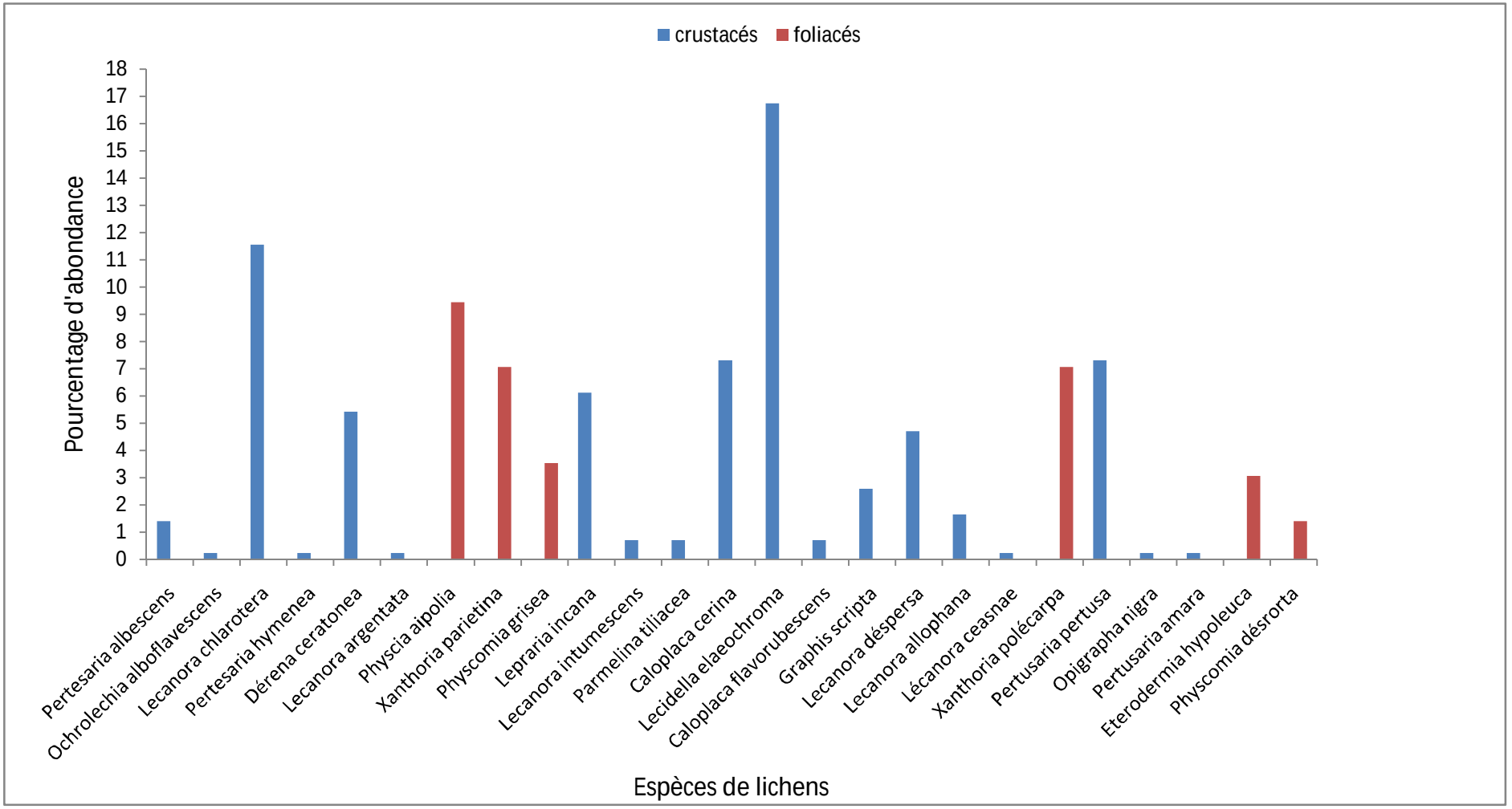


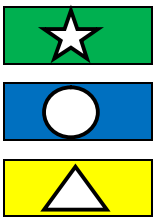
Fig.25 : Abondance en (%) des espèces de lichens trouvés dans les zones d'études.

Tableau.12 : Comparaison de l'inventaire des lichens de toute l'Alger (GHENNAM ,2011) et trois les stations d'étude Baïnem, Chréa, Senalba.

	Morphologie	**Notre station d'étude**		**Ghennam 2011**
Espèce /Station		**A+B+D**	**A+B+D**	**Alger**
Pertesaria albescens	crustacés	B	△	
Ochrolechia alboflavescens	crustacés	B	△	
Lecanora chlarotera	crustacés	A+B+D	☆	☆
Pertesaria hymenea	crustacés	B	☆	☆
Dérena ceratoea	crustacés	A+B	☆	☆
Lecanora argentata	crustacés	B	△	
Physcia aipolia	foliacés	B+D	△	
Xanthoria parietina	foliacés	A+B	☆	☆
Physcomia grisea	foliacés	B	☆	☆
Lepraria incana	crustacés	A+B+D	☆	☆
Lecanora intumescens	crustacés	B	△	
Parmelina tiliacea	crustacés	B	△	
Caloplaca cerina	crustacés	A+D	☆	☆
Lecidella elaeochroma	crustacés	A+B+D	☆	☆
Caloplaca flavorubescens	crustacés	A	△	
Graphis scripta	crustacés	A	☆	☆
Lecanora déspersa	crustacés	A+B+D	☆	☆
Lecanora allophana	crustacés	A	△	
Lécanora ceasnae	crustacés	A	☆	☆
Xanthoria polécarpa	foliacés	D	△	
Pertusaria pertusa	crustacés	B+D	△	
Opigrapha nigra	crustacés	B	△	
Pertusaria amara	crustacés	A	△	
Eterodermia hypoleuca	foliacés	B	△	
Physcomia désrorta	foliacés	B	△	
Dipoliacia sienae	crustacés			○
Lecantis patellarioides	crustacés			○

Hyperphysia adglutinata	foliacé			
Schismatomata piconianum	crustacés			
Pertusaria hetrocroa	crustacés			
Caloplaca (holorarpa)	crustacés			
Hypocenomyce stoechadiana				
Physia adscendens				
Lecidella euphorea	crustacés			
Phlyctis agelea (argena)	crustacés			
Opegrapha lichenoides	crustacés			
Bacedia rubilla	crustacés			
Physia tenella	Foliacé			
Phaeophysia hirtusa	Foliacé			
Candillariella reflexa				
Ridonia roboris	crustacés			
Bacidia naegelli	crustacés			
Arthnia tumidula	crustacés			
Lecanora pulicaris	crustacés			
Rinodina exigua	crustacés			

LEGENDE :



Espèces communes (les trois stations d'étude et alger)

Espèces récences dans Alger

Espèces trouvées uniquement dans notre station d'étude

V.3.2-Variation de la diversité en fonction de la précipitation :

L'eau joue un rôle capital dans la répartition des lichens notamment parce que le degré d'hydratation du thalle conditionne leur fonction vitale (VAN HALUWYN et ASTA ,2009)

Pour la zone de Djelfa (Senalba) présente un nombre des lichens réduit (08) espèce dans un environnement caractérisé par une précipitation annuelle (304.74) et une période sèche de 5.5mois.

Par contre la zone d'Alger (Baïnem) et présente un nombre élevé des espèces (12) dans une précipitation annuelle (661.4) a une période sèche de 4.5 mois et la zone de Blida (Chréa) présente (18) espèces a une précipitation annuelle (682.19) dans une période sèche de 4 mois. Donc l'analyse de la biodiversité des lichens signalé une différence du nombre des espèces dans les zone d'études on a constaté une réduction de nombre des espèces des lichens en fonction de la précipitation annuelle et la duré de la période sèche.

Et malgré la différence du climat et l'étage bioclimatique mais les lichens elle est toujours existe ce qui explique par la capacité des espèces des lichens de se développer dans des conditions climatique particulières.

V.3.3-La répartition des lichens :

Après les prélèvements et la détermination des espèces des lichens on a trouvé 24 espèces répartie comme suite

V.3.3.1- La répartition intra station :

Parmi les 25 espèces des lichens on a trouvé 12 espèces dans la zone d'Alger (Baïnem) répartie dans trois stations 10 espèces dans la (station 1) et 03 espèces dan la (station 2) et 06 espèces dans la (station 3).

Dans la zone de Blida (Chréa) 18 espèces répartie dans trois stations 08 espèces dans la (station 1) et 10 espèces dans la (station 2) et 09 espèces dans la (station 3)

Dans la zone de Djelfa (Senalba) 08 espèces répartie dan les trois stations 07espèces de chaque station **(tableau. 13).**

Tableau.13 : La répartition des espèces de lichen intra et inter station

Espèces	**Morphologie**	**Répartition intra station**									**Répartition inter station**						
		Alger			**Blida**			**Djelfa**									
		1	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**A+B+D**	**A+B**	**A+D**	**B+D**	**A**	**B**	**D**
Pertesaria albescens	Crustacés						**X**									**X**	
Ochrolechia alboflavescens	Crustacés						**X**									**X**	
Lecanora chlarotera	Crustacés			**X**		**X**	**X**	**X**	**X**	**X**	**X**						
Pertesaria hymenea	Crustacés						**X**									**X**	
Dérena ceratonea	Crustacés	**X**	**X**		**X**		**X**					**X**					
Lecanora argentata	Crustacés						**X**									**X**	
Physcia aipolia	Foliacés				**X**			**X**	**X**	**X**				**X**			
Xanthoria parietina	Foliacés	**X**		**X**	**X**	**X**						**X**					
Physcomia grisea	Foliacés				**X**	**X**	**X**									**X**	
Lepraria incana	Crustacés	**X**			**X**	**X**	**X**		**X**		**X**						
Lecanora intumescens	Crustacés					**X**										**X**	
Parmelina tiliacea	Crustacés					**X**										**X**	
Caloplaca cerina	Crustacés	**X**	**X**	**X**				**X**		**X**			**X**				
Lecidella elaeochroma	Crustacés	**X**	**X**	**X**	**X**	**X**		**X**	**X**	**X**	**X**						
Caloplaca flavorubescens	Crustacés	**X**													**X**		
Graphis scripta	Crustacés	**X**		**X**											**X**		
Lecanora déspersa	Crustacés	**X**			**X**			**X**	**X**	**X**	**X**						
Lecanora allophana	Crustacés	**X**													**X**		
Lécanora ceasnae	Crustacés	**X**													**X**		
Xanthoria polécarpa	Foliacés							**X**	**X**	**X**							**X**
Pertusaria pertusa	Crustacés					**X**		**X**	**X**	**X**				**X**			
Opigrapha nigra	Crustacés				**X**											**X**	
Pertusaria amara	Crustacés			X													
Eterodermia hypoleuca	Foliacés					**X**	**X**									**X**	
Physcomia désrorta	Foliacés					**X**										**X**	

V.3.3.2-La répartition inter station :

D'après le **(tableau.13)** dans les 25 espèces il ya une quatre espèces (04) commun entre les trois zones (*Lecanora chlarotera), (Lepraria incana), (Lecidella elaeochroma), (Lecanora déspersa),* les Cinq espèces sont des crustacées **fig.26**

Et deux (02) espèces commun entre les deux zones Alger et Blida l'une des espèces crustacées (*Dérena ceratonea*) et l'autre foliacés (*Xanthoria parietina*) **fig.27**

Et (01) une seule espèce crustacées *(Caloplaca cerina)* commune entre les deux zones d'Alger et Djelfa **fig.28**

Et (02) espèces commun entre les deux zones Blida et Djelfa (*Physcia aipolia)* foliacès et (*Pertusaria pertusa)* crustacée **fig.29**

Et cinq (05) espèces existent uniquement au niveau de la zone d'Alger (Baïnem) quatre crustacées *(Caloplaca flavorubescens), (Graphis scripta), (Lecanora allophana), (Lécanora ceasnae) (Pertusaria amara)* **(fig.30)**

Et dix (10) espèces existent uniquement au niveau de la zone de Blida (Chréa) sept crustacées (*Pertesaria albescens), (Ochrolechia alboflavescens),* (*Pertesaria hymenea), (Lecanora argentata), (Lecanora intumescens), (Parmelina tiliacea), (Opigrapha nigra),* et trois foliacées (*Physcomia grisea) (eterodermia hypoleuca), (Physcomia désrorta)* **fig.32**.

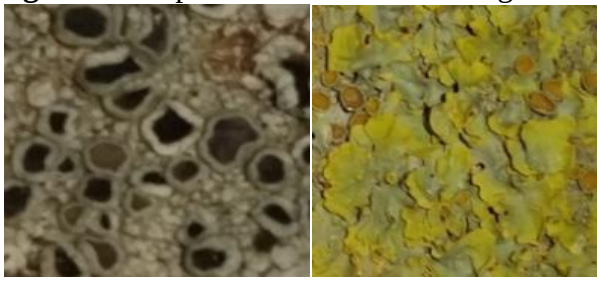
Et une (01) seul espèces foliacées *(Xanthoria polécarpa)* existe uniquement au niveau de la zone de Djelfa (Senalba) **fig.31.**

Fig.26 : Les espèces communes entre les trois zones d'études



(*Lecanora chlarotera)* *(Lepraria incana)* *(Lecidella elaeochroma)* *(Lecanora déspersa)*

Fig.27 : les espèces les deux zones Alger et Blida



(Dérena ceratonea) *(Xantoria parietina)*

Fig.29 : les espèces communes entre les deux zones Blida et Djelfa

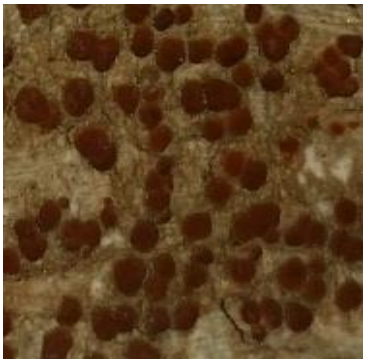


(Pertusaria pertusa)



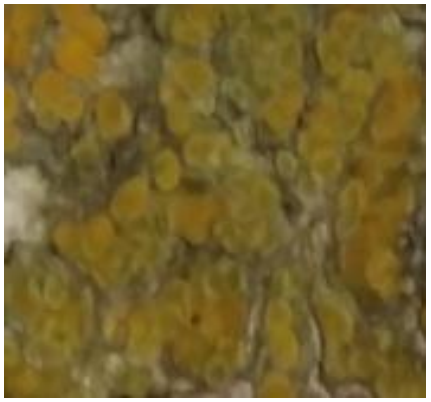
(Physcia aipolia)

Fig.28 : l'espèce commune entre les deux zones d'Alger et Djelfa



(Caloplaca cerina)

Fig. 30 : Les espèces qui existent uniquement dans la station d'Alger (Baïnem)



Caloplaca flavorubescens



Graphis scripta



Lecanora allophana



Lécanora ceasnae



Pertusaria amara

Fig.32 : Les espèces qui existent uniquement dans la station d'Blida (Chréa)



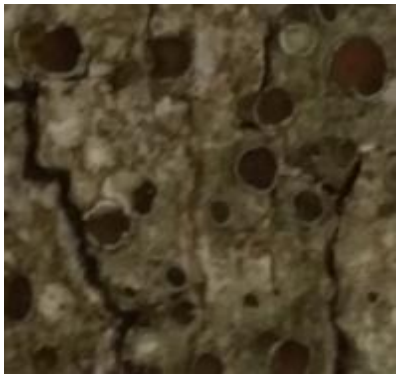
Pertesaria albescens



Ochrolechia alboflavescens



Pertesaria hymenea



Lecanora argentata



Physcomia grisea



Lecanora intumescens



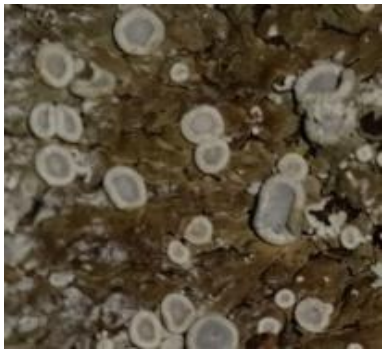
Parmelina tiliacea



opigraphanigra



eterodermia hypoleuca



Physcomia désrorta

Fig.31 :L'espèce qui existe uniquement dans la station de Djelfa (sénalba)



Xanthoria polécarpa

V.3.4-Variation de la qualité de l'air :

Le passage d'un milieu sain à un milieu pollué s'accompagne de la diminution du nombre d'espèce (appauvrissement de la flore) et de la disparition des espèces les moins tolérantes. Le contraire se produit également.

En bio indication, ce sont les lichens les plus sensibles à la pollution qui indiquent le niveau de pollution de l'endroit

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

Les valeurs de l'indice de la qualité de l'air de notre zone d'étude sont représentées sur le (**les tableaux.14, 15,16; voir les annexes**). Ces résultats obtenus respectivement pour les 3 zones d'études qui regroupent plusieurs stations nous donnent une appréciation globale de la qualité de l'air de chaque station.

Traditionnellement, la qualité de l'air est considérée parmi les facteurs principaux influençant le développement des espèces de lichens **(MULLIGAN ,2009) in (AGUMYA Edison et IMBULA Milupi 2013)**

Certaines stations présentent un indice de qualité de l'air faible, marqué par une présence limitée du nombre d'espèces lichéniques comme c'est le cas de la station (02) zone d'Alger

La plus par des stations étudiés (05 station) ont un IQA qui varie entre 15 et 24.5 ce qui correspond à un degré élevé de pollution et les autres stations (03 station) présentent un IQA qui varie entre 27 et 40 qui correspond un degré moyenne de pollution et une station présente un QIA = 37.6 qui correspond un degré de pollution faible **(tableau. 17)**

La présence d'une grande variété d'espèces des lichens et leur abondance sont généralement indicatrices d'une bonne qualité de l'air **Association française de lichènologie, (2011)**

A par tire de ces station on a constaté que le degré de la pollution subi une dégradation importante de la qualité de l'air de la forêt de Baïnem et élevé avec un IQA = 23 ainsi que pour la forêt de la Chréa qui présente un degré de pollution élevé avec un IQA = 20.16 par contre la forêt la de Senalba présente un IQA = 34.83 a un degré de pollution moyenne cela est dû à une forte urbanisation et à l'augmentation zone industrielle et le nombre de véhicules dans la ville de Blida et d'Alger et le caractère de tourisme qui présente dans les deux forêt Baïnem et Chréa qui assure une concentration du trafic automobile

Pour la station de Blida (Chréa) présente la majorité des espèces de lichens 18 espèces et la station d'Alger (Baïnem) présente 12 espèces de lichen les deux dernières stations présentent une qualité de l'air (pollution élevé) par contre la station de Djelfa (Senalba) présente 08 espèces de lichen cette résultat ne reflète pas la qualité de l'air (moyenne) ce qui explique par augmentation de la fréquence des espèces de lichen par apport au deux autre station **(tableau17)**

Tableau.17: Les valeurs des IQA des zones d'études.

Zone d'études	Les stations	Indice de pollution	Degré de pollution	Indice de Pollution Par zone	Nombre des espèces
Alger (Baïnem)	S1	24.5	Elevé	23 Pollution élevé	12 Espèces
	S2	16 .6	Elevé		
	S3	27.7	Moyenne		
Blida (Chréa)	S1	22	Elevé	20.16 Pollution élevé	18 Espèces
	S2	23.5	Elevé		
	S3	15	Elevé		
Djelfa (Senalba)	S1	35.8	Moyenne	34.83 Pollution moyenne	8 Espèces
	S2	31.1	Moyenne		
	S3	37.6	Faible		

V.3.5-L'altitude :

L'altitude semble influencer les valeurs d'IPA qui peuvent augmenter avec l'altitude **(GOMBERT et *al* 2004b) in (AGUMYA Edison et IMBULA Milupi 2013)**

Notre zones d'études présentent des altitudes différent la station de (Senalba) c'est la station la plus haut et après la station de (Chréa) et la staion la plus bas c'est (Baïnem) mais les valeurs des IQA ne augmente pas avec l'altitude et même pour la qualité de l'air identique pour les deux stations (Chréa) et (Baïnem) (degré de pollution élevé) par contre la station (Senalba) (degré de pollution moyenne)

Donc nous supposons que le facteur altitude n'a pas influence sur les valeurs des IQA ainsi pour la qualité de l'aire.

V.4 - La variabilité morphologique des grains de pollen et leur taux de fertilité :

V.4.1 - Les observations obtenues :

Pour le Pin d'Alep : dans la station de Chréa, nous avons remarqué quelque grain de pollen qui caractérisé par les ballonnets sont plus proches au corps des grains (**Fig. 33 A**) par apport aux deux autres stations où nous avons tenu comme remarque qu'il y a un écart remarquable des ballonnets qui sont un peu détachés au corps des pollens (**Fig.33, B, C**).

Fig.33 : (A, B, C) observation microscopiques (Gr x 10) des grains de pollen de l'espèce étudiée

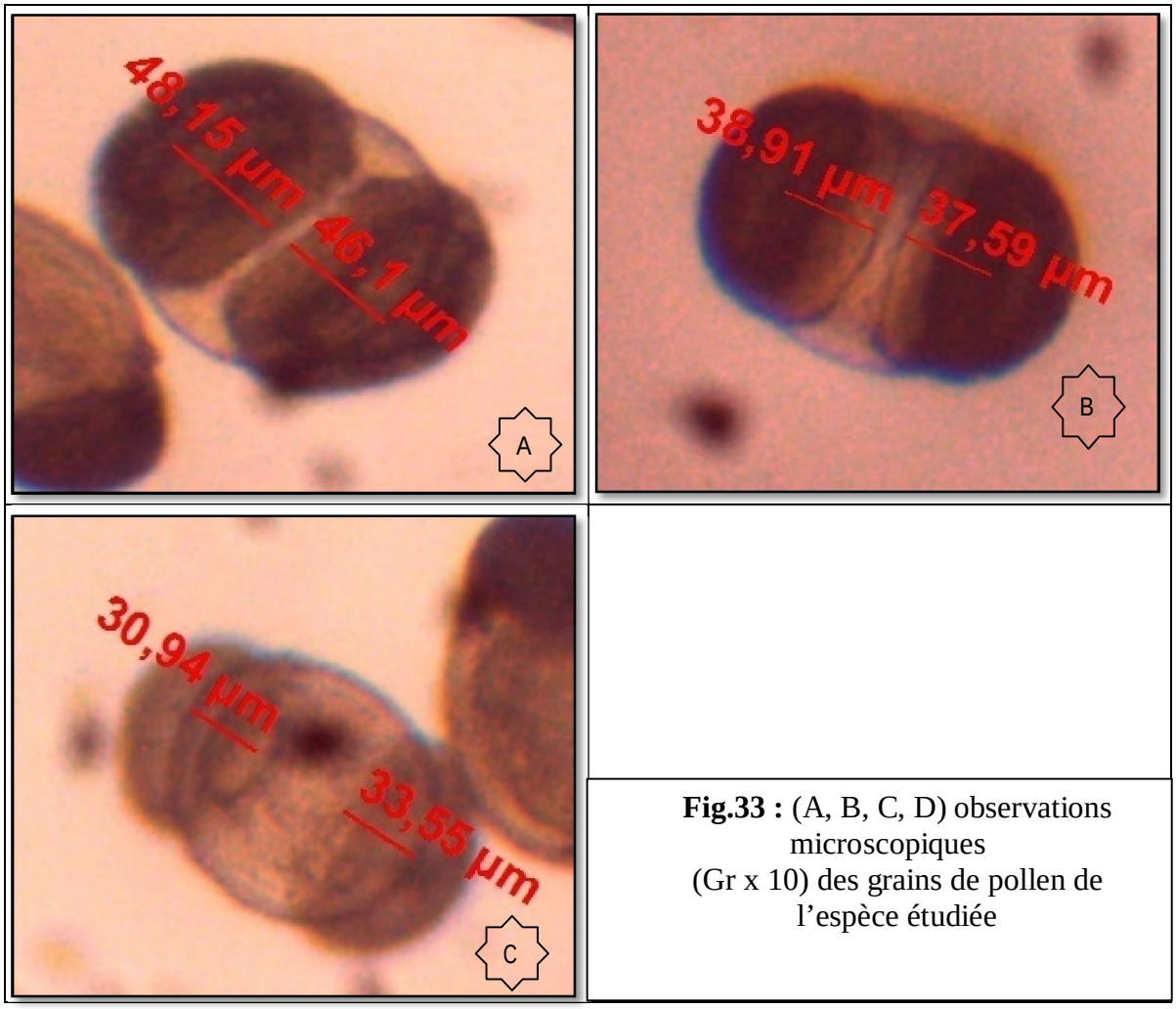


Fig.33 : (A, B, C, D) observations microscopiques (Gr x 10) des grains de pollen de l'espèce étudiée

V.4.2 -Etude morphologique des grains de pollen :

V.4.2.1- Mesures biométriques :

L'orientation du grain de pollen dans la tétrade permet de connaitre sa forme qui est définie par le rapport existant entre les dimensions de l'axe polaire et de l'axe équatorial. Le grain de pollen peut être sphéroïdal ou équiaxe (P=E), prolé ou Longiaxe (P>E), oblé ou bréviaxe (P<E) (Leroyer, et allenet, 2004).

D'après Jeanne (1983), le grain de pollen se mesure dans les deux dimensions principales que l'on désigne par P (longueur de l'axe polaire) et par E (diamètre de grain d'équateur).
Le rapport existant entre les dimensions des deux axes définis la forme du grain de pollen (Pons, 1958). Alors toute les caractéristiques morphologiques des grains de pollen se basent notamment sur l'évaluation des deux dimensions DP et DE.

V.4.2.2- Détermination des diamètres polaires et équatoriaux du pollen :

V. 4.2.2.1- les diamètres polaires (DP) des ailes gauches des grains de pollen du pin d'Alep:

L'analyse de la variance (**tableau 18**) ne montre pas une différence significative, on observe une moyenne de 87.45 µm avec un minimum de 69.65 µm et un maximum de 120.68 µm pour la provenance de Baïnem et une moyenne de 86.23 µm avec un minimum de 65.97 µm et un maximum de 125.42 µm pour la provenance de Chera et une moyenne de 87.23 µm avec un minimum de 66.17 µm et un maximum de 100.99 µm pour la provenance de Senalba**.**

V. 4.2.2.2-les diamètres équatoriaux (DE) des ailes gauches des grains de pollen du pin d'Alep:

L'analyse de la variance (**tableau 18**) ne montre pas une différence significative, on observe une moyenne de 66.31 µm avec un minimum de 54.44 µm et un maximum de 96.90 µm pour la provenance de Baïnem et une moyenne de 65.57 µm avec un minimum de 54.13 µm et un maximum de 96.63 µm pour la provenance de Chréa et une moyenne de 67.12 µm avec un minimum de 58.92 µm et un maximum de 86.61 µm pour la provenance de Senalba **.**

V. 4.2.2.3-le rapport (DP/DE) des ailes gauches des grains de pollen du pin d'Alep:

L'analyse de la variance (**tableau 18**) ne montre pas une différence significative, on observe une moyenne de 1.32 µm avec un minimum de 0.88 µm et un maximum de 1.59 µm pour la provenance et de Baïnem une moyenne de 1.32 µm avec un minimum de 0.89 µm et un maximum de 2.00 µm pour la provenance de Chréa et une moyenne de 1.30 µm avec un minimum de 0.79 µm et un maximum de 1.56 µm pour la provenance de Senalba**.**

V. 4.2.2.4-les diamètres polaires (DP) des ailes droits des grains de pollen du Pin d'Alep:

L'analyse de la variance (tableau 18) ne montre pas une différence significative, on observe une moyenne de 87.53 µm avec un minimum de 64.23 µm et un maximum de 113.46 µm pour la provenance de Baïnem et une moyenne de 86.30 µm avec un minimum de 64.22 µm et un maximum de 100.37 µm pour la provenance de Chréa et une moyenne de 87.41 µm avec un minimum de 61.67 µm et un maximum de 100.66 µm pour la provenance de Senalba.

V. 4.2.2.5-les diamètres équatoriaux (DE) des ailes droits des grains de pollen du Pin d'Alep:

L'analyse de la variance (**tableau 18**) montre une différence très significative, on observe une moyenne de 64.84 µm avec un minimum de 53.75 µm et un maximum de 88.22 µm pour la provenance de Baïnem et une moyenne de 64.99 µm avec un minimum de 54.12 µm et un maximum de 96.06 µm pour la provenance de Chréa et une moyenne de 67.63 µm avec un minimum de 58.87 µm et un maximum de 96.90 µm pour la provenance de Senalba

V. 4.2.2.6-le rapport (DP/DA) des ailes droits des grains de pollen du Pin d'Alep:

L'analyse de la variance (**tableau 18**) ne montre pas une différence significative, on observe une moyenne de 1.35 µm avec un minimum de 1.08 µm et un maximum de 1.71 µm pour la provenance de Baïnem et une moyenne de 1.4 µm avec un minimum de 0.56 µm et un maximum de 11.85 µm pour la provenance et u de Chréa ne moyenne de 1.30 µm avec un minimum de 0.74 µm et un maximum de 1.58 µm pour la provenance de Senalba

V. 4.2.2.7-les diamètres polaires (DP) du corps des grains de pollen du Pin d'Alep:

L'analyse de la variance (**tableau 18**) montre une différence très hautement significative, on observe une moyenne de 107.79 µm avec un minimum de 87.93 µm et un maximum de 133.04 µm pour la provenance de Baïnem et une moyenne de 105.73 µm avec un minimum de 86.17 µm et un maximum de 125.31 µm pour la provenance de Chréa et une moyenne de 111.81 µm avec un minimum de 91.85 µm et un maximum de 126.74 µm pour la provenance de Senalba**.**

V. 4.2.2.8-les diamètres équatoriaux (DE) du corps des grains de pollen du Pin d'Alep:

L'analyse de la variance (**tableau 19**) ne montre pas une différence significative, on observe une moyenne de 92.83 µm avec un minimum de 70.02 µm et un maximum de 128.56 µm pour la provenance de Baïnem et une moyenne de 91.93 µm avec un minimum de 71.82 µm

et un maximum de 112.78 µm pour la provenance de Chréa et une moyenne de 94.16 µm avec un minimum de 75.62 µm et un maximum de 108.28 µm pour la provenance de Senalba**.**

V. 4.2.2.9 - le rapport (DP/DE) du corps des grains de pollen du Pin d'Alep:

L'analyse de la variance (**tableau 18**) ne montre pas une différence significative, on observe une moyenne de 1.17 µm avec un minimum de 0.93 µm et un maximum de 1.75 µm pour la provenance de Baïnem et une moyenne de 1.15 µm avec un minimum de 0.85 µm et un maximum de 1.43 µm pour la provenance de Chréa et une moyenne de 1.19 µm avec un minimum de 0.90 µm et un maximum de 1.51 µm pour la provenance de Senalba

V. 4.2.2.10 -les diamètres polaires (DP) des (grains + ailes) des grains de pollen du Pin d'Alep:

L'analyse de la variance (**tableau 18**) montre une différence très hautement significative, on observe une moyenne de 107.79 µm avec un minimum de 87.93 µm et un maximum de 133.04 µm pour la provenance de Baïnem et une moyenne de 105.73 µm avec un minimum de 86.17 µm et un maximum de 125.31 µm pour la provenance de Chréa et une moyenne de 111.81 µm avec un minimum de 91.85 µm et un maximum de 126.74 µm pour la provenance de Senalba**.**

V.4.2.2.11- les diamètres équatoriaux (DE) des (grains + ailes) des grains de pollen du Pin d'Alep :

L'analyse de la variance (**tableau 18**) montre une différence très hautement significative, on observe une moyenne de 176.36 µm avec un minimum de 152.14 µm et un maximum de 223.25 µm pour la provenance de Baïnem et une moyenne de 166.83 µm avec un minimum de 144.32 µm et un maximum de 189.84 µm pour la provenance de Chréa et une moyenne de 170.45 µm avec un minimum de 144.32 µm et un maximum de 189.84 µm pour la provenance de Senalba**.**

V. 4.2.2.12-le rapport (DP/DE) des (grains + ailes) des grains de pollen du Pin d'Alep:

L'analyse de la variance (**tableau 18**) montre une différence très hautement significative, on observe une moyenne de 0.61 µm avec un minimum de 0.50 µm et un maximum de 0.72 µm pour la provenance de Baïnem et une moyenne de 0.63 µm avec un minimum de 0.51 µm et un maximum de 0.77 µm pour la provenance de Chréa et une moyenne de 0.65 µm avec un minimum de 0.52 µm et un maximum de 0.79 µm pour la provenance de Senalba.

Tableau 18: les déférentes mesures et mensuration.

	Alger (bainem)				**Blida (Chréa)**				**Djelfa (Senalba)**				Sign
	Moy	Et	Min	Max	Moy	Et	Min	Max	Moy	Et	Min	Max	
Dp (AG)	87.45	6.13	69.65	120.68	86.23	6.79	65.97	125.42	87.23	7.38	66.17	100.99	Ns
De (AG)	66.31	5.63	54.44	96.90	65.57	7.11	54.13	96.63	67.12	4.89	58.92	86.61	Ns
Dp/De (AG)	1.32	0.10	0.88	1.59	1.32	0.12	0.89	2.00	1.30	0.13	0.79	1.56	Ns
Dp (AD)	87.53	6.83	64.23	113.46	86.30	6.68	64.22	101.37	87.41	8.43	61.67	100.66	Ns
De (AD)	64.84	4.29	53.75	88.22	64.99	5.39	54.19	96.06	67.63	6.85	58.87	96.90	**
Dp/De (AD)	1.35	0.11	1.08	1.71	1.40	0.86	0.56	11.85	1.30	0.15	0.74	1.58	Ns
Dp (G)	107.79	7.15	87.93	133.04	105.73	7.49	86.17	125.31	111.81	8.84	91.85	126.74	***
De (G)	92.83	10.10	70.02	128.65	91.93	8.50	71.72	112.78	94.16	7.08	75.62	108.28	Ns
Dp/De (G)	1.17	0.11	0.93	1.75	1.15	0.11	0.85	1.43	1.19	0.12	0.90	1.51	Ns
Dp (A+ G)	107.79	7.15	87.93	133.04	105.73	7.49	86.17	125.31	111.81	8.84	91.85	126.74	***
De (A+ G)	176.36	9.54	152.14	223.25	166.83	10.81	144.32	189.84	170.45	8.58	146.09	187.24	***
Dp/De (A+G)	0.61	0.03	0.50	0.72	0.63	0.04	0.51	0.77	0.65	0.05	0.52	0.79	***
Taux de fertilité	83.89	1.87	81.50	87.21	81.40	2.78	77.41	87.34	83.45	1.26	82.39	84.96	*

*, **, *** : niveaux de significativité respectivement significatif (5%), très significatif (1%), très hautement significatif (0.1%). Ns: nom significatif.

V.4.3 -Détermination du taux de fertilité des grains de pollen:

V.4.3.1- le taux de fertilité des grains de pollen du Pin d'Alep:

L'analyse de la variance (**tableau 18**) montre une différence significative, on observe une moyenne de 83.89 % avec un minimum de 81.50 % et un maximum de 87.21 % pour la provenance de Baïnem et une moyenne de 81.40 % avec un minimum de 77.41 % et un maximum de 87.34 % pour la provenance de Chréa et une moyenne de 83.45 % avec un minimum de 82.39 % et un maximum de 84.96 % pour la provenance de Senalba**.**

V.4.4-L'étude corrélative :

V.4.4.1- La corrélation entre le diamètre polaire (DP) et le diamètre équatorial (DE) :

L'étude corrélative des deux paramètres DP et DE montre une corrélation positive et significative à hautement significative plus le DP augmente le DE augmente en parallèle et inversement pour les ailes gauche et droit (r=0.33, p=0.00 au seuil de signification α=0.05), (r=0.30 , p=0.00 au seuil de signification α=0.05), respectivement de l'espèce*)* et le même cas pour le corps de pollen (r=035 , p=0.00 au seuil de signification α=0.05) (**Fig. 34**) et de même chose pour le grain plus ails, ils présentent une corrélation significative à hautement significative (r=0.41 , p=0.00 au seuil de signification α=0.05).

V.4.4.2-La corrélation entre le taux de fertilité (TF) et le diamètre polaire (DP)

L'analyse de la corrélation entre TF et DP des deux ails gauche et droite l'espèce et de même chose pour le corps de pollen et le grain plus ails montre une corrélation non significative pour l'espèce (*Pinus halepensis)*. **(Voir tableau. 22).**

V.4.4.3-La corrélation entre le taux de fertilité (TF) et le diamètre polaire (DE)

L'analyse de la corrélation entre TF et DE des deux ails gauche et droite l'espèce et de même chose pour le corps de pollen et le grain plus ails montre une corrélation non significative pour l'espèce (*Pinus halepensis)*. (**Voir tableau. 22**).

V.4.4.4-La corrélation entre le taux de fertilité (TF) et le rapport (DP/DE)

L'analyse de la corrélation entre TF et DP/DE montre une corrélation non significative pour les grains de pollen de l'espèce (*Pinus halepensis*), (**voire tableau. 22**)

V.4.4.5-La corrélation entre le rapport (DP/DE) et les paramètres climatiques:

L'analyse de la corrélation entre TF (DP/DE) ou la forme et les paramètres climatiques montre une corrélation non significative pour les grains de pollen de espèces (*Pinus halepensis*), (**voire tableau.21**).

V.4.4.6-La corrélation entre taux de fertilité et les paramètres climatiques:

L'analyse de la corrélation entre taux de fertilité et les paramètres climatiques montre une corrélation non significative pour l'espèce de (*Pinus halepensis*), (**voir tableau. 23**)

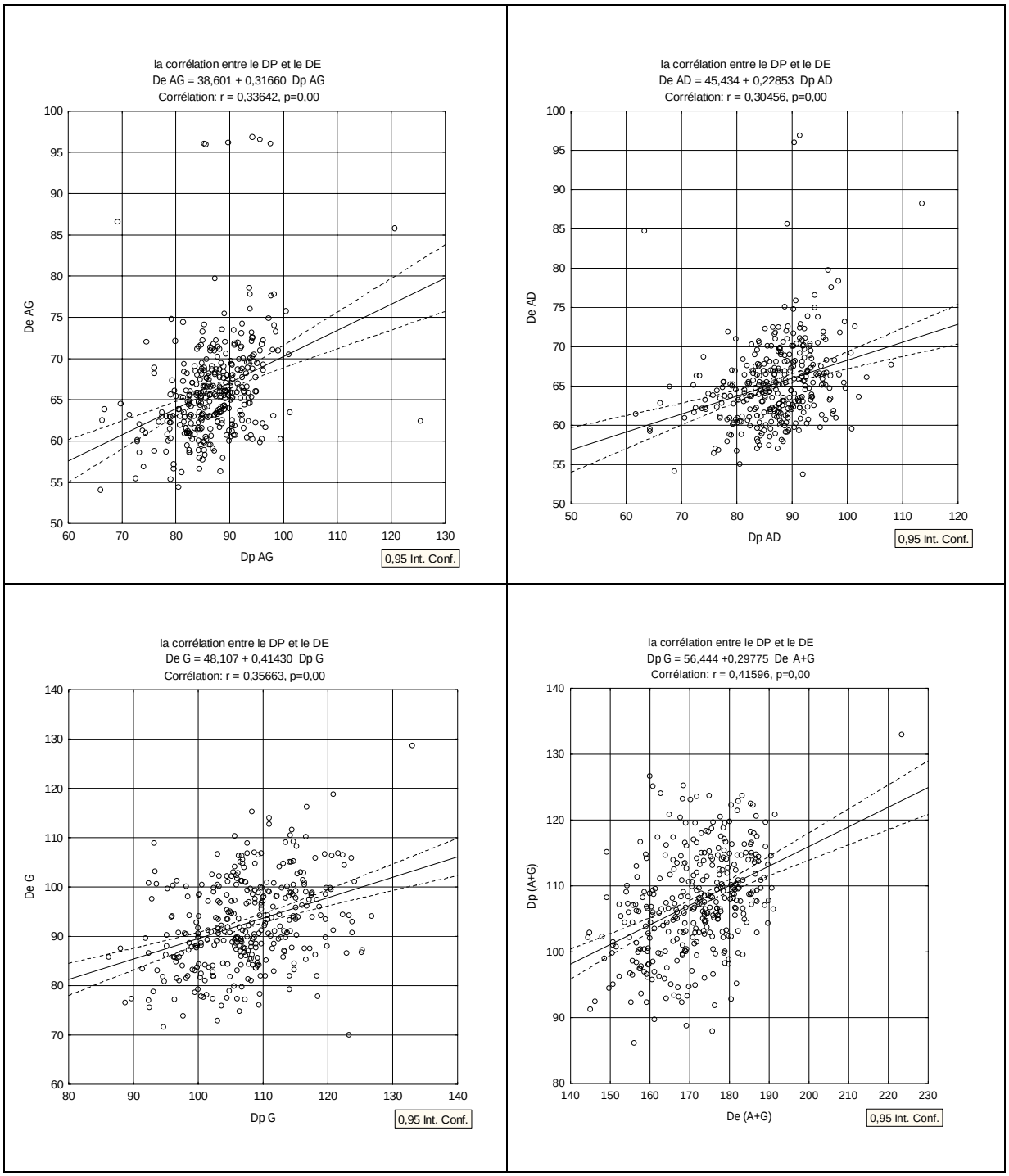


Fig.34 : Les diagrammes corrélatifs.

V.4.5-Discussion :

V.4.5.1-Analyse des observations obtenues de la figure .33:

L'analyse de la variance des intersections (entre les ailes et le corps du pollen) pour le *Pinus halepensis* montre une différence non significative comme le montre le tableau suivant ce qui explique la stabilité de la forme du pollen qui reste toujours Briviaxe dans les trois stations.

Tableau. 19: Analyse de la Variance (effets significatifs marqués à p < .05)

Variable	SC effet	MC effet	SC erreur	MC	F	P
Intersection	2.55	2.55	230.27	57.46	0.04	0.84

V.4.5.2- Variabilité de la forme :

La morphologie des grains de pollen est caractéristique de chaque espèce (Pons 1958, et Gouyon, 2004 in Naas, 2006)

Selon Louveaux (1977), la forme d'un grain de pollen non composé se définit en fonction de la vue polaire et de la vue équatoriale.

En vue polaire, la plupart des grains sont circulaires, triangulaires, subtriangulaires ou bien de forme plus complexe.

En vue équatoriale, on distingue les grains qui sont plus hauts que larges c'est-à-dire la valeur du rapport existant entre les dimensions de l'axe polaire P et celles de l'axe équatoriale E est supérieur à 1 ; de tels pollens sont dits longiaxes ou prolates et ceux qui sont plus larges que hauts sont dits bréviaxes ou oblates (P/E est inférieur à 1). Les grains circulaires ou subcirculaires en vue polaire et dont le rapport P/E est égal à 1 sont sphériques ou subsphériques.

Au niveau des trois stations d'étude pour l'espèce *Pinus halepensis*, la forme reste la même (Longiaxe) pour les ailes et le corps de pollen mais pour tout le grain. dans les trois stations (Briviaxe) **(tableau 20)**

La comparaison entre les trois stations ne révèle aucune différence significative entre la forme des (ails droits, ails gauches, et le corps du pollen) des grains de pollen de l'espèce *Pinus halepensis* dans les trois stations c'est-à-dire les mêmes organes présente la même forme dans les trois stations d'étude par contre la forme globale du grain plus ail montre une différence très hautement significative par apport aux valeurs des rapport mais la forme reste toujours elle même (**Fig. 35.36.37**)

Tableau.20: La forme des grains de pollen de l'espèce étudiée des déférentes zones d'études

	Baïnem		**Chréa**		**Sénalba**	
	DP/DE	Forme	DP/DE	Forme	DP/DE	Forme
Les ails droits	1.35	Longiaxe	1.40	Longiaxe	1.30	Longiaxe
Les ails gauches	1.32	Longiaxe	1.32	Longiaxe	1.30	Longiaxe
Les grains	1.17	Longiaxe	1.15	Longiaxe	1.19	Longiaxe
Les grain+ails	0.61	Briviaxe	0.63	Briviaxe	0.65	Briviaxe

(DP>DE Longiaxe, DP<DE Briviaxe)

V.4.5.3- Variabilité de la forme des pollens en fonction des paramètres climatiques:

L'analyse de la corrélation entre (DP/DE) ou la forme et les conditions climatiques (précipitations et température) montre une corrélation non significative.

Donc ce résultat néglige l'effet significatif des facteurs climatiques et édaphiques sur la forme des grains de pollen.

La variabilité des diamètres est exprimée par la forme légèrement variable des grains de pollen au sein de la même espèce ; cette variabilité intra spécifique de la forme est liée à une croissance non proportionnée sur les deux axes polaire et équatorial.

Cette variation morphologique des grains de pollen provenant de la même espèce est due probablement aux causes suivantes (Louveaux, 1977):

1. La disposition du grain de pollen sur la platine de microscope (vue polaire et vue équatorial) ;
2. Présence de pollen stérile ;
3. La mal formation du grain de pollen.

Tableau. 21: L'analyse corrélative entre la forme des grains de pollens (DP/DE) et les paramètres climatiques (précipitations, T° max, T° min).

	Valeur r (P, DP/DE)	P	Valeur r (T Max, DP/DE)	P	Valeur r(T Min, DP/DE)	P
DP/DE (Ail droit)	0.13	0.41	0.07	0.66	-0.03	0.41
DP/D (Ail gauche)	0.11	0.51	-0.10	0.53	-0.21	0.21
DP/DE (grain)	0.31	0.06	-0.26	0.11	-0.06	0.71
DP/DE (Ail+grain)	0.27	0.10	-0.19	0.26	-0.31	0.06

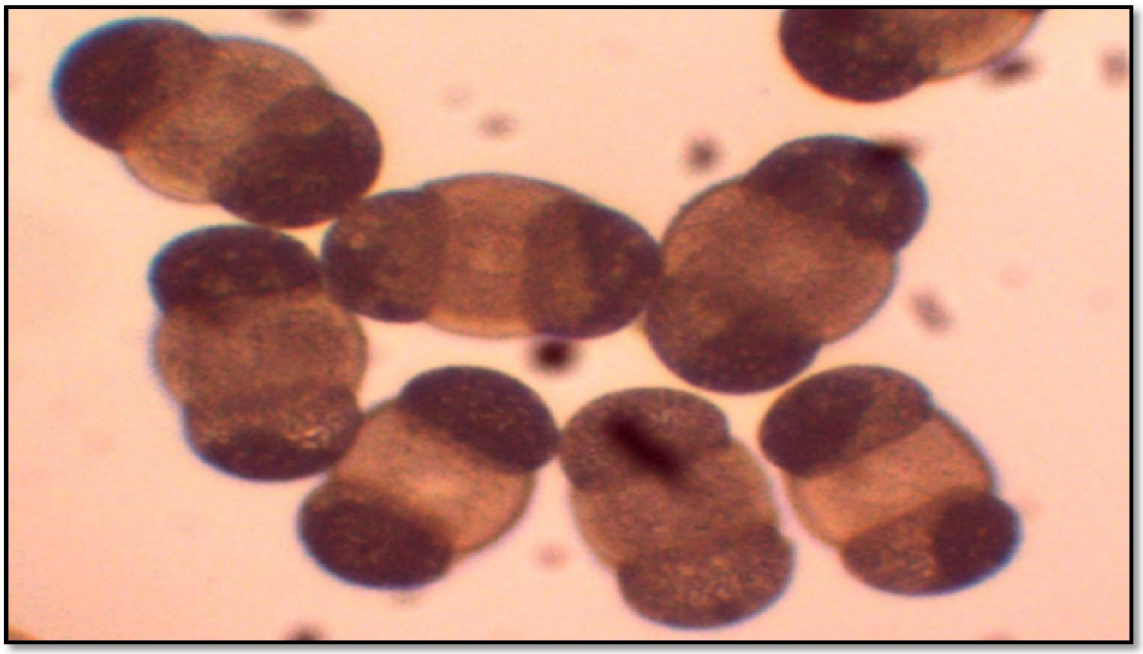


Fig.35 : Observation microscopique (Gr×10) des grains de pollens de l'espèce Pinus halepensis (station Senalba)

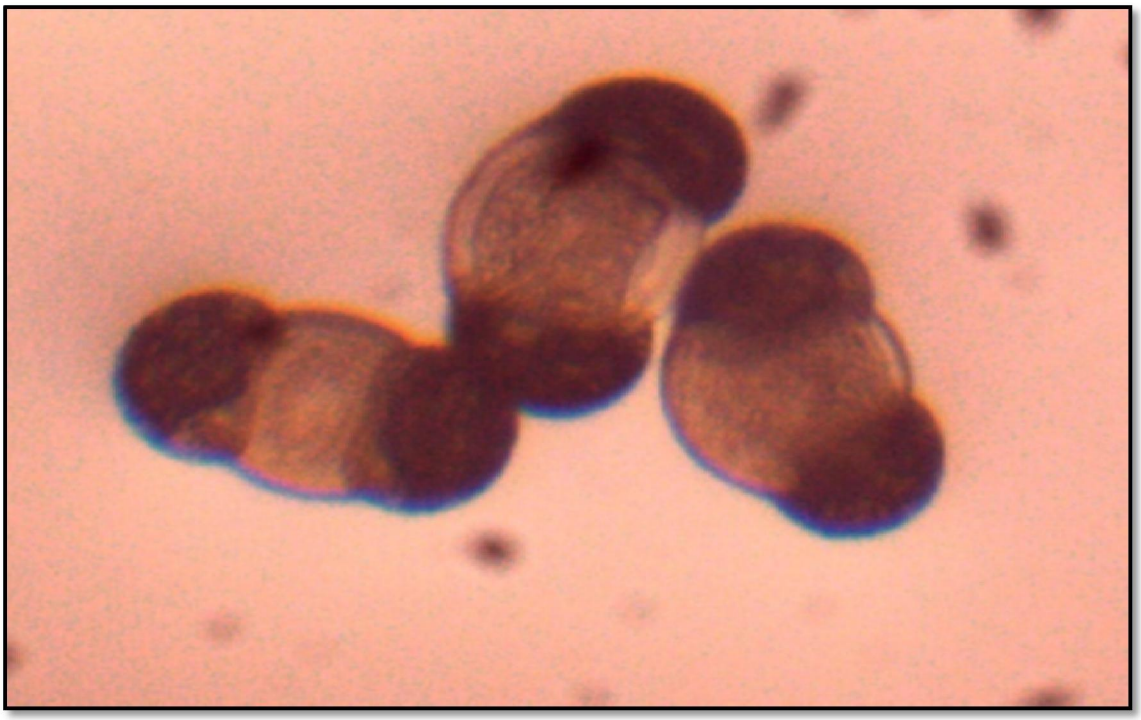


Fig.36: Observation microscopique (Gr×10) des grains de pollens de l'espèce ***Pinus halepensis*** (station Baïnem).

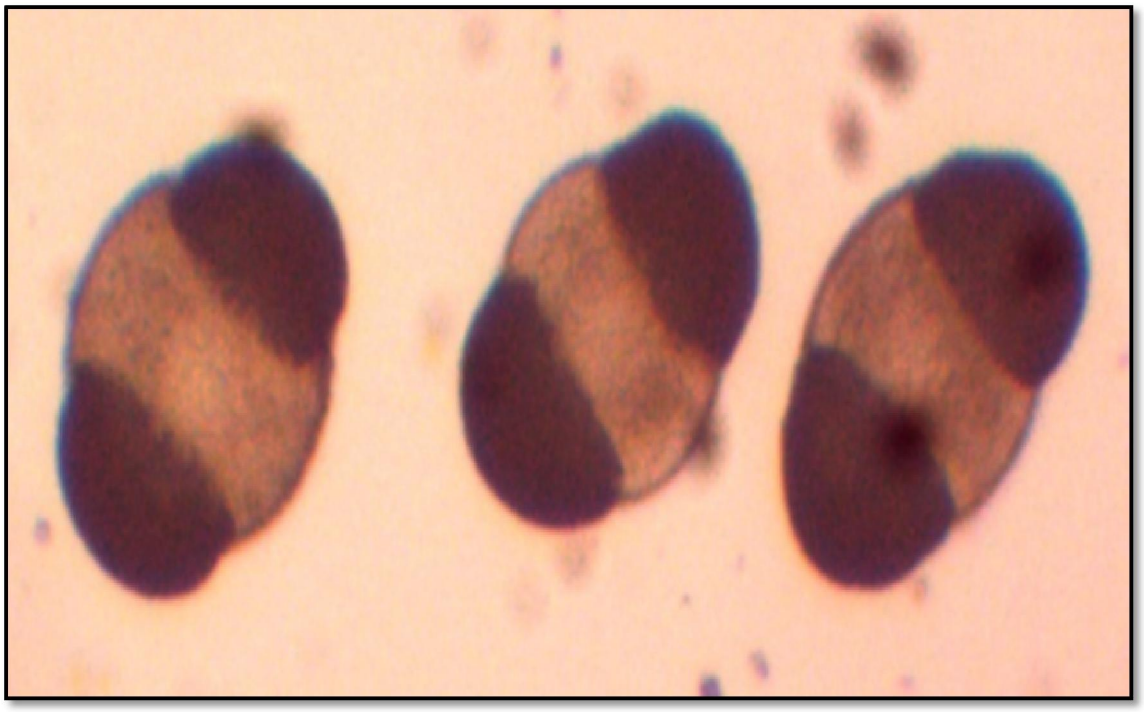


Fig.37 : Observation microscopique (Gr×10) des grains de pollens de l'espèce ***Pinus halepensis*** (station Chréa)

V.4.5.4 -Variabilité des diamètres :

D'après JEANNE (1983) le grain de pollen se mesure dans les deux dimensions principales que l'on désigne par **P** (longueur de l'axe polaire) et **E** (diamètre de grain d'équateur).

L'analyse de la variabilité intra-spécifique des deux diamètres DP et DE des grains de pollen l'espèce étudiée dans les trois stations, faite avec les résultats représentés dans le **Tableau. 18**, montrent une différence non significative entre les valeurs de DP et DE pour les ailes et le corps de pollen de l'espèce *(Pinus halepensis)* sauf il ya une signification au niveau de DE de l'aile droite et le DP du corps du pollen.

La variabilité biométrique des grains de pollen résulte essentiellement du type de leur genèse dans les anthères, alors que pour les facteurs climatiques, des températures variables ont une influence sur cette genèse (Pons, 1958) du fait de leur importance lors de toutes les réactions biochimiques (enzymatiques) déroulées dans le compartiment florale des différentes espèces.

Une relation entre la taille du pollen et le climat est prouvée par l'étude faite par Usinger (1980) in Naas (2006), qui a observé une légère augmentation de la taille du pollen des espèces européennes de bouleaux en fonction de la latitude sud-nord et de l'altitude croissante, l'attribuant à des changements climatiques.

Pour les facteurs édaphiques, une telle composition chimique du sol influe directement sur les réserves accumulées lors de l'anthèse (Pons.1958).

Pour le corps et les ailes pollen de (*Pinus halepensis)*, la différence entre les deux mesures est signalé non significative ce qui est exprimé par la croissance en taille relative sur les deux axes (P et E).

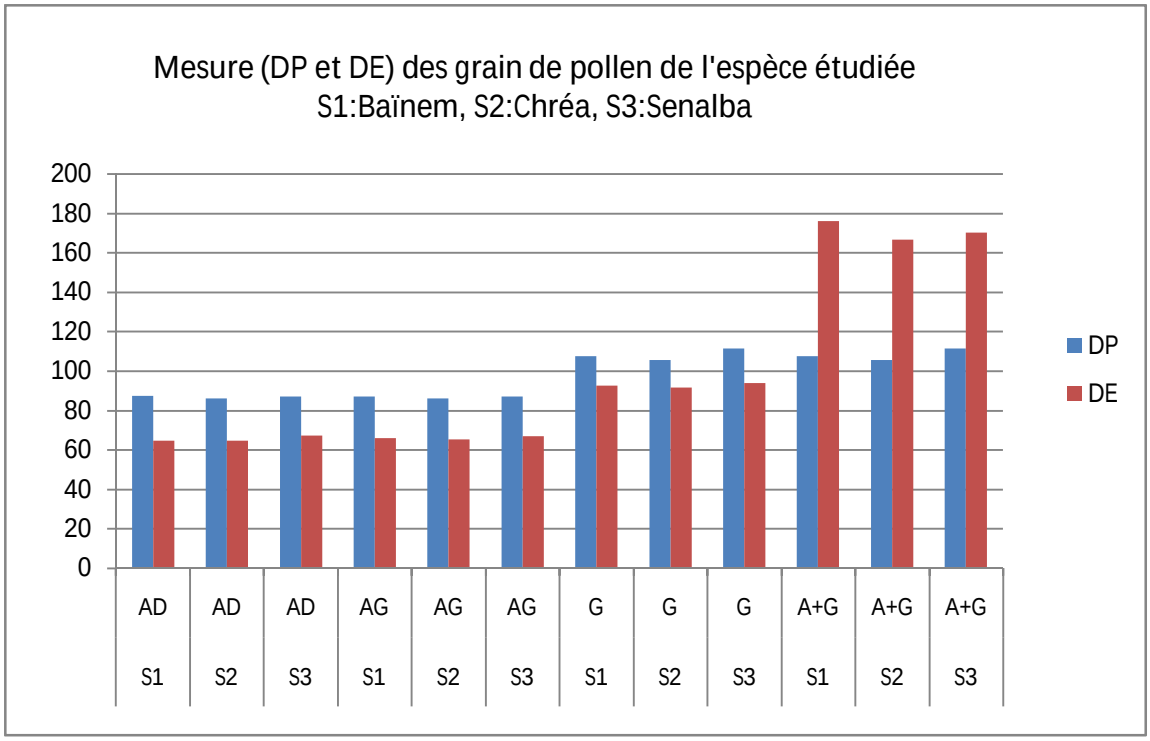


Fig.38 : Mesure DP et DE des grains de pollen de l'espèce étudiée

V.4.5.5 - Analyse du taux de fertilité:

- La préparation microscopique que nous avons effectuée en utilisant le carmin acétique, nous a permis d'obtenir une coloration qui surestime le taux de fertilité en considérant les grains de pollen fertiles ceux-ci sont bien colorés en rouge et les grains de pollen stériles ne sont pas colorés
- La détermination du taux de fertilité du pollen de l'essence étudiée est nécessaire pour compléter cette description morphologique et pour déterminer la stérilité mâle de quelques arbres forestiers, cette stérilité exprime l'incapacité de l'espèce de produire du pollen viable pour diverses raisons (Pons, 1958).
- Après l'observation de la (**fig. 39**) ainsi que l'analyse du (**tableau.18);** le taux de fertilité présente une différence significative concernant l'espèce étudiée dans les trois stations.

- Un taux élevé compris entre 81 et 84 % est enregistré, ce qui est expliqué par la forte fertilité de l'espèce forestière étudiée et la période d'échantillonnage qui correspond à la saison fertile (début de floraison des fleurs « du pollen frais »).

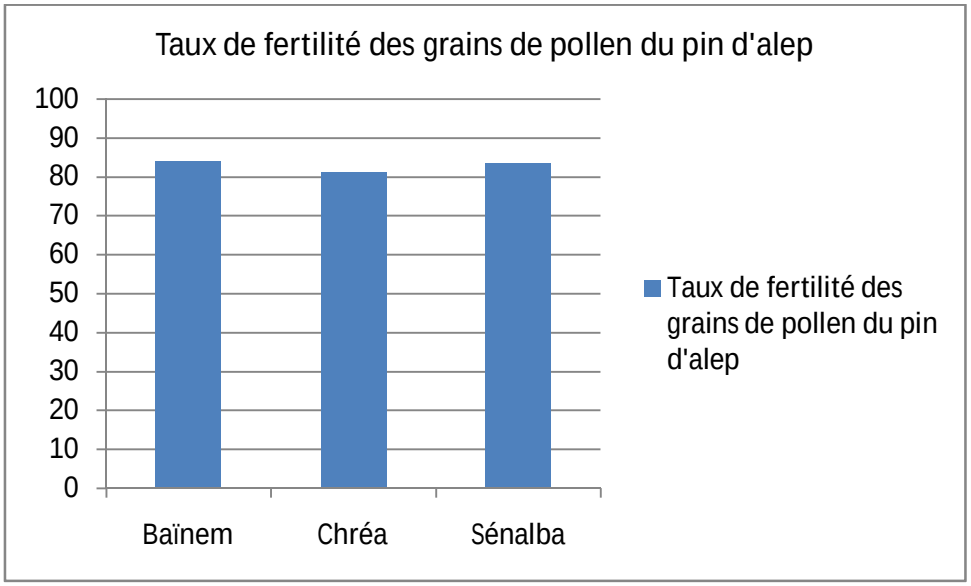


Fig.39 : Taux de fertilité des grains de pollen

V.4.5.6 -Variabilité de la fertilité du pollen étudié en fonction des deux diamètres:

V.4.5.6.1-Variabilité de la fertilité et DE:

Le **(tableau 22** et **Fig.40)** la corrélation entre, le taux de fertilité et le diamètre polaire pour l'espèce *(Pinus halepensis)* non significative est enregistré.

V.4.5.6.2- Variabilité de la fertilité et DP:

Le **(tableau.22** et **Fig.40)** l'analyse corrélation ne montre pas une corrélation significative entre le taux de fertilité et DP. Pour les grains de pollen de l'espèc*e (Pinus halepensis).*

V.4.5.6.3- L'influence des régions sur le taux de fertilité:

On constate que l'espèce de *(Pinus halepensis)* est plus fertile dans les régions de Djelfa et d'Alger avec le taux de fertilité (83%) et moins fertile dans la région de Blida avec un taux de fertilité de (81%).

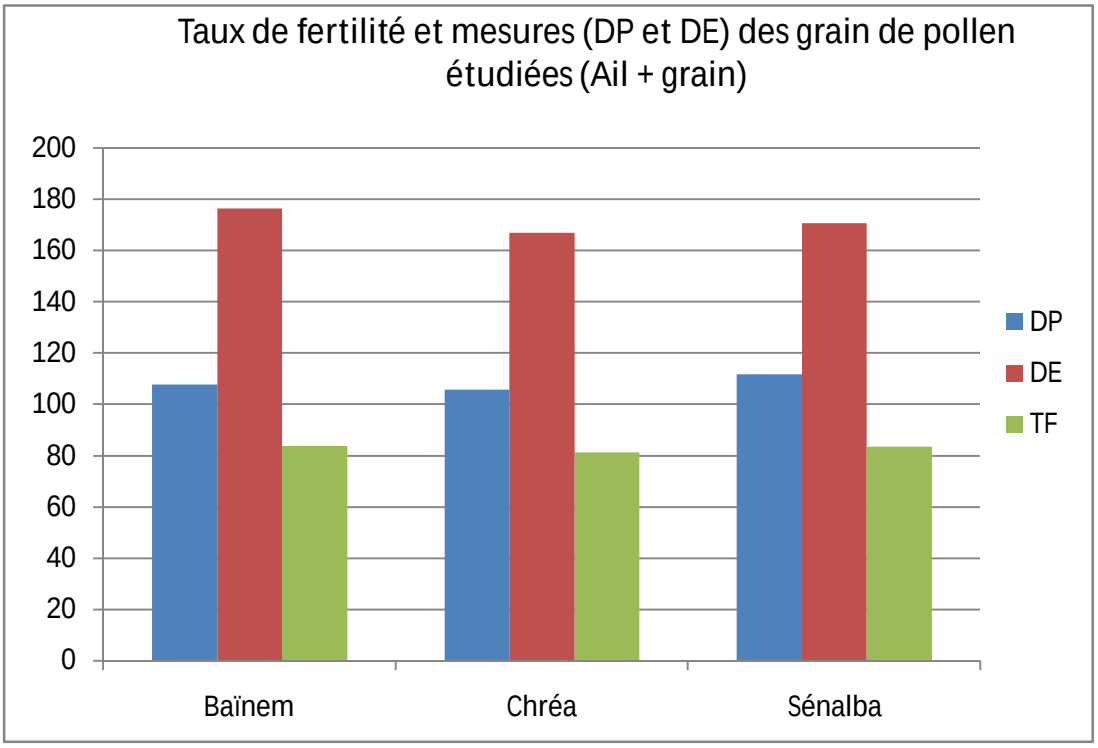


Fig.40 : Taux de fertilité et mesures (DP et DE) des grains de pollen étudiée

Tableau. 22: Analyse corrélative du taux de fertilité avec les mesures des deux diamètres DP et DE des grains de pollen étudiés.

	Valeur r (TF, DP)	P	Valeur r (TF, DE)	p	Valeur r (TF, DP/DE)	p
Ail + grain	0.03	0.86	0.018	0.91	0.029	0.86
Ail droite	-	-	-	-	-	-
Ail gauche	-	-	-	-	-	-
grain	-	-	-	-	-	-

V.4.5.6 .4 - L'influence des paramètres climatiques sur le taux de fertilité:

La variabilité et la structure génétique des peuplements forestiers agissent sur l'air de distribution, la localisation, la taille et le nombre des populations. Chaque peuplement forestier a une composition génétique unique dans son genre, car il est le résultat d'adaptation à une série de conditions environnementales propres à son emplacement .Ce fait s'applique notamment aux essences forestières présentes dans des environnements hétérogènes.

- Le Pin d'Alep s'accommode d'une température moyenne du mois le plus froid (Janvier) entre 2,8 et 7,7°C (Kadik, 1987).
- Le Pin d'Alep supporte des froids exceptionnels de (-15°C) à (-18°C). (Bedel, 1986).

- En Algérie, le Pin d'Alep offre son meilleur développement sur le littoral entre 2°C et 5°C, cette condition se conforme presque aux données des deux stations (Baïnem 7.9°C) et Chréa (T min 5.15°C)
- Sur les massifs de l'Atlas Saharien le Pin d'Alep se développe entre - 0.1 et + 2°C, ce résultat est adéquat à la température de la station de Senalba (T min 2.1°C). Cette espèce se développe sous des pluviosités allant de 250 mm à 800 mm/an et plus.

(Kadik, 1983). En effet, concernant ce facteur, les données susdites s'accordent aux celles des trois stations (Senalba 304.74 mm/an, Baïnem 661.4 mm/an, et Chréa 682.19 mm/an.

Après cette étude analytique, on a constaté que l'espèce étudiée se développe dans des conditions climatiques différentes, parfois sévères, ce qui est expliqué par la résistance à la sècheresse, au froid et même aux conditions environnementales défavorables. (pollution atmosphérique).

L'analyse de la corrélation entre le taux de fertilité et les paramètres climatiques (précipitations et température) montre une corrélation non significative, (**tableau 23**).

Donc ce résultat néglige l'effet significatif des facteurs climatiques et édaphiques sur taux de fertilité du pollen étudié, ce qui est expliqué par la résistance des espèces étudiées aux conditions climatiques et environnementales différentes.

Tableau. 23: L'analyse corrélative entre le taux de fertilité des grains de pollen et les paramètres climatiques (précipitation, T° max, T° min).

	Valeur r (TF, P)	P	Valeur r (TF, T max)	P	Valeur r (TF, T min)	P
Les grains de pollen	-0.25	0.30	-0.46	0.07	-0.28	0.30

V.5 - L'effet variation de la qualité de l'air sur la morphologie des grains de pollens et leur taux de fertilité :

V.5 .1 - l'effet de la variation de la qualité de l'air sur des deux diamètres DP, DE et la forme DP / DE des grains de pollen:

L'analyse de la corrélation entre IQA et DE et DP de grain plus ail montre une corrélation non significative pour les grains de pollen de l'espèce (*Pinus halepensis*), et la même chose pour la forme **(tableau.24), (fig.44)**

Tableau. 24: L'analyse corrélative entre les IQA et les diamètres DP et DE et la forme des (Ail+grain) des grains de pollen.

	Valeur r (IQA, DP)	P	Valeur r (IQA, DE)	P	Valeur r (IQA, DP/DE)	P
Ail + grain	0.16	0.72	0.21	0.63	-0.02	0.95

Il y'a une variation de la qualité de l'air (IQA) entre les stations d'études avec un degré de pollution différent Baïnem (23 pollution élevé), Chréa (20.16 pollution élevé), Senalba (34.83 pollution moyenne) et une différence très hautement significative pour les deux diamètres DP et DE entre les stations et pour DP/DE **(Fig.41 et Fig.42)**

Mais la corrélation non significative néglige l'effet significatif de qualité de l'air sur les deux axes polaire et équatoriale et la forme du pollen

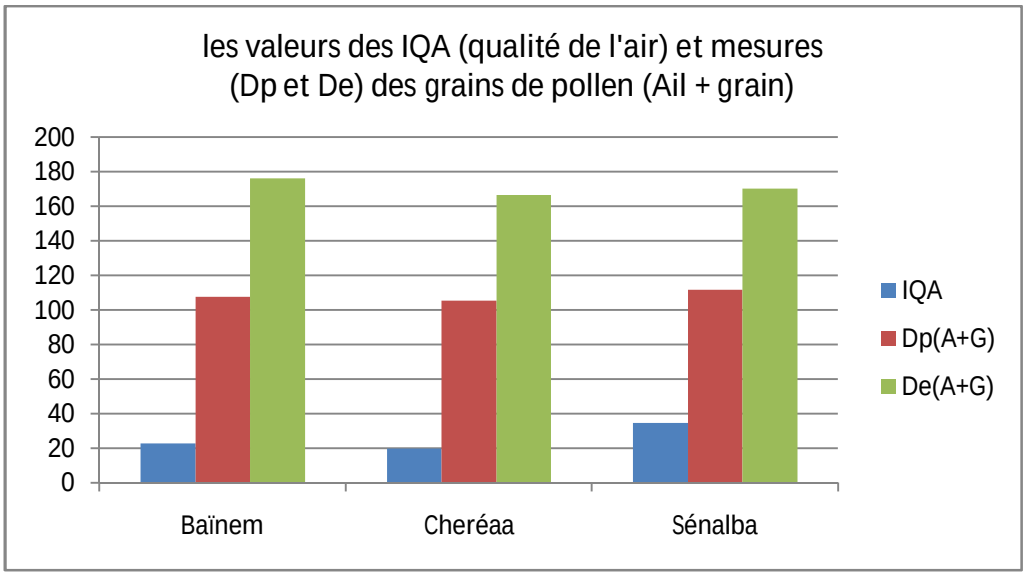


Fig. 41 : Les valeurs des IQA et mesures (DP et DE) des (Ail+grain)

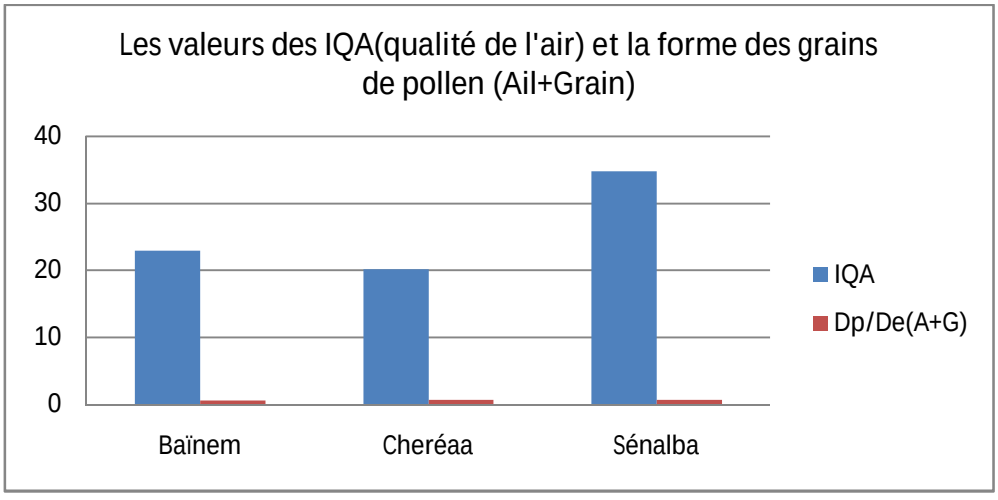


Fig. 42 : Les valeurs des IQA et la forme des grains de pollen (Ail+grain)

V.5 .2 - l'effet de la variation de la qualité de l'air sur le taux de fertilité :

L'analyse de la corrélation entre IQA et le taux de fertilité de grain de pollen montre une corrélation non significative pour l'espèce (*Pinus halepensis*), **(tableau.25), (Fig. 40)**

Tableau. 25: L'analyse corrélative entre les IQA et le taux de fertilité des grains de pollen.

	Valeur r (IQA, T de Fert)	P
Les grains de pollen	0.64	0.11

Malgré la variation de la qualité de l'air, des grains de pollen caractérisé par un taux de fertilité très élève et la corrélation signalé non significative ce qui est expliqué par la résistance des grains de pollen de l'espèce étudier aux conditions environnementales (qualité de l'air) différentes **(Fig43)**

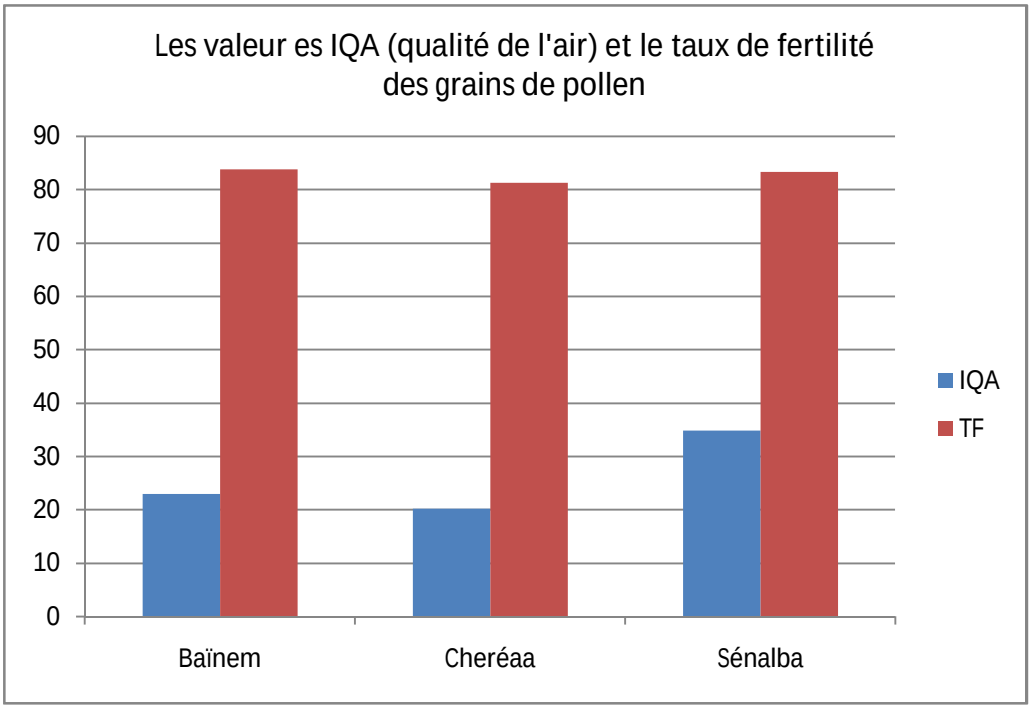


Fig. 43 : Les valeurs des IQA et le taux de fertilité des grains de pollen

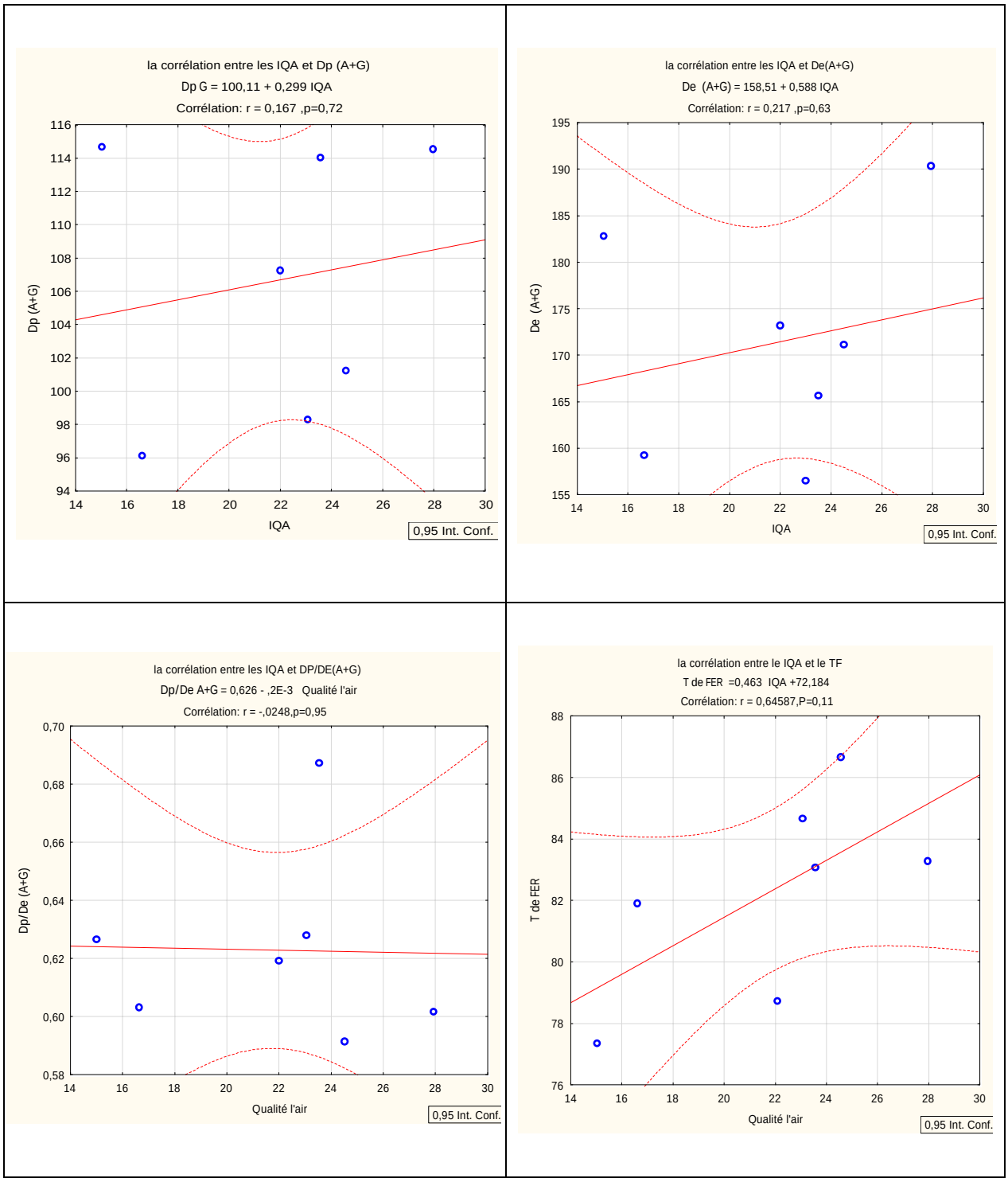


Fig.44 : Les figures corrélatives

Conclusion Générale

Conclusion Générale

L'étude de quelques marqueurs morphologiques et la fertilité des grains de pollen de *Pinus halepensis* et de trois provenances des forêts algériennes entre dans le cadre d'une caractérisation morphologique du programme mâle des essences forestières répondues en Algérie. Celles-ci jouent un rôle primordial en ce qui concerne la conservation et la protection des sols et de l'eau; la lutte contre la désertification, l'amélioration des conditions de l'environnement (Machouri, 2006).

Face aux dangers qui menacent l'écosystème forestier tels que : la désertification, la dégradation des sols, pollution atmosphérique et changement climatique, l'homme est appelé d'attribuer un grand intérêt pour les espèces forestières en étudiant leurs caractéristiques et leurs exigences.

Le présent travail consiste à l'étude de la qualité de l'air par l'utilisation des lichens comme des bio-indicateur Rémy HUMBERT (2012) et les caractéristiques morphologiques des grains de pollen ou l'élément sexuel mâle nécessaire pour la fécondation (Dany, 1983) qui correspond à un véhicule de conservation génétique (Wang bsp et al, 1994 In Kahouadji, et Azzeddine 2002).

Ceci a été réalisé par des mesures biométriques (DP et DE) et par un test de fertilité. La comparaison faite par les mesures du pollen de *Pinus halepensis* entre les trois provenances a permis d'étudier l'impact ou l'influence de la qualité de l'air et le climat sur la forme et la fertilité du pollen étudié.

Les résultats obtenus sont comme suit:

- Pour le pin d'Alep : Dans les trois (3) stations, on a constaté **le non changement de la forme** des ballonnets, du corps et de tout le grain de pollen.
- Les grains de pollen étudié représentent un taux de fertilité élevé (entre 81 à 83%).
- L'étude corrélative entre le **taux de fertilité** et le **DP/DE** montre une corrélation non significative pour les grains de pollen de l'espèce étudié, c'est-à-dire : le taux de fertilité n'est pas influencé par la forme.
- L'étude corrélative entre les deux diamètres **(DP)** et **(DE)** montre une corrélation significative à hautement significative plus le (DP) augmente, le (DE) augmente

parallèlement et vis versa. Pour les ballonnets et le corps et de tout le grain de pollen du pin d'Alep.

- Les **paramètres climatiques** n'ont pas une influence significative sur la **forme** du pollen, ce qui a été constaté après l'étude corrélative réalisée qui est non significative.
- Une corrélation non significative est remarquée entre paramètres climatiques **le taux de fertilité** des grains de pollen.
- Pour la qualité de l'air et la diversité lichenique :
- La capacité des espèces des lichens de se développer dans des conditions climatique particulières et répartie dans défirent étage bioclimatique.
- La capacité des quelque espèces des lichens de se développer dans des conditions écologique particulières la résistance a la pollution.
- L'existence des espèces licheniques crustacés que les espèces foliacées.
- La qualité de l'air des stations étudiées comme suite la forêt de Baïnem présente un degré de **pollution élevé** avec un IQA = 23, Cheréaa qui présente un degré de **pollution élevé** avec un IQA = 20.16, sénalba présente un IQA = 34.83 a un degré de **pollution moyenne**

Pour l'effet da la qualité de l'air sur la morphologie et le taux de fertilité des grains de pollen de pin d'Alep :

- L'analyse corrélative entre **la qualité de l'air et la forme des grains** de pollen signalé non significatif et de même chose pour les deux axes polaire et équatorial.
- Une corrélation non significative signalée entre les IQA **(qualité de l'air)** et le taux de fertilité des grains de pollen.

Dans la perspective de l'étude descriptive du pollen des essences forestières ; les résultats de cette étude, sont en premier, une ébauche pour des travaux ultérieurs menés sur une analyse de structure et de composition approfondie.

Des études ultérieures basées sur la composition biochimique du pollen sont nécessaires et d'autres analyses faites par la microscopie électronique à balayage et à transmission ainsi des dosages réalisés par l'électrophorèse sont également

recommandées, afin de connaître leur sensibilité morphologique et structurale à la pollution atmosphérique et aux réchauffements climatiques.

Liste des références

Liste des références

- **(AGUMYA Edison et IMBULA Milupi, 2013),** Evaluation de la qualité de l'air du Jardin d'Essai du Hamma (coté français) par la bioserveillence liquinique.mémoire de master .univ .USTHRB ,60p.
- **AHRIZ, (1993)** Contribution a la cartographie des sols de la forêt de Baïnem, Mémoire d'ingénieur d'ètat.INA EL - Harrach. P95
- **ANONYME. (2000),** Evaluation et maintien de la viabilité des pollens utilisé dans le programme d'amélioration des arbres 76p.

ANONYME.(2010), (WWW.planbleu.org).Importance des terres boisées, agricoles et pastorales en Méditerranée

appa (bioindication de la qualité de l'air) en région Nord Pas- de-Calais ; 20p

- **AZZEDINE K et KAHOUADJIL, (2002),** Étude palynologique de quelques plantes steppiques. Mémoire d'ingénieur d'état en Agropastoralisme Djelfa, 75 p.
- **B.N.E.F, (1983),** Étude d'aménagement forestier sur 32000 ha de pin d'Alep wilaya de Djelfa. étude de milieu Senalba Chergui superficie 20000 ha.
- **BAZI A, (1988),** Contribution à l'étude de l'avifaune du parc national de Chréa, station de Ghellaie : inventaire, abondance, diversité spécifique, origine biogéographique. Mem. Ing. Agr., INA, El Harrach, Alger, 70p.
- **BEDEL J, (1986),** Aménagement et gestion des peuplements de pin d'Alep dans la zone méditerranéenne française. CIHEM-Options Méditerranéennes. Pp 109-125.
- **BENSAADA A, (1986),** Etude de végétation du Djebel Mozaia. Essai de cartographie de la partie Est. These Ing. Agro. INA, El Harrach, Alger, 70p.
- **BONNEAU.M et SOUCHIER.B(1979),** Pédologie 2 Constituant et propriétés du sol Ed MASSON, Paris,459 p.
- **BOUDY P, (1952),** Guide de la foresterie en Afrique du Nord. Ed. La Maison rustique : Librairie Agricole, Horticole, Foresterie et Ménagère. Paris,505p
- **BOUDY P, (1952),** Guide de la foresterie en Afrique du Nord. Ed. La Maison rustique: Librairie agricole, Horticole, Forestière et Ménagère. Paris, 505 p

- **BOUGUERRA S, (2011),** Contribution à l'étude de la gestion d'un parc national classé comme réserve de biosphère : Cas du parc national de Chréa. Mem. Ing. Agr. ENSA, El-Harrach, Alger, 70p.
- **CAMUS A, (1926),** Les cyprès genre (Cupressus): Monographie, systématique, anatomie, culture et principaux. Ed. Paul Le chevalier, Paris, 106p.
- **CHAKROUN M L, (1986),** Le pin d'Alep en Tunisie. CIHEAM-Options Méditerranéennes. Pp 25-27
- **CHERIFI K, BOUSSAÏD M, et Marakchi M,(1993),** Diversité génétique de quelques populations naturelles de Medicago ciliaris (L), Krok et de Medikago intertexte (L) Mill Analyse de la variabilité morphologique, Amélioration des plantes. Agronomie 13, Elsevier / INRA. Pp 895-908
- CIHEAM - Options Méditerranéennes: Pp 11-23.
- **DANY B, (1983),** La récolte moderne du pollen. Édition: européennes Apicoles.140 p
- **DELLOLI S, (2006),** Écologies de quelque de macro arthropode associer à la composition floristique en fonction des paramètres altitude - exposition, cas de la forêt de Senalba Chergui (Djelfa). Thèse Magister C.U.D, 105p.
- **DJBAILI S, (1984),** Steppe algérienne phytosociologie et écologie édition U : Alger 177p
- **DONNADIEU Y, (1983),** Le pollen thérapeutique naturel, Ed: librairie malouine S.A. Pp 19-22.
- **Edith GAUDILLERE (2001).**
  Les Lichens corticoles autour du_ CEA/Valduc : Recensement et mode de répartition Recherche d'effets éventuels des rejets de tritium sur les associations lichéniques Université de Bourgogne Pp1-25.
- **F.A.O., (2005),** Quelques chiffres sur la forêt dans le monde.198 p.
- **FAUREL L, (1947),** Aperçu sur les cédraies de l'Afrique du Nord en compte rendu des conférences de pédologie Médit. Alger – Montpellier. pp 474 – 477.
- **FERKA ZAZOU N, (2006),** Thèse de magister Impact de l'occupation spacio-temporelle des Espaces sur la conservation de l'écosystème Forestier. Cas de la commune de tessala, wilaya de sidi bel Abbes, Algérie Université Aboubekr Belkaïd Tlemcen: p 164.
- **GHENNAM K, (2011),** les lichens dans l'Algéroise, étude de leur biodiversité et biosurveillance par SIG de la qualité de l'air .Mémoire de magister :

Pathologie des écosystèmes, Université des Sciences et de la technologie Houari Boumediene Alger, 2011,82p.

- **G. Clauzade & Y. Rondon (1966)**, Types morphologiques et types biologiques chez les Lichens, Bulletin de la Société Botanique de France, 113:sup2, 61-71, DO.
- **G. CLAUZADE et C.ROUX, (1987),** Likenoj de Okcidenta Europo. Suplemento 2a. *Bull. Soc. bot.* Centre-Ouest, Nouv. Série, 18: 177-214.
- **GUYON J.P,(2001),** Foresterie .Ed. Synthèse agricole.188 p.
- **HADDAD A, (1998),** Contribution à l'étude de la productivité du cèdre de l'Atlas en fonction des facteurs stationneles dans le parc national de Chréa. Thèse. Mag. Agr. INA, El Harrach, Alger, 167p.
- **HASSOUL W et NAFTI M.2008,** Apport de l'outil SIG pour la gestion du parcellaire forestier. Application à la foret de Senalba chegui Djelfa Mémoire d'ingénieur d'état en Agropastoralisme. Djelfa P91.
- **HOCINE L et BENAMARA B, (2007),** Le cyprès dans les pays méditerranéen, Ed:MEDOCC, P80.
- **ISIK K,YALTRIK F, et AKESEN A,(1997),** Forte diversité biologique et conservation du patrimoine naturel. Faculté of foresty, University of Istanbul, Turquie. www.fao.org./montes/foda/wforeog/pupli/v2/tof/l.htm-6k.
- **JÉANNE F, (1993),** Le pollen Aspect physique .Ed O.P.I.D.A.Pp 307
- **KAABACHE M,(1990),** L'er groupements végétaux de la région de Boussaâda (Algérie) essais de synthèse sur la végétation steppique du Maghreb, thèse de doctorat en science, université de Paris- sud, centre d'Orsay. Paris, 104 p.
- **KADIK B, (1983),** Contributions à l'étude du Pin d'Alep pins Halepensis en Algérie: Ecologie dendrométrie morphologie Ed. OPU.
- **KADIK B, (1987),** Contribution à l'étude du pin d'Alep en Algérie. Ecologie, dendrométrie et Morphologie. Ed.OPU. Alger, 508 p.

- **KHELIL R et al (2014),** Effet de la pollution atmosphérique par les hydrocarbures sur le lichen *Xanthoria parietina* (L.) Th (Teloschistaceae) dans la zone de Hassi Messaoud (sahara septentrional est algerien) laboratoire de protection de l'environnement en zone aride et semi aride université d'ouargla Pp 98-105.

- **KHELIFI H, (2002) in MADOUI A,(2003),** La forêt algérienne. BULLETIN DE L'AIFM - n 11:P 11.
- **KIRSCHBAUM et WIRTH, (1997)**. Les lichens bio-indicateurs, les reconnaître, évaluer la qualité de l'air. Eugen Ulmer, Paris, 128 pp.
- **LE COCHEC F,(1990),** Variabilité génétique, héritabilité et corrélation de 15 caractères d'une population de clones du topinambour (Helanthus tuberosus L), Amélioration des plantes Agronomie 10, Elsevier /INRA. France. Pp. 797-806.
- **LEHOUEROU H,N(1975),** Problèmes de potentialité des terre arides de l'afrique du nord in l'aménagement des zones arides SIHAME(option Méd., n 26),Paris (France), Pp 17-35.
- **LEROYER Ch. et ALLENET G, (2004),** La palynologie. Centre National de Préhistoire. Périgueux.
- **LOUVEAUX J et MAURIZIO A,(1965),** Extrait de : pollens de plantes mellifères d'Europe: Ed. Union des Groupement Apicoles Français, p3.
- **LOUVEAUX J, (1977),** Atlas photomicroscopique.
- **MACHOURI N, (2006),** La forêt: diversité écologique et importance économique. Rapport du réseau interdisciplinaire méditerranéen, Univ. Foscari, Venise, Italie, 8 p.
- **MAIRE R., (1926),** Notice de la carte phytogéographique de l'Algérie et de la Tunisie. Alger, Baconnier, 78 p.
- **MAZARI A, (1988),** Première note sur l'inventaire de la faune du parc national de Chréa. Ann. INA. El Harrach, Alger, pp 325- 354.
- **MEDDOUR R, (1994),** Contribution à l'étude phytosociologique de la portion centrorientale du Parc national de Chréa. Essai d'interprétation synthétique des étages et des séries de végétation de l'Atlas Blidéen. Thèse de Magister. Inst. Nat. Agron. Alger. 330p.
- **MEZALI M, 2003,** Troisième session forum des nations unies sur les forets.
- **Mme BOUTABIA Lamia(2016),** Etude systématique et bioécologique des lichens corticoles de différents phorophytes au niveau de la région d'El Kala (Nord-Est algérien) thése doctora p 139.
- **NAAS O, (2006),** Analyse des grains de pollen de quelques espèces steppiques par microscope électronique à balayage. Thèse de magister Djelfa.128 p.
- **NAHAL I, (1986),** Taxonomie et . Aire géographique des pins du groupe Halepensis. CIHEAM-Options Méditerranéennes.9 p.

- **Nash III, T. H, (2008),** Lichen biology. 2nd Ed. Cambridge University Press, 502 p.
- **NEDJAHI A, (1998),** La cédraie de Chréa (Atlas Blidéen). Phénologie – productivité régénération. Thèse doct. Univ. Nancy, 184p.
- **PARIZEAU A, (1997),** La biodiversité, tout conserver ou tout exploiter, Sciences ethniques société, Debok universitaire,209 p.
- **Philippe DELFOSSE et Alain DELPORTE (2006),** Projet de diagnostic et de cartographie de la pollution de l'air : « AI-JE L''AIR MALAD».
- **PONS A, (1958),** Le pollen. Que sais-je ? Le point des connaissances actuelles. N 783. Paris. P125.
- **QUEZEL P, (1986),** Les pins du groupe Halepensis : Ecologie, Végétation, cophysiologie.
- **REILLE M, (1990),** Leçons de palynologie et d'analyse pollinique, Paris. Pp 11
- **Rémy HUMBERT(2012)** remyhumbert@wanadoo.fr les lichens un autre monde pp182-189.
- **RENAULT J et PETZOLD M, (1989),** Spores et pollens Ed: La Duraulie.360p.
- **RENAULT J et PETZOLD M, (1992),** Spores et pollens ED New CHATEL Suisse Pp92-194.
- **Robert ENGLER et Daniele LACOUX, 2009,** Le thalle liché nique pp20-26 Bull.Ass.Lichénologie Vol.34-Fase
- **SAMASAFIA, (2003),** Contribution a l'étude de l'effet de la pollution atmosphérique sur la croissance radiale du pin d'Alep (PINUS HALEPENSIS MILL) dans l'Algérois 43 p.
- **SEIGNE A, (1985),** La forêt circumméditerranéenne et ses problèmes. Techniques agricoles et productions méditerranéennes. G-P. Maisonneuve et Larose.502p.
- **SELTZER S, (1946),** Le climat d'Algérie. Alger, 219 p.
- **Sylvain BELLENFANT et al, (2010),** Les lichens, une symbiose exemplaire pp30-45.
- **Sylvain BELLENFANT, Jean VALLADE, Jean BEGUINOT, Daniel SIRUGUE, Claude LEMMEL et le Groupe Lichens de Bourgogne (GLIB),** Les lichens et une symbiose exemplaire Rev. sci. Bourgogne-Nature - 12-2010, 30-45.

- **VAN HALUWYN, C et ASTA, j, (2009)** guide des lichens de France lichens des arbres , Ed Belin.239p ;
- **Vust, M., P. Clerc, C. Habashi & J.-C. Mermilliod (2015),** Liste rouge des lichens du canton de Geneve. Hors-serie n° 16. Conservatoire et Jardin botanique de la Ville de Geneve ,159p ;

Annexes

Tableau .4: Précipitation moyennes mensuelles (mm) (2006/2015)

	Janv	**Fev**	**Mars**	**Avr**	**Mai**	**Juin**	**Juil**	**Aout**	**Sept**	**Oct**	**Nov**	**Dec**
Alger (bainem)	70,8	85,14	69,3	52,0	45,5	10,8	**1,6**	13,9	28,1	65,5	**118,2**	100,8
Djelfa (Senalba)	22,1	31,84	32,4	30,5	28,0	21,5	**12,3**	23,3	31,3	**32,4**	18,7	20,4
Blida (Chréa)	81.94	**116.52**	68.66	54.88	56.62	11.02	**0.8**	17.35	26.41	64.72	105.31	77.96

O.N.M. DAR-EL-BEIDA (2015)

Tableau.5 : Répartition des valeurs des températures moyennes mensuelles des zones d'études (2006/2015)

	T C°	**Janv**	**Fev**	**Mars**	**Avr**	**Mai**	**Juin**	**Juil**	**Aout**	**Sept**	**Oct**	**Nov**	**Dec**
Alger (bainem)	Moy t° max	13,1	13,6	15,1	17,5	21,1	25	27,4	**28,2**	26,1	23,3	17,9	13,9
	Moy t° mini	10,1	**7,9**	12,6	14,3	17,3	20,4	24,8	25,2	22,8	19,6	14,3	11,1
	Moy t° Tem	11,5	**11,5**	13,6	16,2	19,1	22,6	26	**26,5**	23,9	20,8	16	12,5
Djelfa (Senalba)	Moy t° max	6,9	8,3	10,3	15,5	19,7	25,6	**28,2**	27,4	23,2	19,7	11,4	8,6
	Moy t° mini	2,8	**2,1**	7,3	9,2	15,4	21,3	26,1	24,6	18,8	14,2	7,5	4,4
	Moy t° tem	5,5	5,7	9	13,3	17,5	22,6	27	26,3	21,3	16,2	9,7	6,1
Blida (Chréa)	Moy t° max	16.82	16.29	20.43	23.99	26.26	30.05	33.7	**34.45**	30.98	28.22	21.54	18.08
	Moy t° mini	**5.15**	5.63	8.37	12.59	16.35	19.93	23.00	23.27	20.33	16.59	11.95	7.69
	Moy t° tem	**10.98**	11.02	14.32	18.28	21.29	**29.54**	28.33	28.86	25.66	22.41	16.74	12.89

O.N.M. DAR-EL-BEIDA (2015)

Tableau .6: régimes saisonniers des zones d'étude

Saison	Hiver	Printemps	Eté	Automne	Type
Alger (bainem)	256,74	166,8	26,3	211,8	AHPE
Djelfa (Senalba)	74,34	90,9	57,1	82,4	AHPE
Blida (Chréa)	276.42	180.16	29.17	196.44	AHPE

Tableau .7: Quotient pluviométrique et étage bioclimatique des zones d'études

station	m (C°)	Q_2	Bioclimat
Alger (bainem)	7,9	111,94	Sub-humide à hiver chaud
Djelfa (Senalba)	2.1	40,52	Semi-aride à hiver frais
Blida (Chréa)	5.15	79.51	Sub-humide à hiver tempéré

Les tableaux.15 : les degrés de la qualité de l'air dans les trois sites Alger (Baïnem).

Site(1) Baïnem	Arb 1	Arb 2	Arb 3	Arb 4	Arb 5	Arb 6	Arb 7	Arb 8	Arb 9	Arb 10	
Xanthoria parietina	6	7	7	10	6	9	7	9	7	8	7.6
Lipraria incana	5	2	3	/	/	/	/	/	/	/	1
Lecanora allophana	/	/	/	7	8	7	8	9	10	7	5.6
Caloplaca flavorubescens	3	3	7	/	/	/	/	/	/	/	1.3
Lecidella elaeochroma	/	/	4	6	5	6	7	8	9	6	5.1
Caloplaca cerina	/	/	/	/	2	4	3	2	3	2	1.6
Lecanora ceasnae	/	/	/	/	7	/	/	/	/	/	0.7
Graphis scripta	/	/	3	/	/	/	/	/	/	/	0.3
Dérena cératonea	/	/	/	2	/	2	2	3	3	/	1.2
Lecanora déspersa	/	/	1	/	/	/	/	/	/	/	0.1
Indice de la qualité de l'air (somme des fréquences) = **24.5** la pollution atmosphérique **élevé**											**24.5**

Site (2) Baïnem	Arb 1	Arb 2	Arb 3	Arb 4	Arb 5	Arb 6	Arb 7	Arb 8	Arb 9	Arb 10	
Dérena ceratonea	8	6	9	6	6	10	6	6	8	5	7.7
Lecidella elaeochroma	10	7	7	5	8	5	6	3	6	5	6.2
Caloplaca cerina	3	5	3	2	2	3	2	3	1	3	2.7
Indice de la qualité de l'air (somme des fréquences) = **16.6** la pollution atmosphérique **élevé**											**16.6**

Site (3) Baïnem	Arb 1	Arb 2	Arb 3	Arb 4	Arb 5	Arb 6	Arb 7	Arb 8	Arb 9	Arb 10	
Xanthoria parietina	9	9	10	10	9	10	9	8	10	9	9.3
Graphis scripta	5	8	6	3	6	6	7	6	8	9	6.4
Lecanora chlarotera	6	7	8	7	7	5	4	3	9	5	6.1
Caloplaca cerina	7	3	5	/	/	/	/	/	/	/	1.5
Lecidella elaeochroma	2	3	1	3	7	5	4	5	6	7	4.3
Pertesaria amara	/	/	/	/	/	/	/	3	/	/	0.3
Indice de la qualité de l'air (somme des fréquences) = **27.9** la pollution atmosphérique **moyenne**											**27.9**

Les tableaux.16 : les degrés de la qualité de l'air dans les trois sites Blida (Chréa).

Site(1) Cheréaa	Arb 1	Arb 2	Arb 3	Arb 4	Arb 5	Arb 6	Arb 7	Arb 8	Arb 9	Arb 10	
Physcia aipolia	6	4	10	7	5	8	8	5	8	5	6.6
Dérena ceratonea	6	6	5	6	8	4	6	/	/	/	4.1
Physcomia grisea	/	/	/	/	/	/	/	6	6	7	1.9
Lecidella elaeochroma	7	9	6	7	6	6	7	/	/	/	4.8
Lipraria incana	/	/	/	/	/	/	/	+	+	+	0.3
Xanthoria parietina	/	5	/	8	6	6	8	/	2	/	3.5
Lecanora déspersa	/	/	/	/	5	/	2	/	/	/	0.7
Opigrapha nigra	/	/	/	/	/	+	/	/	/	/	0.1
Indice de la qualité de l'air (somme des fréquences) = **22** la pollution atmosphérique **élevé**											**22**

Site (2) Cheréaa	Arb 1	Arb 2	Arb 3	Arb 4	Arb 5	Arb 6	Arb 7	Arb 8	Arb 9	Arb 10	
Parmelina tiliacea	/	/	/	/	/	/	7	/	7	4	1.8
Phscomia distorta	10	8	10	7	7	5	/	/	/	/	4.7
Lecanora chlarotera	6	4	8	4	/	/	/	1	3	3	2.9
Lecidella elaeochroma	6	8	8	3	5	7	5	6	7	7	6.2
Pertesaria pertusa	/	/	/	/	/	/	+	2	+	+	0.5
Xanthoria parietina	7	/	6	5	/	/	/	/	/	+	1.9
Lipraria incana	4	5	/	+	5	5	3	4	1	3	3.1
Physcomia grisea	/	5	3	/	/	/	/	/	/	/	0.8
Lecanora intumescens	/	/	/	/	2	5	/	2	/	/	0.9
Eterodermia hepoleuca	/	/	/	/	/	/	2	3	2	/	0.7
Indice de la qualité de l'air (somme des fréquences) = **23.5** la pollution atmosphérique **élevé**											**23.5**

Site (3) Cheréaa	Arb 1	Arb 2	Arb 3	Arb 4	Arb 5	Arb 6	Arb 7	Arb 8	Arb 9	Arb 10	
Eterodermia hepoleuca	5	5	4	5	5	7	5	6	4	5	5.1
Lipraria incana	+	2	3	+	1	2	4	4	2	2	2.2
Pertesaria albescens	6	+	5	+	4	/	/	/	/	2	1.9
Physconea grisea	5	4	5	7	4	4	6	5	6	5	5.1
Ochrolechia alboflavescens	/	/	/	1	/	/	/	/	/	/	0.1
Lecanora chlarotera	/	/	/	/	/	1	+	/	/	/	0.2
Pertesaria hymenea	/	/	/	/	/	+	/	/	/	/	0.1
Dérena ceratonea	/	/	/	/	/	/	1	/	/	/	0.1
Lecanora argentata	/		/	/	/	/	/	/	2	/	0.2
Indice de la qualité de l'air (somme des fréquences) = **15** la pollution atmosphérique **élevé**											**15**

Les tableaux.17 : les degrés de la qualité de l'air dans les trois sites Djelfa (Sénalba).

Site (1) Sénalba	Arb 1	Arb 2	Arb 3	Arb 4	Arb 5	Arb 6	Arb 7	Arb 8	Arb 9	Arb 10	
Physcia aipolia	10	9	10	10	7	10	8	10	7	8	8.9
Xantoria polécarpa	9	9	10	8	8	8	8	7	6	7	8
Lecanora chlarotera	5	1	3	6	3	3	5	8	6	7	4.7
Lecidella elaeochroma	10	7	10	5	/	7	9	7	4	6	6.5
Pertesaria pertusa	3	3	2	3	/	+	5	5	/	/	2.2
Lecanora déspersa	/	/	5	/	7	7	3	/	9	8	3.9
Caloplaca cerina	/	/	/	/	5	4	3	/	4	/	1.6
Indice de la qualité de l'air (somme des fréquences) = **35.8** la pollution atmosphérique **moyenne**											35.8

Site (2) Sénalba	Arb 1	Arb 2	Arb 3	Arb 4	Arb 5	Arb 6	Arb 7	Arb 8	Arb 9	Arb 10	
Physcia aipolia	10	7	10	9	6	8	9	7	10	7	8.3
Xantoria polécarpa	8	9	6	8	5	6	7	6	6	5	6.6
Lecanora chlarotera	1	8	4	1	4	5	3	5	7	6	4.4
Lecanora déspersa	7	4	1	/	/	8	5	/	/	5	3
Pertesaria pertusa	+	4	6	5	7	7	6	5	3	4	4.8
Lecidella elaeochroma	/	7	5	4	3	9	4	/	4	/	3.6
Lipraria incana	/	/	/	/	4	/	/	/	/	/	0.4
Indice de la qualité de l'air (somme des fréquences) = **31.1** la pollution atmosphérique **moyenne**											31.1

Site (3) Sénalba	Arb 1	Arb 2	Arb 3	Arb 4	Arb 5	Arb 6	Arb 7	Arb 8	Arb 9	Arb 10	
Physcia aipolia	9	9	9	7	10	8	7	9	8	7	8.3
Xantoria polécarpa	9	8	8	5	8	8	5	5	7	7	7
Lecanora chlarotera	7	6	6	7	8	4	5	7	7	6	6.3
Lecidella elaeochroma	5	7	6	7	5	5	6	4	3	5	5.3
Pertesaria pertusa	6	6	6	7	4	4	7	5	7	4	5.6
Lecanora déspersa	4	/	7	7	/	/	/	5	4	/	2.7
aloplaca cerina	4	/	3	6	1	+	2	5	2	/	2.4
Indice de la qualité de l'air (somme des fréquences) = 37.6 la pollution atmosphérique **faible**											37.6

Dp AG	De AG	Dp/De AG	Dp AD	Dp AD	Dp/De AD	Dp G	De G	Dp / De G	De A+G	Dp/De A+G
87,23	68,12	1,28	91,25	59,36	1,54	101,25	78,14	1,30	171,12	0,59
85,52	65,19	1,31	94,89	66,64	1,42	104,34	77,5	1,35	168,77	0,62
89,21	70,63	1,26	88,61	66,48	1,33	107,66	87,07	1,24	182,83	0,59
91,7	66,31	1,38	91,99	53,75	1,71	112,58	92,04	1,22	166,05	0,68
89,7	65,63	1,37	95,29	65,15	1,46	108,89	87,7	1,24	185,55	0,59
84,75	68,82	1,23	80,27	63,28	1,27	102,17	84,14	1,21	178,36	0,57
90,83	71,71	1,27	90,24	74,81	1,21	107,66	81,44	1,32	186,95	0,58
91,27	65,95	1,38	91,31	72,45	1,26	99,88	90,57	1,10	182,13	0,55
93,11	66,62	1,40	90,24	68,17	1,32	106,55	89,12	1,20	191,08	0,56
82,67	63,19	1,31	87,98	61,57	1,43	108,85	83,6	1,30	173	0,63
98,86	71,04	1,39	92,27	69,69	1,32	106,35	74,79	1,42	166,55	0,64
88,88	64,38	1,38	82,59	70,36	1,17	103,58	75,92	1,36	161,04	0,64
80,69	63,08	1,28	73,63	62,15	1,18	89,71	77,43	1,16	161,16	0,56
94,16	68,83	1,37	92,71	62,31	1,49	109,38	76,09	1,44	171,74	0,64
92,27	62,52	1,48	88,23	62,52	1,41	99,43	83,13	1,20	171,64	0,58
86,07	59,61	1,44	88,07	60,4	1,46	102,43	88,15	1,16	179,88	0,57
90,4	65,19	1,39	87,56	67,25	1,30	108,15	87,93	1,23	181,08	0,60
96,15	68,64	1,40	93,72	67,75	1,38	114,05	79,35	1,44	175,58	0,65
97,14	74,9	1,30	90,27	71,68	1,26	117,52	93,94	1,25	177,76	0,66
75,94	68,91	1,10	76,44	64,48	1,19	98,15	90,38	1,09	179,81	0,55
88,39	64,19	1,38	86,09	61,77	1,39	103,01	93,42	1,10	178,19	0,58
88,16	66,48	1,33	85,86	64,24	1,34	106,73	88,86	1,20	168,92	0,63
84,87	63,35	1,34	85,24	65,16	1,31	100,04	84,47	1,18	178,76	0,56
69,65	64,6	1,08	72,52	62,22	1,17	105,93	101,82	1,04	174,46	0,61
92,29	66,52	1,39	87,59	61,12	1,43	105,89	89,84	1,18	176,6	0,60
85,27	66,73	1,28	80,03	63,5	1,26	106,64	79,72	1,34	176,92	0,60
78,9	63,02	1,25	88,64	60,01	1,48	108,17	88,64	1,22	178,77	0,61
87,22	79,73	1,09	86,18	70,11	1,23	87,93	87,66	1,00	175,73	0,50
87,14	68,35	1,27	92,18	65,72	1,40	97,6	73,94	1,32	164,24	0,59
77,42	63,5	1,22	77,43	64,81	1,19	88,76	76,55	1,16	169,12	0,52
94,44	70,51	1,34	92,79	73,9	1,26	111,7	82,97	1,35	165,07	0,68
83,03	67,11	1,24	85,05	63,52	1,34	94,79	80,93	1,17	169,66	0,56
94,16	72,5	1,30	96,17	66,72	1,44	107,2	77,19	1,39	156,26	0,69
79,94	65,54	1,22	93,51	63,93	1,46	93,01	78,78	1,18	164,08	0,57
86,6	71,34	1,21	90,24	67,53	1,34	109,13	85,72	1,27	168,37	0,65
93	68,28	1,36	92,02	61,7	1,49	110,3	82,05	1,34	178,05	0,62
89,21	67,11	1,33	91,17	63,02	1,45	99,45	78,68	1,26	168,14	0,59
88,58	62,15	1,43	90,27	62,33	1,45	103,74	84,54	1,23	174,21	0,60
85,98	68,28	1,26	84,1	65,57	1,28	104,34	95,46	1,09	189,68	0,55
95,88	60,25	1,59	91,1	63,11	1,44	110,5	85,14	1,30	176,84	0,62
89,5	68,03	1,32	87,31	61,63	1,42	111,81	91,06	1,23	186,44	0,60
88,12	63,52	1,39	94,29	66,59	1,42	110,18	92,28	1,19	180,36	0,61
92,33	68,87	1,34	87,56	69,4	1,26	106,47	87,27	1,22	170,92	0,62
101,09	63,48	1,59	96,73	63,25	1,53	114,07	82,08	1,39	178,1	0,64
90,13	67,11	1,34	91,18	65,83	1,39	102,95	72,91	1,41	171,29	0,60
83,84	68,04	1,23	92,06	65,67	1,40	108,89	88,61	1,23	180,84	0,60
92	65,21	1,41	86,95	70,99	1,22	107,82	84,33	1,28	186,54	0,58
86,25	63	1,37	91,37	62,3	1,47	112,39	89,45	1,26	181,66	0,62
87,37	65,53	1,33	89,72	64,43	1,39	108,58	89,8	1,21	175,33	0,62
90,12	60,58	1,49	88,43	63,17	1,40	119,66	89,88	1,33	175,86	0,68

Dp AG	De AG	Dp/De AG	Dp AD	Dp AD	Dp/De AD	Dp G	De G	Dp / De G	De A+G	Dp/De A+G
91,74	69,95	1,31	89,45	69	1,30	98,92	87,89	1,13	179,69	0,55
86,35	66,64	1,30	87,36	64,09	1,36	96,19	85,91	1,12	159,35	0,60
85,77	65,77	1,30	94,02	76,55	1,23	100,3	81,62	1,23	157,11	0,64
93,83	60,74	1,54	96,03	60,74	1,58	120,4	99,89	1,21	167,58	0,72
86,34	59,61	1,45	86,26	60,42	1,43	105,7	88,69	1,19	173,79	0,61
91,88	63,25	1,45	95,33	61,39	1,55	112,8	99,91	1,13	179,6	0,63
87,18	65,69	1,33	93,9	62,5	1,50	104,5	84,35	1,24	173,85	0,60
78,5	60,1	1,31	83,61	69,64	1,20	92,33	86,68	1,07	159,04	0,58
94,69	62,28	1,52	101,99	63,61	1,60	115,1	95,89	1,20	172,88	0,67
85,21	68,96	1,24	83,88	63,93	1,31	92,31	77,01	1,20	167,92	0,55
86,46	60,67	1,43	93,83	65,5	1,43	112,5	94,44	1,19	177,52	0,63
88,12	61,7	1,43	88,81	65,77	1,35	113,1	104,76	1,08	175,65	0,64
84,2	64,76	1,30	82,59	66,9	1,23	122,3	106,52	1,15	185,88	0,66
89,85	61,35	1,46	91,85	63,68	1,44	117,5	98,96	1,19	186,91	0,63
98,06	63,17	1,55	95,61	65,33	1,46	116,6	110,22	1,06	185,43	0,63
93,96	72,17	1,30	93,22	70,39	1,32	102,9	89,14	1,15	172,4	0,60
81,71	61,57	1,33	84,06	66,31	1,27	104,7	78,98	1,33	174,18	0,60
80,39	63,91	1,26	78,77	65,25	1,21	105,9	89,57	1,18	162,21	0,65
78,97	62,23	1,27	82,65	63,75	1,30	107,2	87,65	1,22	152,14	0,70
81,49	63,54	1,28	83,99	65,16	1,29	100,4	88,26	1,14	175,92	0,57
120,68	85,81	1,41	113,46	88,22	1,29	133	128,65	1,03	223,25	0,60
86,34	70,99	1,22	91,42	71,15	1,28	114,3	105,18	1,09	178,33	0,64
92,02	71,29	1,29	103,42	66,13	1,56	115	99,15	1,16	184,16	0,62
88	71,24	1,24	86,89	71,86	1,21	104,5	93,46	1,12	184,39	0,57
85,95	62,96	1,37	93,19	70,17	1,33	107,6	108,97	0,99	172	0,63
89,32	60,71	1,47	89,94	70,11	1,28	107,6	106,89	1,01	176,57	0,61
78,4	60,88	1,29	77,01	61	1,26	106,7	101,25	1,05	175,01	0,61
85,19	96,13	0,89	82,26	61,01	1,35	116,7	116,2	1,00	179,1	0,65
84,63	65,92	1,28	79,68	66,89	1,19	108,4	98,61	1,10	175,19	0,62
89,8	63,93	1,40	92,54	66,22	1,40	115	93,51	1,23	180,08	0,64
93,73	70,02	1,34	107,95	67,73	1,59	95,26	99,68	0,96	181,81	0,52
88,77	67,69	1,31	89	60,37	1,47	110,9	114,03	0,97	187,79	0,59
80,41	54,44	1,48	79,91	56,76	1,41	100,5	100,43	1,00	159,56	0,63
94,17	70,39	1,34	92,7	66,7	1,39	109,4	90,61	1,21	186,9	0,59
87	58,83	1,48	74,18	62,22	1,19	105,6	89,33	1,18	177,08	0,60
85,61	67,73	1,26	83,65	61,23	1,37	99,66	92,81	1,07	162,73	0,61
92,72	64,47	1,44	90,54	63,02	1,44	110,8	90,54	1,22	168,05	0,66
94,15	96,9	0,97	95,51	65,92	1,45	113,4	89,76	1,26	168,41	0,67
84,18	62,3	1,35	81	63,47	1,28	110,8	99,23	1,12	183,43	0,60
85,47	60,52	1,41	91,37	62,23	1,47	114	105,13	1,08	186,68	0,61
93,58	78,66	1,19	91,56	62.21	1.47	123,2	70,02	1,76	170,14	0,72
91,01	60,74	1,50	85,95	62,1	1,38	106,7	106,33	1,00	181,5	0,59
94,66	67,74	1,40	92,38	71,15	1,30	107,3	86,22	1,24	154,46	0,69
84,98	66,72	1,27	90,61	75,92	1,19	102,3	77,4	1,32	154,79	0,66
85,77	66,64	1,29	86,54	66,9	1,29	108,3	92,88	1,17	158,06	0,69
83,61	68,54	1,22	81,43	64,18	1,27	102,9	89,01	1,16	159,61	0,64
90,66	60,8	1,49	92,58	60,31	1,54	109,8	99,87	1,10	180,73	0,61
89,1	65,19	1,37	89,82	62,3	1,44	104,8	81,85	1,28	165,87	0,63
74,3	61	1,22	76,4	62,31	1,23	106,3	91,83	1,16	156,54	0,68
81,63	60,97	1,34	87,6	65,2	1,34	97,45	86,57	1,13	157,34	0,62

Dp AG	De AG	Dp/De AG	Dp AD	Dp AD	Dp/De AD	Dp G	De G	Dp / De G	De A+G	Dp/De A+G
93,76	76,06	1,23	93,35	63,22	1,48	114,61	109,26	1,05	190,35	0,60
85,66	67,66	1,27	85,95	68,17	1,26	111,96	98,16	1,14	179,46	0,62
81,49	69,37	1,17	84,1	67,75	1,24	113,66	90,83	1,25	186,32	0,61
91,36	68,7	1,33	99,66	64,79	1,54	118,23	97,51	1,21	185,31	0,64
86,34	71,42	1,21	83,3	64,74	1,29	109,44	94,33	1,16	181,34	0,60
88,37	63,72	1,39	90,64	60,25	1,50	120,63	106,34	1,13	186,72	0,65
85,03	66,59	1,28	85,19	60,03	1,42	108,06	99,62	1,08	180,16	0,60
82,01	61	1,34	79,8	60,74	1,31	107,82	92,28	1,17	181,72	0,59
87,58	70,22	1,25	83,49	62,23	1,34	118,87	94,25	1,26	178,38	0,67
85,12	66,12	1,29	89,21	61,47	1,45	116,4	100,43	1,16	185,41	0,63
91,42	71,97	1,27	85,27	66,52	1,28	117,18	87,61	1,34	178,64	0,66
84,7	68,17	1,24	89,14	68,21	1,31	107,11	104	1,03	188,95	0,57
75,98	68,23	1,11	77,63	65,51	1,19	110,93	99,11	1,12	182,14	0,61
90,35	69,27	1,30	86,81	66,58	1,30	116,34	101	1,15	183,74	0,63
88,45	66,11	1,34	88,63	66,94	1,32	116,32	87,59	1,33	180,63	0,64
88,12	66,07	1,33	85,08	72,36	1,18	109,65	96,8	1,13	190,6	0,58
81,63	62,9	1,30	85,88	58,61	1,47	107,15	101,19	1,06	172,22	0,62
83,03	67,14	1,24	83,93	67,53	1,24	102,37	99,02	1,03	175,77	0,58
84,72	63,22	1,34	83,83	67,83	1,24	109,59	100,03	1,10	182,23	0,60
79,68	66,17	1,20	72,17	65,1	1,11	109,73	96,31	1,14	172,39	0,64
82,54	66,12	1,25	82,92	65,77	1,26	99,89	91,8	1,09	178,59	0,56
81,83	66,17	1,24	84,68	63	1,34	102,3	99,86	1,02	180,3	0,57
94,89	66,11	1,44	91,74	68,18	1,35	109,95	97,93	1,12	178,14	0,62
88,89	75,43	1,18	99,3	65,5	1,52	109,65	95,54	1,15	187,85	0,58
71,34	63,25	1,13	74,31	63,25	1,17	106,61	101,27	1,05	183,37	0,58
89,1	66,11	1,35	90	62,62	1,44	103,14	100,13	1,03	182,22	0,57
89,07	72,06	1,24	86,7	62,01	1,40	96,07	100,37	0,96	173,79	0,55
94,69	66,11	1,43	85,33	65,52	1,30	105,61	110,31	0,96	181,46	0,58
78,37	62,49	1,25	84,02	60,4	1,39	107,58	99,38	1,08	173,64	0,62
82,28	60,93	1,35	78,72	58,87	1,34	108,28	115,32	0,94	175,74	0,62
90,54	67,46	1,34	90,37	65,98	1,37	105,07	94,77	1,11	166,72	0,63
88,08	67,8	1,30	95,81	66,65	1,44	114,02	98,95	1,15	184,71	0,62
87,69	62,33	1,41	84,4	61,19	1,38	113,23	87,07	1,30	181,22	0,62
90,38	61,27	1,48	90,43	64,09	1,41	103,34	96,89	1,07	179,3	0,58
90,46	62,55	1,45	70,52	61	1,16	99,7	87,81	1,14	176,44	0,57
82,46	58,96	1,40	84,55	63,02	1,34	109,24	98,85	1,11	185,96	0,59
88,48	62,56	1,41	86,05	59,55	1,45	107,25	100,96	1,06	185,51	0,58
72,74	60	1,21	77	61,12	1,26	104,68	94,94	1,10	173,63	0,60
89,8	60,1	1,49	64,23	59,28	1,08	123,61	105,95	1,17	171,76	0,72
82,73	62,15	1,33	85,81	61,72	1,39	104,89	95,02	1,10	177	0,59
82,37	64,6	1,28	77,78	63,76	1,22	105,83	100,43	1,05	183,55	0,58
94,22	72,6	1,30	87,98	69,01	1,27	113,22	91,06	1,24	189,66	0,60
93,29	68,91	1,35	80,11	61	1,31	111,54	96,05	1,16	174,28	0,64
84,8	61,57	1,38	87,84	60,7	1,45	114,72	94,17	1,22	177,03	0,65
86,21	65,63	1,31	87,8	69,72	1,26	110,56	100,91	1,10	182,14	0,61
80,56	63,91	1,26	87,29	61,05	1,43	109,66	106,79	1,03	181,05	0,61
84,63	62,78	1,35	86,81	61,27	1,42	120,88	118,76	1,02	191,49	0,63
86,34	61,48	1,40	87	59,01	1,47	108,71	104,84	1,04	181,23	0,60
83,48	69,12	1,21	78,85	63,78	1,24	105,5	94,63	1,11	175,82	0,60
92,65	66,05	1,40	89,32	59,35	1,50	112,46	104,11	1,08	178,24	0,63

Dp AG	De AG	Dp/De AG	Dp AD	Dp AD	Dp/De AD	Dp G	De G	Dp / De G	De A+G	Dp/De A+G
90,66	73,44	1,23	89,86	62,01	1,45	107,25	90,85	1,18	173,19	0,62
82,17	64,79	1,27	80,79	60,43	1,34	96,73	85,72	1,13	154,9	0,62
88,64	58,01	1,53	79,25	65,29	1,21	95,81	93,94	1,02	160,41	0,60
85,26	58,38	1,46	83,61	66,41	1,26	96,31	85,8	1,12	162,33	0,59
84,18	60,12	1,40	79,18	60,16	1,32	100,09	94,16	1,06	163,82	0,61
73,75	61,28	1,20	73,98	68,7	1,08	103,16	102,28	1,01	173,43	0,59
84,85	62,88	1,35	81,98	60,64	1,35	104,01	91,12	1,14	163,31	0,64
85,71	64,2	1,34	89,19	62,15	1,44	109,66	88,48	1,24	177,82	0,62
82,1	61,21	1,34	84,99	66,89	1,27	99,88	89,8	1,11	162,17	0,62
80,69	62,01	1,30	72,3	61,69	1,17	98,66	88,64	1,11	166,77	0,59
88,15	63,5	1,39	86,44	62,3	1,39	108,26	86,27	1,25	149,06	0,73
84,05	61,43	1,37	87,46	72,52	1,21	116,19	102,86	1,13	164,14	0,71
83,45	60,84	1,37	85	61,64	1,38	95,89	94,19	1,02	163,56	0,59
84,39	64,33	1,31	64,22	59,54	1,08	93,22	108,9	0,86	167,16	0,56
88,19	65,29	1,35	87,07	62,33	1,40	113,51	109,13	1,04	166,89	0,68
85,12	68,64	1,24	82,89	66,89	1,24	105,33	102,96	1,02	166,38	0,63
83,79	65,59	1,28	81,78	67,66	1,21	116,54	85,33	1,37	171,79	0,68
82,58	60,67	1,36	84,75	65,33	1,30	109,38	84,18	1,30	160,8	0,68
78,12	63,02	1,24	85,12	63,741	1,34	113,45	97,8	1,16	168,77	0,67
81,03	56,26	1,44	76,17	57,11	1,33	102,28	82,01	1,25	144,32	0,71
88	66,64	1,32	82,37	60	1,37	93,64	83,16	1,13	157,73	0,59
83,38	63,05	1,32	88,42	57,99	1,52	104,46	93,51	1,12	153,62	0,68
83,78	66,9	1,25	79,39	60,38	1,31	104,5	91,83	1,14	155,54	0,67
79,53	57,28	1,39	83,61	58,28	1,43	99,05	83,3	1,19	148,53	0,67
84,62	64,61	1,31	82,17	65,34	1,26	98,52	87,23	1,13	160,67	0,61
82,42	63	1,31	78,72	60,99	1,29	102,29	81,81	1,25	147,91	0,69
73,25	58,71	1,25	79,76	64,57	1,24	91,34	83,41	1,10	144,93	0,63
84,2	61,57	1,37	78,23	57,95	1,35	99,96	79,24	1,26	156,9	0,64
84,8	69,46	1,22	85,63	65,05	1,32	103,07	91,63	1,12	164,72	0,63
65,97	54,13	1,22	68,75	54,19	1,27	86,17	85,8	1,00	155,88	0,55
82,69	64,3	1,29	84,87	67,81	1,25	110,88	112,78	0,98	173,39	0,64
81,32	65,29	1,25	84,78	66,96	1,27	106,01	77,43	1,37	160,79	0,66
78,85	62,31	1,27	82,08	65,53	1,25	95,08	90,34	1,05	150,72	0,63
79,43	63,09	1,26	77	63,42	1,21	96,97	90,72	1,07	158,46	0,61
77,34	63	1,23	74,84	64,07	1,17	96,64	81,45	1,19	159,18	0,61
88,08	68,72	1,28	85,81	57,46	1,49	125,31	87,33	1,43	168,36	0,74
90,02	65,85	1,37	88,83	59,17	1,50	115,12	90,35	1,27	149,07	0,77
89,32	66,05	1,35	86,36	63,5	1,36	109,76	91,22	1,20	182,44	0,60
81,43	68,44	1,19	83,17	62,08	1,34	107,5	90,05	1,19	164,13	0,65
73,24	62,12	1,18	81,98	65,34	1,25	94,62	71,72	1,32	166,95	0,57
90,35	61,99	1,46	84,28	58,63	1,44	109,12	84,76	1,29	158,63	0,69
85,19	59,93	1,42	84,22	59,65	1,41	113,06	85,9	1,32	156,49	0,72
82,59	58,64	1,41	80,45	60,58	1,33	105,46	79,96	1,32	152,57	0,69
82,59	62,96	1,31	87,07	64,58	1,35	106,52	85,96	1,24	162,87	0,65
82,97	60,29	1,38	78,23	60,75	1,29	106,07	102,86	1,03	166,9	0,64
84,62	65,29	1,30	81,36	64,54	1,26	106,77	105,62	1,01	171,15	0,62
72,43	55,55	1,30	75,75	56,52	1,34	100,8	77,71	1,30	151,4	0,67
82,01	68,28	1,20	82,98	66,65	1,25	100,43	88,73	1,13	169,16	0,59
84,58	71,64	1,18	80,14	60,4	1,33	100,47	77,81	1,29	157,49	0,64
82,44	61,05	1,35	74,35	62,1	1,20	95,06	88,01	1,08	165,14	0,58

Dp AG	De AG	Dp/De AG	Dp AD	Dp AD	Dp/De AD	Dp G	De G	Dp / De G	De A+G	Dp/De A+G
85,56	70,01	1,22	86,61	65,76	1,32	114,04	93,3	1,22	165,85	0,69
86,57	68,74	1,26	79,08	65,06	1,22	101,62	83,71	1,21	165,92	0,61
79,25	67,38	1,18	79,08	67,08	1,18	100,1	90,05	1,11	159,37	0,63
84,55	68,55	1,23	87,35	66,89	1,31	101,99	90,89	1,12	166,86	0,61
93,45	62,45	1,50	88,23	63,16	1,40	115,75	103,05	1,12	177,18	0,65
95,61	96,63	0,99	91,99	63,02	1,46	106,5	105,09	1,01	177,56	0,60
85,87	67,92	1,26	81,06	68,47	1,18	99,6	88	1,13	183,37	0,54
78,98	65,72	1,20	77,22	62,9	1,23	96,5	84,92	1,14	155,55	0,62
87,37	63,42	1,38	84,1	70,55	1,19	93,49	100,6	0,93	165,96	0,56
91,82	63,73	1,44	94,6	70,51	1,34	114,55	98,51	1,16	167,84	0,68
84,18	71,46	1,18	78,42	71,89	1,09	105,99	83,12	1,28	154,62	0,69
72,76	60,14	1,21	83,73	59,63	1,40	100,17	98,55	1,02	168,67	0,59
90,59	65,91	1,37	92,13	70,26	1,31	113,28	86,92	1,30	172,42	0,66
86,92	71,8	1,21	86,93	66,96	1,30	107,95	85,58	1,26	172,47	0,63
89,14	66,17	1,35	95,63	71,97	1,33	114,15	110,46	1,03	179,29	0,64
78,11	58,78	1,33	84,98	59,35	1,43	97,84	90,66	1,08	157,69	0,62
79,6	56,63	1,41	80,49	55,08	1,46	100,43	82,49	1,22	158,55	0,63
85,61	60,29	1,42	83,73	57,06	1,47	108,82	83,57	1,30	159,94	0,68
84,28	57,98	1,45	75,65	6,38	11,86	96,31	77,13	1,25	152,19	0,63
95,54	59,94	1,59	97,32	61,48	1,58	117,42	98,36	1,19	161,9	0,73
99,38	60,29	1,65	100,83	59,55	1,69	106,1	89,74	1,18	157,24	0,67
73,93	56,93	1,30	76,7	56,85	1,35	102,9	91,7	1,12	144,67	0,71
87,03	63,25	1,38	89,04	59,13	1,51	99,87	83,73	1,19	150,35	0,66
83,5	61,6	1,36	83,75	57,99	1,44	101,49	91,22	1,11	150,58	0,67
79,04	55,43	1,43	37,31	66,31	0,56	98,17	100,17	0,98	159,68	0,61
82,62	65,58	1,26	83,31	67,5	1,23	101,45	97,07	1,05	171,76	0,59
86,39	65,68	1,32	93,06	64,79	1,44	98,11	81,45	1,20	159,43	0,62
81,8	61,62	1,33	85,36	68,46	1,25	92,33	100,83	0,92	155,17	0,60
89,36	68,1	1,31	85,27	64,35	1,33	106,57	84,24	1,27	164,74	0,65
88,24	56,35	1,57	88,85	61,31	1,45	107,09	86,78	1,23	155,73	0,69
89,63	66,23	1,35	86,81	71,61	1,21	106,85	104,78	1,02	159,16	0,67
88,01	63,9	1,38	84,5	59	1,43	101,02	81,03	1,25	150,61	0,67
92,33	63,23	1,46	97,52	61,81	1,58	105,54	88,12	1,20	173,75	0,61
82,59	60,97	1,35	83,33	64,2	1,30	97,01	81,09	1,20	161,03	0,60
82,4	65,63	1,26	87,69	65,77	1,33	111,35	87,66	1,27	156,84	0,71
84,36	56,66	1,49	87,43	57,04	1,53	104,43	98,49	1,06	160,18	0,65
87,7	62,33	1,41	88,37	63,51	1,39	101,02	84,22	1,20	168,23	0,60
82,46	58,61	1,41	88,12	58,17	1,51	108,6	107,06	1,01	174,78	0,62
89,13	64,15	1,39	89,67	66,89	1,34	114,64	100,55	1,14	163,76	0,70
88,73	64,27	1,38	80,98	61,12	1,32	102,15	102,49	1,00	159,89	0,64
84,86	73,26	1,16	84	70,71	1,19	107,38	96,64	1,11	166,26	0,65
85,62	62,98	1,36	88,76	65,45	1,36	111,58	100,75	1,11	171,04	0,65
84,87	57,81	1,47	87,48	62,26	1,41	106,61	89,46	1,19	159,39	0,67
93,11	60,5	1,54	91,37	63,5	1,44	109,08	84,06	1,30	154,02	0,71
83,84	71,25	1,18	86,81	66,47	1,31	105,89	87,5	1,21	168,58	0,63
88,37	69,54	1,27	89,11	70,98	1,26	106,48	87	1,22	170,72	0,62
92,58	61,62	1,50	93,36	67,37	1,39	116,67	96,23	1,21	157,56	0,74
76,83	62,4	1,23	81,45	66,48	1,23	98,65	94,33	1,05	155,52	0,63
75,94	58,83	1,29	82,39	63,78	1,29	94,53	81,78	1,16	149,68	0,63
94,05	65,37	1,44	91,05	63,48	1,43	105,13	97,18	1,08	177,14	0,59

Dp AG	De AG	Dp/De AG	Dp AD	Dp AD	Dp/De AD	Dp G	De G	Dp / De G	De A+G	Dp/De A+G
93,49	64,66	1,45	97,89	60,96	1,61	114,68	105,29	1,09	182,97	0,63
90,48	65,29	1,39	91,54	60,85	1,50	105,6	104,16	1,01	177,1	0,60
85,52	96	0,89	78,97	58,74	1,34	97,06	85,91	1,13	170,52	0,57
93,73	64,66	1,45	95,61	71,18	1,34	111,7	88,5	1,26	177,43	0,63
84,24	58,92	1,43	90,38	59,79	1,51	104,53	101,15	1,03	164,32	0,64
84,5	61,43	1,38	87,7	61,74	1,42	108,71	96,84	1,12	185,26	0,59
96,09	62,15	1,55	96,9	66,35	1,46	114,6	93,78	1,22	185,5	0,62
100,39	75,8	1,32	92,25	68,64	1,34	114,83	84,51	1,36	186,77	0,61
89,64	96,18	0,93	96,23	68,33	1,41	104,92	90,8	1,16	183,73	0,57
84,59	59,61	1,42	84,36	64,6	1,31	119,85	87,98	1,36	179,99	0,67
82,37	64,92	1,27	87,67	69,84	1,26	117,12	97,52	1,20	170,99	0,68
87,32	72,26	1,21	86,64	65,25	1,33	108,56	90,39	1,20	173,79	0,62
90,22	69,39	1,30	93,23	68,95	1,35	102,27	82,78	1,24	170,83	0,60
89,01	63,89	1,39	87,81	60,12	1,46	122,56	104,5	1,17	185,34	0,66
125,42	62,5	2,01	89,33	62,8	1,42	92,85	97,59	0,95	180,41	0,51
86,07	67,05	1,28	85,54	70,14	1,22	114,83	83,29	1,38	159,02	0,72
93,45	65,19	1,43	98,61	71,84	1,37	109,49	78,26	1,40	176,86	0,62
93,73	77,91	1,20	95,46	66,31	1,44	124,02	101,06	1,23	162,65	0,76
82,05	60,97	1,35	90,17	70,17	1,29	110,64	94,29	1,17	170,48	0,65
87,79	63,76	1,38	87,03	68,1	1,28	94,99	86,27	1,10	171,29	0,55
85,39	64,09	1,33	89,5	63,6	1,41	106,5	88,01	1,21	173,99	0,61
95,64	70,97	1,35	91,9	70,09	1,31	115,04	97,85	1,18	185,55	0,62
90,05	65,05	1,38	91,85	70,8	1,30	106,77	91,19	1,17	181,41	0,59
84,94	72,24	1,18	84,08	57,45	1,46	97,52	84,08	1,16	157,52	0,62
87,6	63,35	1,38	88,87	72	1,23	108,4	84,2	1,29	167,83	0,65
93,94	73,21	1,28	86,56	72,5	1,19	103,11	90,66	1,14	168,94	0,61
78,98	60,4	1,31	87,84	66,9	1,31	108,42	89,5	1,21	169,63	0,64
92,06	71,46	1,29	92,79	66,8	1,39	119,56	98,6	1,21	171,32	0,70
86,79	59,11	1,47	90,27	67,99	1,33	114,74	98,27	1,17	182,02	0,63
78,82	61,5	1,28	77,54	65,59	1,18	106,19	106,31	1,00	173,39	0,61
92,22	67,75	1,36	86,07	67,03	1,28	103,94	89,22	1,16	158,86	0,65
80,81	65,37	1,24	79,76	71,04	1,12	105,08	102,24	1,03	173,24	0,61
88,86	68,44	1,30	99,41	73,24	1,36	108,71	99,37	1,09	184,9	0,59
92,2	74,24	1,24	90,38	96,06	0,94	98,3	98,16	1,00	178,89	0,55
98,14	77,81	1,26	96,48	79,78	1,21	107,83	97,03	1,11	189,84	0,57
97,68	77,65	1,26	96,89	63,48	1,53	118,01	105,97	1,11	172,83	0,68
83,78	65,89	1,27	97,59	68,35	1,43	111,28	93,82	1,19	188,59	0,59
78,97	62,9	1,26	91,75	67,61	1,36	114,47	111,57	1,03	187,24	0,61
90,54	68,09	1,33	97,06	77,59	1,25	118,07	86,24	1,37	186,18	0,63
98,47	73,31	1,34	101,37	72,63	1,40	115,95	96,38	1,20	189,03	0,61
87,72	71,51	1,23	90,54	68,23	1,33	106,57	89,55	1,19	176,87	0,60
96,17	72,23	1,33	98,34	78,4	1,25	119,69	99,89	1,20	189,11	0,63
90,83	71,89	1,26	90,83	70,44	1,29	108,12	81,13	1,33	165,55	0,65
88,12	67,95	1,30	93,44	63,68	1,47	100,05	98,45	1,02	168,92	0,59
85,19	74,19	1,15	83,27	69,01	1,21	109,18	106,6	1,02	178,49	0,61
93,44	69,65	1,34	92,73	67,05	1,38	109,57	82,07	1,34	161,25	0,68
96,23	69,27	1,39	96,01	70,89	1,35	105,21	88,89	1,18	176,12	0,60
90,04	69,78	1,29	96,75	64,79	1,49	96,67	101,27	0,95	175,9	0,55
81,27	74,46	1,09	85,89	64,33	1,34	115,41	94,02	1,23	178,62	0,65
89,138	69,926	1,27	92,433	72,1122	1,28	108,949	95,41816	1,14	176,382	0,62

Dp AG	De AG	Dp/De AG	Dp AD	Dp AD	Dp/De AD	Dp G	De G	Dp / De G	De A+G	Dp/De A+G
96,67	61,67	1,57	82,44	62,03	1,33	98,4	82,02	1,20	156,56	0,63
82,05	59,55	1,38	79,43	62,76	1,27	92,44	75,62	1,22	146,09	0,63
79,88	72,17	1,11	67,88	64,97	1,04	93,26	103,12	0,90	169,37	0,55
92,76	65,85	1,41	88,69	68,11	1,30	112,68	89,83	1,25	169,09	0,67
66,66	63,89	1,04	66,07	62,85	1,05	106,17	93,62	1,13	177,86	0,60
84,03	65,92	1,27	89,83	67,36	1,33	114,45	87,67	1,31	175,29	0,65
86,06	67,53	1,27	87,59	62,12	1,41	105,61	97,3	1,09	160,55	0,66
90,12	66,78	1,35	89,72	64,43	1,39	99,77	88,16	1,13	168,15	0,59
82,28	64,5	1,28	88,68	75,14	1,18	104,35	102,24	1,02	170,95	0,61
86,97	66,78	1,30	86,81	67,3	1,29	106,89	87,7	1,22	160,38	0,67
90,76	61,91	1,47	92,38	64,58	1,43	102,89	90,93	1,13	168,44	0,61
94,38	69,69	1,35	92,41	65,05	1,42	119,62	93,46	1,28	168,94	0,71
69,13	86,61	0,80	63,28	84,78	0,75	115,23	102,73	1,12	174,98	0,66
86,2	64,86	1,33	89,14	85,69	1,04	114,23	91,12	1,25	159,16	0,72
87	63,11	1,38	81,86	63,24	1,29	101,37	89,26	1,14	156,5	0,65
86,66	69,12	1,25	85,86	64,73	1,33	109,99	97,15	1,13	170,45	0,65
93,5	65,89	1,42	95,27	67,58	1,41	119,53	106,66	1,12	178,79	0,67
85,24	58,92	1,45	93,67	63,68	1,47	111,12	90,16	1,23	162,45	0,68
84,78	62,53	1,36	81,24	63,02	1,29	103,58	92,15	1,12	171,46	0,60
88,42	65,52	1,35	92,91	60,74	1,53	120,46	99,55	1,21	177,59	0,68
100,99	70,51	1,43	87,79	69,91	1,26	118,26	81,98	1,44	174,64	0,68
95,06	69,46	1,37	92,14	72,34	1,27	122,25	94,47	1,29	180,36	0,68
90,43	62,08	1,46	87,59	62,79	1,39	126,74	94,13	1,35	159,89	0,79
91,38	67,03	1,36	87,89	69,32	1,27	108,71	97,59	1,11	160,97	0,68
66,17	62,52	1,06	61,67	61,46	1,00	91,85	89,6	1,03	176,22	0,52
92,63	66,09	1,40	91,48	72,88	1,26	118,37	77,91	1,52	174,14	0,68
91,92	68,64	1,34	93,34	69,55	1,34	115,1	108,28	1,06	173,73	0,66
88,45	73,53	1,20	94,07	75,03	1,25	102,75	93,83	1,10	173,68	0,59
98,24	74,06	1,33	88,41	70,63	1,25	110,3	92,74	1,19	181,66	0,61
87,5	68,72	1,27	88,59	68,95	1,28	105,89	102,46	1,03	174,22	0,61
85,02	59,98	1,42	86,05	62,08	1,39	120,87	91,26	1,32	164,91	0,73
84,22	64,79	1,30	89,28	72,61	1,23	123,29	94,26	1,31	168,15	0,73
84,54	65,54	1,29	88,25	65,29	1,35	103,07	97,16	1,06	167,67	0,61
88,88	65,64	1,35	91,85	66,22	1,39	110,65	93,5	1,18	169,78	0,65
84,5	67,53	1,25	91,29	69,24	1,32	113,91	98,31	1,16	173,48	0,66
84,3	63,48	1,33	95,05	59,8	1,59	125,17	86,81	1,44	160,73	0,78
94,16	60,28	1,56	94,63	66,3	1,43	116,08	101,45	1,14	169,19	0,69
86,17	63,17	1,36	96,05	65,11	1,48	121,49	106,81	1,14	181,99	0,67
79,16	74,79	1,06	80,87	58,87	1,37	112,08	98,24	1,14	171,68	0,65
97,85	71,15	1,38	98,52	66,41	1,48	123,75	93,05	1,33	174,82	0,71
92,06	73,07	1,26	100,66	69,27	1,45	122,84	86,64	1,42	182,19	0,67
92,34	70,09	1,32	94,69	73,77	1,28	113,72	100,1	1,14	187,24	0,61
81,34	67,34	1,21	87,09	65,5	1,33	117,38	98,76	1,19	165,84	0,71
88,81	69,15	1,28	89,27	61	1,46	114,26	98,86	1,16	171,71	0,67
87,07	71,01	1,23	93,53	68,51	1,37	108,12	85,46	1,27	172,34	0,63
74,52	72,08	1,03	72,66	66,31	1,10	102,89	100,45	1,02	186,88	0,55
93,09	69,63	1,34	91,65	66,66	1,37	116,63	99,02	1,18	168,83	0,69
95,93	71,74	1,34	91,35	96,9	0,94	123,74	90,77	1,36	183,15	0,68
90,26	68,02	1,33	85,1	64,73	1,31	118,7	95,99	1,24	175,45	0,68
81,36	62,36	1,30	84,62	64,29	1,32	110,09	98,14	1,12	154,11	0,71

Résumé

L'étude que nous avons effectué consiste à étudié la qualité de l'air par l'utilisation des lichens comme des bio indicateur et leur effet sur la variabilité morphologique des grains de pollen de *Pinus halepensis* de trois provenances des forêts Algériennes en utilisant quelques marqueurs morphologiques quantitatifs tels que le diamètre polaire (DP) et le diamètre équatorial (DE), dans le but d'une caractérisation et description morphologique, ainsi qu'une estimation du taux de fertilité des grains de pollen étudiés.

Les corrélations: forme fertilité, DP/DE, forme climat et fertilité –climat ont été étudiés.

IQA-forme, IQA-DP, IQA-DE, IQA-fertilité.

L'analyse des résultats a mis en évidences :

- variation de la qualité de l'air.
- La corrélation entre le DP et le DE est positive et significative
- L'effet de la forme sur la fertilité n'a pas été significatif.
- Les grains de pollen de l'espèce étudié présentent un taux de fertilité élevé.
- l'effet climat sur la fertilité et forme n'a pas été significatif.
- La corrélation entre IQA et DE et DP et la forme non significatif.
- L'analyse de la corrélation entre IQA et le taux de fertilité n'a pas été significative.

Mots clés : la qualité de l'air lichen, bio indicateur, variabilité morphologique, grain de pollen *Pinus halepensis*, marqueur quantitatifs, DP, DE taux de fertilité, corrélation, forme, climat.

ملـــــــــــخص

الدراسة التي قمنا بها تتمثل في دراسة نوعية الهواء باستعمال الأشنيات ومدى تأثيرها على مرفولوجيا حبوب الطلع ودرجة خصوبتها لنوع الصنوبر الحلبي في ثلاث محطات غابية من الجزائر باستعمال بعض المؤشرات الكمية لحبوب الطلع (القطر القطبي والقطر الإستوائي).

ودراسة معاملات الارتباط بين نوعية الهواء والقطرين، نوعية الهواء ودرجة الخصوبة، أفضت إلى النتائج التالية:

- تغير في نوعية الهواء ما بين المحطات.
- معامل الارتباط ما بين القطرين فعال.
- تأثير الشكل على درجة الخصوبة غير فعال.
- حبوب الطلع تتميز بدرجة خصوبة عالية.
- تأثير المناخ على درجة الخصوبة غير فعال.
- العلاقة مابين نوعية الهواء والقطرين غير فعالة.
- العلاقة مابين نوعية الهواء والخصوبة غير فعالة.

الكلمات المفتاحية: نوعية الهواء، الأشنيات، المؤشرات الحيوية، التغيرات المرفولوجية، حبوب الطلع، مؤشرات الكمية، القطرين القطبي والاستوائي.

Summary

The study that we carried out consists of studying the air quality by the use of lichens as bioindicators and their effect on the morphological variability of pollen grains of *Pinus halepensis* from three provenances of Algerian forests using some markers quantitative morphologies such as polar diameter (PD) and equatorial diameter (ED), for the purpose of characterization and morphological description, as well as an estimate of the fertility rate of the pollen grains studied.

The correlations: fertility form, DP / DE, climate form and fertility -climate were studied.

IQA-form, IQA-DP, IQA-DE, IQA-fertility.

The analysis of the results has highlighted:

- Variation in air quality.
- The correlation between DP and DE is positive and significant.
- The effect of the form on fertility was not significant.
- The pollen grains of the species studied have à high fertility rate.
- The climate effect on fertility and shape was not significant.
- The correlation between IQA and DE and DP and the non-significant form.
- The analysis of the correlation between IQA and the fertility rate was not significant.

Key words: lichen air quality, bioindicator, morphological variability, pollen grain *Pinus halepensis*, quantitative marker, DP, DE fertility rate, correlation, shape, climate.