



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique



Université de Larbi Tébessi –Tébessa-

Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie

Département : Des êtres vivants

MEMOIRE de fin d'étude

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master

Domaine : Science de la nature et de la vie (SNV)

Filière : Sciences biologiques

Option : Ecophysiologie Végétale

Etude de la pluie pollinique actuelle dans la région de Bekkaria (Tébessa)

Présenté par

AISSAOUI Salah Abdellah

REZAIGUIA Haithem

Devant le jury

MAALEM Souhail	Pr	Université de Tébessa	Président
GHEDABNIA Karima	MAA	Université de Tébessa	Examinatrice
HIOUN Soraya	MAA	Université de Tébessa	Promotrice

Année universitaire 2021/2022



Remerciements

En tout premier lieu, nous remercions *Allah*, tout puissant, de nous avoir donné la force de surmonter toutes les épreuves rencontrées afin de réaliser ce modeste travail.

La première personne que nous tenons à remercier est notre encadreur Hioun S. pour l'orientation, la confiance, la patience qui a constitué un apport considérable sans lequel ce travail n'aurait pas pu être mené à bon port. Nous aimerions aussi à la remercier pour l'autonomie qu'elle nous a accordée.

Nous exprimons toute notre reconnaissance au Pr. Maalem S. pour avoir bien voulu accepter de présider le jury de ce mémoire.

Nos vifs remerciements vont aussi à notre enseignante Ghedabnia K. qui va nous faire l'honneur d'examiner ce travail.

Nous tenons aussi à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Aissaoui Salah Abdellah *et* *Rezaiguia Haïthe*

Dédicace

Nous remercions tout d'abord Allah qui nous a donné la patience, le courage et la force de terminer ce modeste travail.

Grand merci à mon père et ma famille en générale pour leur soutien, mon père la source de courage.

Mes frères et mes sœurs, vous êtes toujours avec moi dans mon esprit et mon cœur, vous le seraient toujours, merci pour votre soutien.

Une spéciale dédicace à une personne qui est très généreuse, honnête, avec moi, ma meilleur prof sœur et amie au même temps, merci à notre encadreuse qui nous a fait part de son savoir et expérience sur le terrain.

À tous mes amis, en particulier vous êtes parmi les rares à mériter d'être appelé amis.

Rezaiguia Haithem

Dédicace

Avant toute chose, je tiens à remercier Allah le tout puissant, pour m'avoir donné la force et la patience.

Je dédie ce modeste travail en premier lieu aux personnes qui me sont les plus chères au monde, mon père et ma mère. Il n'y aurait jamais assez de mots pour exprimer ma gratitude et mon amour envers vous. J'espère du plus profond de mon cœur vous rendre fière, car vous étiez mes piliers durant ce mémoire. Merci pour votre confiance, encouragements et vos prières que Allah vous garde.

Merci à mes très chère(s) ami(e)s, qui m'ont soutenu et m'ont aidé jusqu'au bout de ce travail.

Merci à notre encadreuse qui nous a fait part de son savoir, ses connaissances et son expérience sur le terrain.

Et enfin merci à toutes les personnes qui m'ont épaulé de loin ou de pré, je vous présente ma sincère gratitude.

Aissaoui Salah Abdellah

Résumé

Pour étudier le couvert végétal dans un temps passé d'une région, on fait, souvent, appel à l'étude de la pluie pollinique. Cette dernière permet de connaître les antécédents floristiques d'un site pour une période donnée. Cette étude est effectuée sur des coussinets de mousse (Bryophytes).

Notre travail a été mené au niveau de djebel Djebissa (Bekkaria) wilaya de Tebessa mené sur deux transects à différentes altitudes permettant ainsi de comparer le cumul de grains de pollen par rapport à l'emplacement des coussinets de mousse

L'analyse pollinique a montrée une grande diversité floristique avec plus de 13 d'espèces appartenant à 14 familles pour les deux transects confondus .

Ces analyses polliniques apportent d'abondantes informations sur la végétation des années passées et que nous avons comparées avec l'inventaire effectué il y a deux ans. Cette comparaison confirme le présence de ces végétaux et notamment les annuelles en 2020 et la conservation de leur pollen jusqu'à 2022.

Mots clés : Pluie pollinique ; grains de pollen; végétation; mousses ; bryophytes.

Abstract

The pollen rain is frequently used to examine the plant cover of a location in the past. With the latter, it is possible to learn about a site's floristic history during a specific time period. This investigation is conducted on moss (Bryophytes).

Our research was conducted at Jebel Djebissa (Bekkaria) wilaya of Tebessa on two transects at various altitudes, allowing us to compare the pollen grain accumulation in relation to the location of the moss.

The pollen analysis showed a great floristic diversity with more than 13 species belonging to 14 families for the two transects combined.

These pollen analyses give us an abundant of data about prior vegetation, which we compared to the inventory conducted two years ago. This comparison confirms the presence of these plants in particular the annuals in 2020 and conservation of their pollen until 2022.

Keywords: Pollen rain; pollen; vegetation; mosses ; bryophytes.

الملخص :

كثيراً ما نستخدم دراسة أمطار حبوب اللقاح لفحص الغطاء النباتي لموقع ما في الماضي. مع هذا الأخير ، من الممكن التعرف على تاريخ الأزهار للموقع خلال فترة زمنية محددة. يتم إجراء هذا التحقيق على منصات الحزازيات.

تم إجراء بحثنا في جبل جبسة (بكاريا) في تبسة على مقطعين على ارتفاعات مختلفة ، مما يسمح لنا بمقارنة تراكم حبوب اللقاح فيما يتعلق بموقع بريوفيت.

أظهر تحليل حبوب اللقاح تنوعاً نباتياً كبيراً مع أكثر من نوعاً تنتمي إلى 14 عائلة في المقطعين 13 تعطينا تحليلات حبوب اللقاح هذه ثروة من البيانات حول الغطاء النباتي السابق ، والتي قارناها بالمخزون الذي تم إجراؤه قبل عامين. توضح هذه المقارنة أن هذه النباتات ستكون موجودة في عام 2020 وأن حبوب اللقاح الخاصة بها ستكون قابلة للحياة حتى عام 2022.

كلمات مفتاحية: أمطار حبوب اللقاح؛ حبوب اللقاح نباتات.

Liste des figures

Titre	Page
Figure 1 : Positions de la Willaya de Tébessa(A) et de Bekkaria (B) et points d'échantillonnage des coussinets de mousse au niveau de djebel Djebissa (Google earth, 2022) .	5
Figure 2 : Vue d'ensemble de djebel Djebissa à Bekkaria. (photos personnelle 2022)	7
Figure 3 : Diagramme de Bagnouls et Gausсен de la région de Tébessa de 2020.	8
Figure 4 : Coussinet de mousse (A) et culot conservé dans les eppendorfs obtenu après lavages des mousses (B)	10
Figure 5 : Pourcentage de grains de pollen par espèce et par échantillon sur le transect basses altitudes	19
Figure 6 : Pourcentage de grains de pollen par espèce et par échantillon sur le transect hautes altitudes	22
Figure 7 : Comparaison des deux transects pour la présence et absence des grains de pollen des différentes espèces à djebel Djebissa.	25

Liste des tableaux

Titre	Page
Tableau 1 : Situation géographique des points d'échantillonnage des coussinets de mousse au niveau de djebel Djebissa.	6
Tableau 2 : Observation microscopique des grains de pollen dans les mousses	14
Tableau 3 : Nombre de grains de pollen par espèce et par échantillon sur le transect basses altitudes.	17
Tableau 4 : Nombre de grains de pollen par espèce et par échantillon sur le transect hautes altitudes	20
Tableau 5 : Inventaire floristique, fréquence de chaque espèce en fonction du nombre de relevés (%), abondance des espèces (ni et %) au niveau de djebels Djebissa	23

Liste des abréviations

(-) : Absent dans les mousses

(+) : Présent dans les mousses

µm: micromètre.

FH: acide fluorhydrique.

HCL: acide chlorhydrique.

Km: kilomètre.

KOH: hydroxyde de potassium.

m: mètre.

m² : mètre carré.

ZnCl₂: Chlorure de zinc.

Table des matières

• Remerciements.....	i
• Dédicaces.....	ii
• Résumé.....	vi
• Abstract.....	vii
• الملخص	viii
• Liste des figures	ix
• Liste des tableaux	x
• Liste des abréviations.....	xi
Introduction générale	1

CHAPITRE I : Matériel et méthodes

1. Présentation générale de la région de Tébessa	4
1.1. Situation géographique.....	4
2. Présentation de la station d'étude.....	4
2.1. Station d'étude djebel Djebissa.....	6
a. Géologie de massif de Djebissa.....	6
b. Données écologiques (données du milieu) de djebel Djebissa	7
2.2. Le climat.....	7
3. Etude pollinique.....	9
3.1. Extraction des grains de pollen des mousses	9
3.2. Montage des préparations	11
3.3. Observations au microscope optique.....	11
3.3.1. Identification des grains de pollen	11
a. La forme.....	11
b. La taille.....	12
3.3.2. Comptage des grains de pollen.....	12

CHAPITRE II : Résultats

1.	Description générale des grains de pollens collectés au niveau des mousses.....	14
2.	Analyse intra-échantillons.....	16
2.1.	Les échantillons de basses altitudes	16
2.2.	Les échantillons de hautes altitudes.....	20
3.	Comparaison entre la végétation présente en 2020 et le pollen collectés des mousses en 2022.....	23

CHAPITRE III : Discussion générale et conclusion.....26

Références bibliographiques	31
-----------------------------------	----

Annexes.....	33
--------------	----

INTRODUCTION GENERALE

Introduction générale

Les grains de pollen minuscules grains de forme plus ou moins ovoïde (le diamètre est à l'échelle micrométrique), initialement contenus dans l'anthere à l'extrémité des étamines, ils sont protégés durant des milliers d'années dans n'importe quels milieux de conservation (mousse, tourbière...etc.) (Donadieu, 1982). Parmi les substrats de conservation souvent utilisés, les mousses qui sont des Bryophytes de petite taille, de quelques centimètres de long, elle captant 90% des grains de pollens des années passées (Murray, 2008).

La reconstitution de la flore et des paysages passés est devenue non seulement un enjeu important dans la communauté des paléoécologues et palynologues mais également dans d'autres champs disciplinaires tels que la climatologie, la biologie de la conservation et l'archéologie (Mazier et Gaillard, 2007). Les analyses polliniques apportent d'abondantes informations sur la végétation du passé, de nombreuses études sur les relations entre la pluie pollinique actuelle et la végétation ont depuis longtemps démontré que la palynologie fournit une certaine image du paysage végétal (Heim, 1970).

La caractérisation pollinique des formations végétales se fait par la construction d'un référentiel pollinique actuel. Cette technique, relativement ancienne (Heim, 1970), se fonde sur l'étude du contenu sporo-pollinique des coussinets de mousse, très souvent employée dans des recherches paléo climatiques (Ortu *et al.*, 2006).

Elle s'oriente aujourd'hui sur les problématiques de reconstitutions paysagères et de reconstructions fines et spatialisées des dynamiques d'anthropisation, ces recherches dites de calibration du signal pollinique ambitionnent l'élaboration d'assemblage polliniques fiables et localisés caractérisant les différents modes de gestion agro sylvo pastorale de l'espace (mise en place de pâturages, prairies de fauche, le développement de friches etc.) en incluant une discussion sur leur signification spatiale (Broström *et al.*, 2005).

L'analyse macrofossile sur des sédiments de tourbières permet une reconstitution de la végétation locale s'appliquant tout au plus à une source de 20 m autour du point d'échantillonnage (Larouche, 1979). L'analyse macrofossile en combinaison avec l'analyse sporo-pollinique permet à la fois de reconstituer la succession végétale et les étapes de développement des tourbières (Lavoie *et al.*, 2001).

Introduction générale

Par ailleurs, l'absence de macrofossiles d'une espèce n'indique pas nécessairement son absence du cortège floristique de la tourbière. La pluie pollinique est généralement divisée en trois types d'apports : locaux, extra-locaux et régionaux (Janssen, 1973).

Le pollen d'origine locale est produit par des espèces tourbicoles ou de milieu aquatique, alors que le pollen d'origine extra-locale provient des communautés végétales qui ceinturent la tourbière ou situées à moins de 500 m de distance (Larouche, 1979).

Les travaux sur les pluies polliniques qu'ils soient sur des mousses ou des tourbières constituent des dépôts inestimables et des informations stockées à long terme d'une végétation passée.

Cette étude est un inventaire pollinique dans la région de la wilaya de Tébessa dans la commune de Bekkaria (djebel Djebissa) dans deux sites sur des transects à différentes altitudes par le biais de coussinets de mousses. Ce travail permet de remonter le temps par rapport à une végétation qui a été présente dans un temps ultérieur

Chapitre I

Matériel et Méthodes

1. Présentation générale de la wilaya de Tébessa

1-1- Situation géographique

La wilaya de Tébessa est située au nord-est de l'Algérie avec ses 13 878 km² se rattache naturellement à l'immense étendue steppique du pays, elle est limitée : au nord par la wilaya de Souk-Ahras, à l'ouest par les wilayas d'Oum El-Bouaghi et Khenchela, au sud par la wilaya d'El-Oued, à l'est, sur 300 km de frontières, par la Tunisie.

La superficie totale de la wilaya se divise en quatre étages bioclimatiques du côté des données climatiques, édaphiques et du couvert végétal. Le climat de Tébessa est méditerranéen de transition, avec quelques caractéristiques continentales, et semi-aride.

- ✓ **Zone 1** : zone nord de la wilaya, caractérisée par une pluviométrie moyenne de 300 mm et une altitude de 800 m ; cette vocation céréale élevage, d'une superficie de 135 000 ha (10 % de la superficie de la wilaya).
- ✓ **Zone 2** : zone pré-steppiques de hauts plateaux de la wilaya, caractérisée par une pluviométrie moyenne de 250 mm une altitude de 1000 m, la zone composée de hautes plaines est à vocation agro-pastorale, d'une superficie de 229 450 ha (17% de la superficie de la wilaya).
- ✓ **Zone 3** : zone centrale de la wilaya qui couvre près de 50% de la superficie totale de la wilaya avec une pluviométrie moyenne de 200 mm une altitude de 600 m. C'est la zone parcours steppique par excellence (alfa, armoise, atriplex, etc..).
- ✓ **Zone 4** : c'est la zone présaharienne qui représente 22% de l'étendue de la wilaya avec un relief plat et une pluviométrie inférieure à 100 mm une altitude de 200 m, d'une superficie de 202 457 hectares (Beniston, 1984).

2. Présentation de la station d'étude

La région de Bekkaria est liée par la route nationale n° 01, cette commune s'inscrit entre les coordonnées suivantes : 35° 25' N et 8° 15' E à 875 m.

Elle est limitée comme suit :

- Au nord par la commune d'El Kouif,
- Au sud par la commune d'El Houdjbet,
- A l'ouest par le chef-lieu wilaya de Tébessa

- A l'est par la frontière Tunisienne.

Deux stations d'étude ont été choisies dans la région de Bekkaria, pour le premier à la bordure d'un lit de ruissellement (qu'on a appelé basse altitude, vu qu'il se trouve en bas de la pinède) et le deuxième en amont du première transect dans la pinède (appelé haute altitude) (Fig. 1). Les coordonnées lombaires de chaque échantillons de mousses sont enregistrés au niveau du tableau 1.

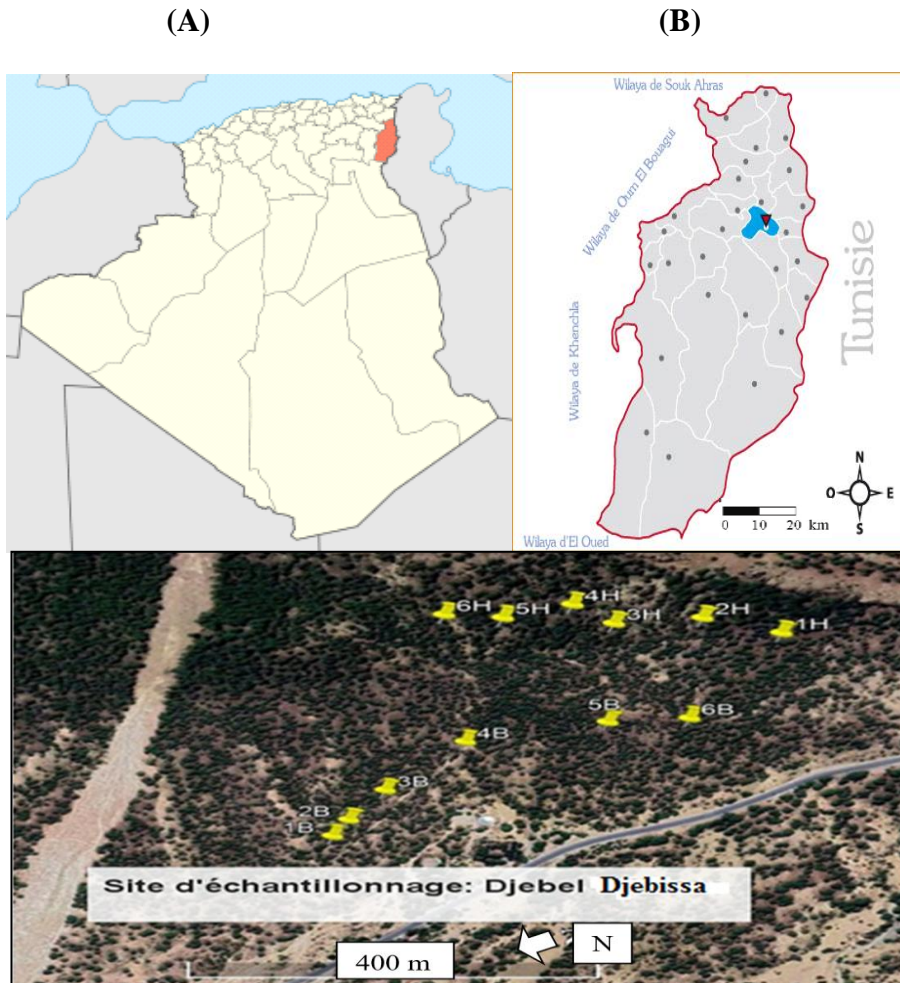


Figure 1 : Positions de la Wilaya de Tébéssa(A) et de Bekkaria (B) et points d'échantillonnage des coussinets de mousse au niveau de djebel Djebissa (Google earth, 2022) .

Tableau 1: Situation géographique des points d'échantillonnage des coussinets de mousse au niveau de djebel Djebissa.

Coussinet de mousse	Latitude	Longitude	Altitude (m)
1H	35°20'57.48"N	8°15'26.68"E	1075
2H	35°20'59.56"N	8°15'28.29"E	1075
3H	35°21'2.17"N	8°15'28.65"E	1077
4H	35°21'3.07"N	8°15'30.18"E	1077
5H	35°21'5.17"N	8°15'29.92"E	1082
6H	35°21'6.86"N	8°15'30.54"E	1992
1B	35°21'13.12"N	8°15'16.44"E	988
2B	35°21'12.54"N	8°15'17.66"E	992
3B	35°21'11.01"N	8°15'19.40"E	1007
4B	35°21'7.94"N	8°15'22.03"E	1022
5B	35°21'3.31"N	8°15'22.14"E	1031
6B	35°21'1.01"N	8°15'21.82"E	1030

2.1. Présentation de djebel Djebissa

a. Géologie du massif de Djebissa

Le massif de djebel Djebissa est localisé au nord-ouest de la commune de Bekkaria d'une surface 2412.45 ha (Fig. 2). Le massif présente un relief accidenté et parfois difficilement accessible. L'ensemble de ce massif forme une structure anticlinale orientée NE-SW, s'allongeant sur plus de 15 Km et de 2 à 6 Km de large. Le cœur de la structure est occupé par des terrains d'âge triasique de 500 à 1500 m d'affleurement en largeur.

Dans les limites de la structure sont connus quelques indices de minerais polymétalliques et ferrifères (mine de Fer de Khanguet).

D'après les résultats des travaux antérieurs réalisés sur le massif de djebel Djebissa, il y a une grande partie de formations argilo-grèso-calcaire à gypse très abondant, d'âge triasique, en contact tectonique avec des formations carbonatées essentiellement dolomitiques de l'Aptien Albien non différencié (Ghrieb, 2007).

b. Données écologiques (données du milieu) de djebel Djebissa

- Exposition Variable
- Pente : faible 0 - 10%
- Roche mère : Calcaire
- Profondeur du sol : Moyen 26 – 50 Cm
- Strate basse : <10 %. Couvert très faible



Figure 2 : Vue d'ensemble de djebel Djebissa à Bekkaria. (photos personnelle 2022).

2.2. Le climat

Le climat de Bekkaria est à saison sèche (étés chauds et secs) et une saison humide (hivers froids et pluvieux). Le diagramme ombrothermique sépare une période pluvieuse où la courbe des pluies passe au-dessus de celle des températures qui s'étale de novembre à avril (environ 6 mois), et une période sèche qui se situe entre les mois de mai et septembre, le climat est de type semi-aride. Les données climatiques exploitées (2020) sont fournies par la station météorologique de Tébessa que nous retrouvons sur le site Tutiempo (code : 604750) située à 35°4"N ; 8°13"E, altitude : 813 m (Fig. 3)

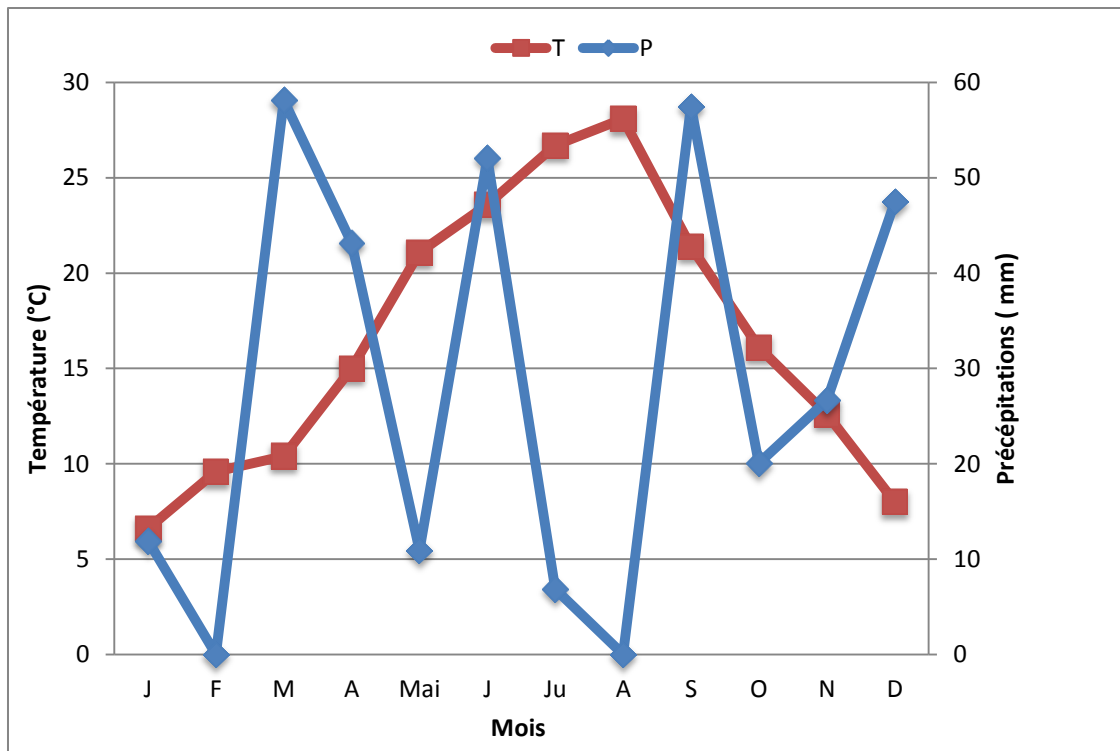


Figure 3 : Diagramme de Bagnouls et Gaussen de la région de Tébessa de 2020.

3. Etude pollinique

Le matériel végétal est composé de coussinets de mousses de 16 cm², chaque échantillon a été traité comme suite :

3.1. Extraction des grains de pollen des mousses

Selon Faegri et *al.* (1989) la technique l'extraction a été comme ici dessous :

- **1^{ère} étape** : traitements avec l'acide fluorhydrique (FH) à 70%.

Cette première étape a pour but d'éliminer les composés siliceux dans les échantillons.

Les manipulations se déroulent sous un hôte à flux laminaire.

Chaque échantillon est déposé dans un bécher en plastique et incubé dans du FH à 70% pendant 24 h. Puis, la partie liquide est transvasée soigneusement dans un tube en plastique pour être centrifugée à 2900 tours/min pendant 5min. À la fin, le surnageant est jeté et le culot est conservé cette étape est un passage obligatoire pour les échantillons qui contiennent du sable.

- **2^{ème} étape** : traitement avec l'acide chlorhydrique (HCL) à 50 %.

Elle consiste à éliminer les composés fluorés dus à l'action de l'acide fluorhydrique (FH).

De HCL à 50 % est ajoutée au culot obtenu jusqu'au 2/3 du tube. Ensuite, le tout est porté au bain marie à 70°C pendant 10 min en remuant de temps en temps le tube, suivi d'une centrifugation à 2900 tours/mn pendant 5 min. Le surnageant est jeté et la même manipulation est répétée jusqu'à obtenir un surnageant clair.

- **3^{ème} étape** : Traitement à hydroxyde de potassium dilué à 10% (KOH)

Ce traitement a pour but d'éliminer la matière organique, l'acide fulvique et l'acide humique du sol.

Une solution de KOH diluée à 10 % est ajoutée au culot jusqu'au 2/3 tube. Ce dernier est mis au bain marie à 70C pendant 10 min.

Après, le mélange est centrifugé à 2900 tours/mn pendant 5 mn. Le surnageant est éliminé et la même manipulation est répétée jusqu'à obtenir un surnageant limpide.

- **4^{ème} étape** : Lavage du culot.

Le culot est lavé par centrifugation dans l'eau afin de rétablir un pH neutre. Trois lavages par centrifugation à 2900 tours/mn pendant 5 mn sont effectués. Le culot récupéré est versé dans un tube à fond rond dès la première centrifugation.

- **5^{ème} étape** : Séchage du culot.

Le culot est égoutté en retournant le tube sur du papier absorbant pendant 3 mn.

- **6^{ème} étape** : Traitement avec le chlorure de zinc ($ZnCl_2$).

Le traitement consiste à extraire les pollens du culot. Le chlorure de zinc ($ZnCl_2$) de densité 1.8 avec le pollen ayant une densité entre 1.35 à 1.55 vont remonter dans la solution de $ZnCl_2$.

Du $ZnCl_2$ est versé sur le culot jusqu'à la moitié du tube et le mélange est homogénéisé avec un agitateur en verre. Le mélange est centrifugé pendant 5 mn à 1200 tours/mn pour faire remonter les pollens ; le surnageant est récupéré car il contient le pollen et le culot est éliminé.

- **7^{ème} étape** : Traitements avec l'acide chlorhydrique (HCL) à 25 %.

Le traitement permet de casser la densité de la solution de $ZnCl_2$ qui contient le pollen. Du HCL à 25% est ajouté au surnageant puis le tout est centrifugé à 3900 tours/mn pendant 5 mn afin de faire retomber le pollen ; le surnageant est jeté et le culot récupéré.

- **8^{ème} étape** : Lavage d'eau

Afin d'éliminer les composés acides, le culot est ensuite lavé 3 fois à l'eau et centrifugé à 2900 tours/mn pendant 5 mn. Le surnageant est jeté et le culot est récupéré de nouveau.

- **9^{ème} étape : Séchage**

Le culot est égoutté pendant 2h pour le faire sécher.

- **10^{ème} étape : Traitement à l'eau glyciné**

Afin de regonfler le pollen abimé par le traitement chimique, le culot est mis dans de l'eau glyciné à 10 % pendant 30mn. Ensuite, le mélange est centrifugé à 2 900 tours/mn pendant 5 mn. Le surnageant est jeté et le culot est égoutté pendant quelques minutes avant le montage de la lame.

Le culot est conservé dans des eppendorfs (Fig. 4).

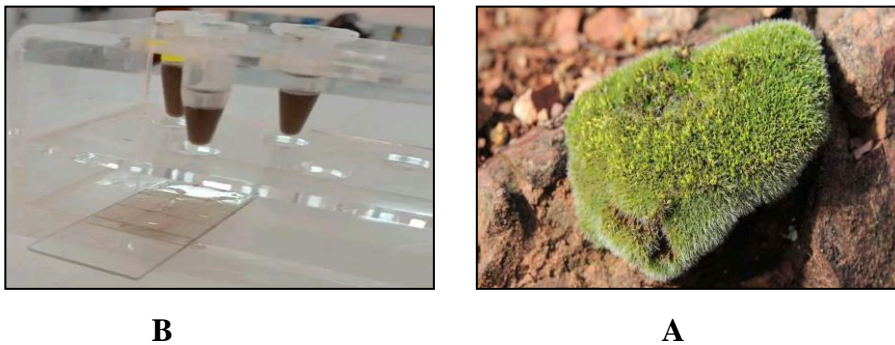


Figure 4 : Coussinet de mousse (A) et culot conservé dans les eppendorfs obtenu après lavages des mousses (B) (photos personnelles).

3.2. Montage des préparations

Afin d'assurer une bonne dispersion des grains de pollen dans la préparation et avoir une meilleure observation microscopique : une dilution convenable du culot est nécessaire avant le montage. La dilution est faite dans la glycérine et le volume dépend de la quantité du culot.

Le montage en milieu liquide permet le mouvement des grains de pollen qui permet de les observer selon plusieurs vues et donc une meilleure identification.

Avant de déposer une quantité du culot, des sillons de couleur différente sont tracés avec un feutre fin sur le verso de la lame porte objet afin de délimiter les zones et faciliter le comptage des grains de pollen. Le culot est déposé sous forme d'une goutte, ensuite, une

lamelle couvre objet est déposée soigneusement sur la préparation afin d'éviter les bulles d'air.

3.3. Observations au microscope optique

3.3.1. Identification des grains de pollen

Les pollens sont observés au grossissement 40 et 100 avec prise de photos par rapport à :

a. La forme

Autant de fleur différentes, autant de pollen différents (Donadieu, 1982).

Dans un grain de pollen l'axe polaire, désigné par P, joint les deux pôles. L'axe équatorial, désigné par E, est perpendiculaire à l'axe polaire, le plan équatorial partage le pollen en deux hémisphères. Ces axes sont repérés sur les grains isolés par la disposition des ouvertures (ouvertures dans la membrane) (Charpin, 1986).

- Certains pollens sont bréviaxes ($P < E$).
- D'autres sont longiaxes ($P > E$).
- D'autres sont équiaux ($P = E$).

Certains grains de pollen ont des vésicules : ce sont des ballonnets pleins d'air qui facilitent leur transport pollen de certaines Gymnospermes (Charpin, 1986).

La plupart des grains de pollens sont isolés, certains restent agglomérés en tétrades ou encore la cohérence peut persister entre les grains pour former des polyades (Charpin, 1986) (annexe 1).

b. La taille

Un micromètre oculaire est utilisé pour la mesure des axes polaires et équatoriaux du grain de pollen afin de déterminer sa grandeur et sa forme. Les mesures sont au micromètre (μm) avec 4 répétitions par forme (Annexe 2).

3.3.2 Comptage et identification des grains de pollen

Comptage complet des grains de pollen de chaque eppendorf. Identification des grains de pollen selon Reille (1992, 1995, 1999) .

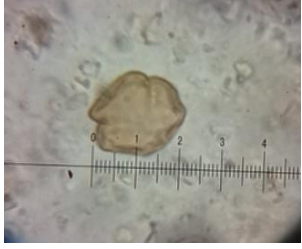
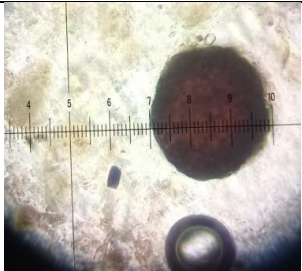
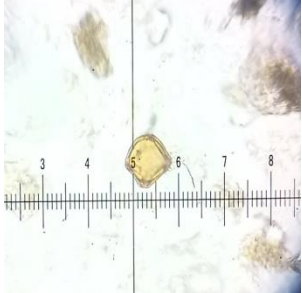


Chapitre II


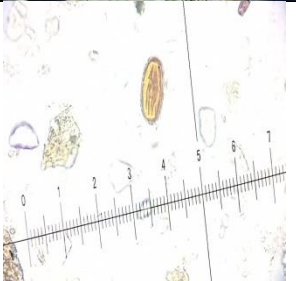
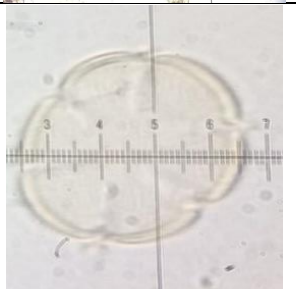
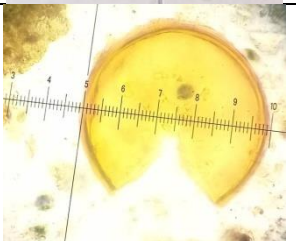
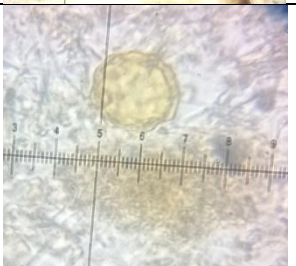
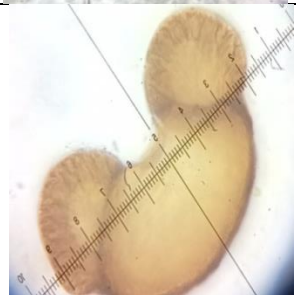
Résultats

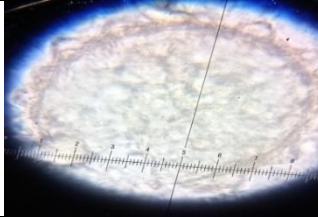


1. Description générale des grains de pollen collectés au niveau des mousses

Le tableau 2 regroupe tous les types de pollen collectés par le biais des mousses ; différentes formes, taille et ornementation selon l'exine et son tectum sont observés. Le type pollinique le plus répandu est le type tricolpé et pour la plupart de forme sphérique .

Tableau 2 : Observation microscopique des grains de pollen dans les mousses.

Famille	Taxon	Photo	Taille	Type Pollinique	Ornementation de l'exine	Forme
Brassicaceae	<i>Brassica sp</i>		$22\mu\text{m} \pm 0.5$ G40	Tricolpé	Lisse	Sphérique
	<i>Matthiola incana</i>		$30\mu\text{m} \pm$ G40	inaperturé	Granulée	Sphérique
Caryophyllaceae	<i>Paronychea argentea</i>		$10\mu\text{m} \pm$ G40	Periporé	Lisse	Sphérique
Cistaceae	<i>Helianthum polifolium</i>		$27\mu\text{m} \pm$ G40	Tricolporé	Granulée	Sphérique
Crassulaceae	<i>Umbilicus rupestris</i>		$23\mu\text{m} \pm$ G40	Tricolporé	Lisse	Sphérique

Fabaceae	<i>Medicago polymorpha</i>		43µm ± G40	Tricolpé	Lisse	Sphérique
	<i>Vicia sp</i>		13µm ± G40	Tricolporé	Lisse	Ovale
Lamiaceae	<i>Salvia Rosmarinus</i>		41µm ± G100	Stéphanocolpé	Lisse	Sphérique
Papaveraceae	<i>Papaver rhoeas</i>		50µm ± G100	Tricolpé	Lisse	Sphérique
Plantaginaceae	<i>Plantago lanceolata.</i>		20µm ± G100	Periporé	Granulée	Sphérique
Pinaceae	<i>Pinus halepensis.</i>		77µm ± G100	Vésiculé	Lisse	Sphérique

Asteraceae	<i>Cirsium lanceolatum</i>		70 $\mu\text{m} \pm$ G100	Fenestré	Echinulée	Sphérique
Poaceae	<i>Aegilops ovata</i>		13 $\mu\text{m} \pm$ G100	monoporé	Lisse	Sphérique
Thymelaeaceae	<i>Thymelaea hirsuta</i>		22 $\mu\text{m} \pm$ G40	périporé	Granulée	Sphérique

2. Analyse intra-échantillons

2.1. Les échantillons de basses altitudes

Les échantillons trouvés à de basses altitudes illustrées par le Tableau 3 montrent pour l'ensemble, une dominance de *Pinus halepensis* dans tous les relevés avec un total de 2841 grains équivalent à 81,33%, le grain de pollen est ballonnet aérifère. Il est suivi mais de loin par les Poaceae à 12.53 %, ces derniers sont nombreux représentés par : *Stipa tenacissima*, *parviflora*, *Ampelodesmus mauritanicum*, *hordeum murinum* et autres avec des grains de pollen lisses sans ornementation, de différentes grandeurs sans ou avec opercule. Ensuite, *Thymelaea hirsuta* à 2.51%, la forme du grain de pollen est ronde et de surface rugueuse, *Brassica sp* à 2.34% en forme tricolpé. Le reste des grains de pollen (*Umbilicus rupestris*, *Medicago polymorpha*, *Salvia rosmarinus*, Papaveraceae, *Matthiola incana*, *Thymus algeriensis*, *Vicia sp*, *Paronychea argentea*, *Helianthmum polifolium*, *Retama sphaerocarpa* et Asteraceae) sont à très faible pourcentages (0.02% à 0.34 %).

Tableau 3: Nombre de grains de pollen par espèce et par échantillon sur le transect basses altitudes.

Famille	Echantillon Espèce	Nombre de grains de pollen						Total	%
		1	2	3	4	5	6		
Asteraceae	<i>Différentes espèces</i>	/	/	/	1	/	/	1	0.02
Brassicaceae	<i>Brassica sp</i>	3	14	26	9	29	1	82	2.34
	<i>Matthiola incana</i>	/	/	/	1	2	/	3	0.08
Caryophyllaceae	<i>Paronychea argentea</i>	/	/	/	/	2	/	2	0.05
Cistaceae	<i>Helianthum polifolium</i>	/	/	2	/	/	/	2	0.05
Crassulaceae	<i>Umbilicus rupestris</i>	/	5	3	2	2	/	12	0.34
Ephedraceae	<i>Retama sphaerocarpa</i>	/	/	1	/	/	/	1	0.02
Fabaceae	<i>Medicago polymorpha</i>	3	1	1	2	1	/	8	0.22
	<i>Vicia sp</i>	/	1	/	/	1	/	2	0.05
Lamiaceae	<i>Salvia rosmarinus</i>	1	/	/	/	4	/	5	0.14
	<i>Thymus algeriensis</i>	2	/	/	/	/	1	3	0.08
Papaveraceae	<i>Papaver rhoeas</i>	/	/	2	/	3	/	5	0.14
Pinaceae	<i>Pinus halepensis</i>	110	285	415	282	1615	134	2841	81.33
Poaceae	<i>Différentes espèces</i>	13	130	32	27	228	8	438	12.53
Thymelaceae	<i>Thymelaea hirsuta</i>	1	7	37	11	31	1	88	2.51
Total		133	443	519	335	1918	145	3493	100

Selon la figure 5 nous avons comme suite :

- **L'échantillon (1/B) :** l'inventaire pollinique met en évidence l'ensemble des espèces suivantes : *Pinus halepensis* à (83%), Poaceae (10%), *Salvia rosmarinus* (1%), *Medicago polymorpha* (2%), *Thymelaea hirsuta* (1%), *Brassica sp* (2%), *Thymus algeriensis* (1%).
- **L'échantillon (2/B) :** les taxons les plus représentés sont : *Pinus halepensis* à (64%), Poaceae (30%), *Brassica sp* (3%), *Thymelaea hirsuta* (2%), *Umbilicus rupestris* (1%), *Medicago polymorpha* (0.01%), *Vicia sp* (0.01%).
- **L'échantillon (3/B) :** les espèces les plus représentés sont : *Pinus halepensis* à (80%), Poaceae (6%), *Brassica sp* (5%), *Thymelaea hirsuta* (7%), *Umbilicus rupestris* (1%), Papavéraceae (1%), *Medicago polymorpha* (1%), Ephedraceae (0.01%), *Helianthum polifolium* (0.01%).

- **L'échantillon (4/B) :** l'ensemble des espèces les plus représentées est : *Pinus halepensis* à (84%), Poaceae(8%), *Thymelaea hirsuta* (3%), *Brassica sp* (3%), *Matthiola incana*(3%), *Umbilicus rupestris* (1%), *Medicago polymorpha* (1%), Asteraceae (1%).
- **L'échantillon (5/B) :** l'inventaire pollinique met en évidence les taxons suivants : Poaceae à (12%), *Thymelaea hirsuta* (2%), *Brassica sp* (2 %), *Salvia rosmarinus* , (1 %), *Pinus halepensis* (84 %), papavéraceae (1 %), *Paronychea argentea* (0,01%), *Matthiola incana* (0.01%). *Umbilicus rupestris* (0.01%), *Medicago polymorpha* (0.01%), *Vicia sp* (0.01%).
- **L'échantillon (6/B) :** les taxons les plus représentés sont : *Pinus halepensis* à (89%), Poaceae (5%), *Thymelaea hirsuta* (2%), *Brassica sp* (2%), *Thymus algeriensis* (2%).

2.2. Les échantillons de hautes altitudes

Les échantillons de hautes altitudes illustrés par le Tableau 4 montrent que *Pinus halepensis* est majoritairement présent avec un total de 1271 grains équivalent à 81.73%, le grain de pollen est ballonnet aérifère, il est suivi par les Poaceae à 11.06%, ces derniers sont nombreux représentés par : *Stipa tenacissima* , *Parviflora* , *Ampelodesmus mauritanicum* , *Hordeum murinum* et autres avec des grains de pollen lisses sans ornementation de différentes grandeurs sans ou avec *opercule*. *Thymelaea hirsuta* avec 2.57%, la forme du grain est ronde avec une surface rugueuse, *Brassica sp* à 3.34%, en forme tricolpé et un forme sphérique, le reste des grains des pollen (*Umbilicus rupestris*, *Medicago polymorpha* , *Salvia rosmarinus* , *Thymus algeriensis*, *Plantago lanceolata*) sont à très faible pourcentage (0.06 % à 0.57 %).

Tableau 4 : Nombre de grains de pollen par espèce et par échantillon sur le transect hautes altitudes

Echantillon Famille	Espèce	Nombre de grains de pollen						Total	%
		1	2	3	4	5	6		
Brassicaceae	<i>Brassica sp</i>	6	10	8	4	9	15	52	3.34
Crassulaceae	<i>Umbilicus rupestris</i>	/	3	/	/	/	/	3	0.19
Fabaceae	<i>Medicago polymorpha</i>	/	2	/	1	/	/	3	0.19
Lamiaceae	<i>Salvia rosmarinus</i>	/	/	/	/	1	/	1	0.06
	<i>Thymus algeriensis</i>	/	/	/	/	2	2	4	0.25
Pinaceae	<i>Pinus halepensis</i>	284	66	130	135	269	387	1271	81.73
Plantaginaceae	<i>Plantago lanceolata</i>	/	/	2	3	3	1	9	0.57
Poaceae	Différentes espèces	51	22	15	14	22	48	172	11.06
Thymelaceae	<i>Thymelaea hirsuta</i>	5	5	7	3	10	10	40	2.57
	Total	346	108	162	160	316	463	1555	100

Selon la Figure 6 chaque échantillon de mousse les espèces suivantes :

- **L'échantillon (1/H) :** l'ensemble des taxons les plus représentés sont : *Pinus halepensis* à (82%), Poaceae (15%), *Thymelaea hirsuta* (1%), *Brassica sp* (2%).
- **L'échantillon (2/H) :** l'inventaire pollinique met en évidence l'ensemble des espèces suivantes : *Pinus halepensis* à (61%), Poaceae (20%), *Brassica sp* (9%), *Thymelaea hirsuta* (5%), *Umbilicus rupestris* (3%), *Medicago polymorpha* (2%).
- **L'échantillon (3/H) :** les taxons les plus représentés *Pinus halepensis* à (80%), Poaceae (9%), *Thymelaea hirsuta* (5%), *Brassica sp* (5%), *Plantago lanceolata* (1%).

- **L'échantillon (4/H) :** les espèces les plus représentés *Pinus halepensis* à (84%), Poaceae (9%), *Thymelaea hirsuta* (2%), *Brassica sp* (2%), *Plantago lanceolata* (2%), *Medicago polymorpha* (1%).
- **L'échantillon (5/H) :** l'ensemble des espèces les plus représentés sont : *Pinus halepensis* à (84%), Poaceae (7%), *Thymelaea hirsuta* (3%), *Brassica sp* (3%), *Salvia rosmarinus* (1%), *Plantago lanceolata* (2%), *Thymus algeriensis* (1%).
- **L'échantillon (6/H) :** les taxons les plus représentés sont : *Pinus halepensis* à (84%), Poaceae (10%), *Thymelaea hirsuta* (2%), *Brassica sp* (3%), *Thymus algeriensis* (1%), *Plantago lanceolata* (1%).

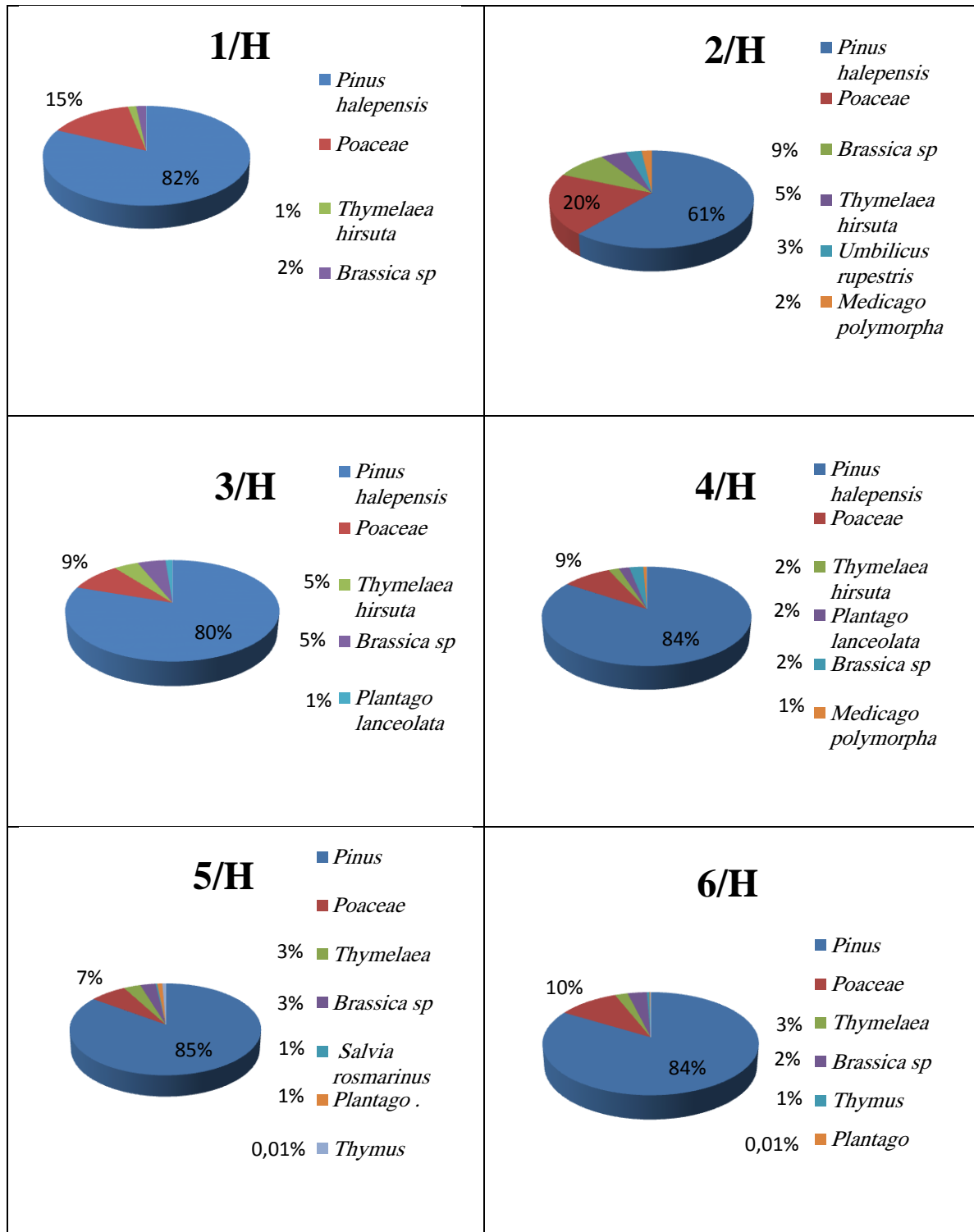


Figure 6: Pourcentage de grains de pollen par espèce et par échantillon sur le transect hautes altitudes.

3. Comparaison entre la végétation présente en 2020 et le pollen collecté des mousses en 2022

Le tableau 5 regroupe l'inventaire floristique de 2020 montrant 55 espèces pour 24 familles à Bekkaria (djebels Djebissa et Bourouméne), les dépôts trouvés dans les mousses sont 14 espèces, avec des espèces communes pour tous les coussinets (*Thymelaea hirsuta*, *Plantago*, *Pinus halepensis*, *Papaveraceae*, *Medicago*, *Thymus algeriensis*, *Salvia rosmarinus*, *Helianthemum*, *Paronychia*) avec l'absence du reste.

Augmentation de pourcentage de grain pollen *Pinus halepensis* et la diminution des autres espèces par rapport à la recherche (Soltani et Slatnia, 2020).

Nous avons trouvé d'autres espèces dans les mousses (*Brassica sp*, *Umbilicus*, *Mathiola incana*, *Vicia sp*, *Retama sphaecarpa*) absentes dans le tableau de l'inventaire floristique (Soltani et Slatnia, 2020).

Tableau 5 : Inventaire floristique, fréquence de chaque espèce en fonction du nombre de relevés (%), abondance des espèces (ni et %) au niveau de Djebels Djebissa (Soltani et Slatnia, 2020).

Famille	Espèce	Fréquence %	fréquence %	
			haut	bas
Apiaceae	<i>Pithuranthos scoparius</i> (Coss. & Durieu) Schinz	10	-	-
Asparaginaceae	<i>Asparagus acutifolius</i> L.	5	-	0.02
Asteraceae	<i>Anacyclus clavatus</i> (Desf.) Pers.	5		
	<i>Artemisia absinthium</i> L.	2.5		
	<i>Artemisia campestris</i> L.	7		
	<i>Artemisia herba alba</i> Asso	20		
	<i>Atractylis cancelata</i> L.	15		
	<i>Calendula arvensis</i> L.	2.5		
	<i>Carduncellus pinnatus</i> DC.	20		
	<i>Crepis vesicaria</i> L.	2.5		
	<i>Dittrichia viscosa</i> (L.) Greuter.	5		
	<i>Evax pygmaea</i> L.	15		
	<i>Pallenis spinosa</i> (L.) Cass.	2.5		
	<i>Paronychia argentea</i> Lam.	2.5		
Boraginaceae	<i>Cynoglossum cherifolium</i> L.	2.5	-	-
Brassicaceae	<i>Moricandia arvensis</i> (L.) DC.	5	-	-
	<i>Sinapis arvensis</i> L.	2.5	-	-
Caryophyllaceae	<i>Herniaria sp</i>	5	-	-
Cistaceae	<i>Fumana laevipes</i> (L.) Stach.	2.5	-	-
	<i>Helianthemum</i> L.	7.5	-	0.05
Crassulaceae	<i>Sedum album</i> L.	2.5	-	-
Cupressaceae	<i>Juniperus oxycedrus</i> L.	27.5	-	-
	<i>Juniperus phoenicia</i> L.	42.5	-	-

Fagaceae	<i>Quercus ilex</i> L.	2.5	-	-
Lamiaceae	<i>Ajuga iva</i> (L.) Schreb.	10	-	-
	<i>Marrubium vulgare</i> L.	10	-	-
	<i>Salvia rosmarinus</i> L.	95	0.06	0.14
	<i>Teucrium polium</i> L.	15	-	-
	<i>Thymus algeriensis</i> Boiss et Reut.	32.5	0.25	0.08
Fabaceae	<i>Astragalus armatus</i> Willd.	17.5	-	-
	<i>Cytisus scoparius</i> (L) Link.	25	-	-
	<i>Hedysarum aculeatum</i> Munby.Boiss.	2.5	-	-
	<i>Lotus corniculatus</i> L.	2.5	-	-
	<i>Medicago polycarpa</i> L.	15	0.19	0.22
	<i>Medicago</i> sp	5	-	-
	<i>Retama sphaerocarpa</i>	5	-	-
Linaceae	<i>Linum sp</i> L.	10	-	-
Oleraceae	<i>Olea europaea</i> subsp. <i>oleaster</i> (Hoffmanns. & Link) Negodi	7.5	-	-
Papaveraceae	<i>Papaver dubium</i> L.	2.5	0.14	-
	<i>Roemeria hybrida</i> (L.)DC.	2.5	-	-
Pinaceae	<i>Pinus halepensis</i> Mill	50	81.73	81.33
Plantaginaceae	<i>Globularia alypum</i> L.	27.5	-	-
	<i>Plantago albicans</i> L.	20	0.75	-
	<i>Plantago ovata</i> Forssk.	12.5	-	-
Poaceae	<i>Ampelodesmus mauritanicum</i> (Poir.) T.Durand & Schinz	7.5	11.06	12.53
	<i>Bromus rubens</i> L.	2.5		
	<i>Cyndon dactylon</i> (L.) Pers.	20		
	<i>Hordeum sp</i> L.	5		
	<i>Stipa parviflora</i> (Desf.)Roser et Hamash	52.5	-	-
	<i>Stipa tenacissima</i> L. Kunth.	65	-	-
Polygonaceae	<i>Rumex bucephalophorus</i> L.	2.5	-	-
Primulaceae	<i>Anagallis arvensis</i> L.	7	-	-
Ranunculaceae	<i>Ranunculus sp</i> L.	2.5	-	-
Rutaceae	<i>Ruta graveolens</i> L.	2.5	-	-
Sphagnaceae	<i>Sphagnum sp</i> L.	22.5	-	-
Thymelaceae	<i>Thymelaea hirsuta</i> L. Endl.	5	2.75	2.51

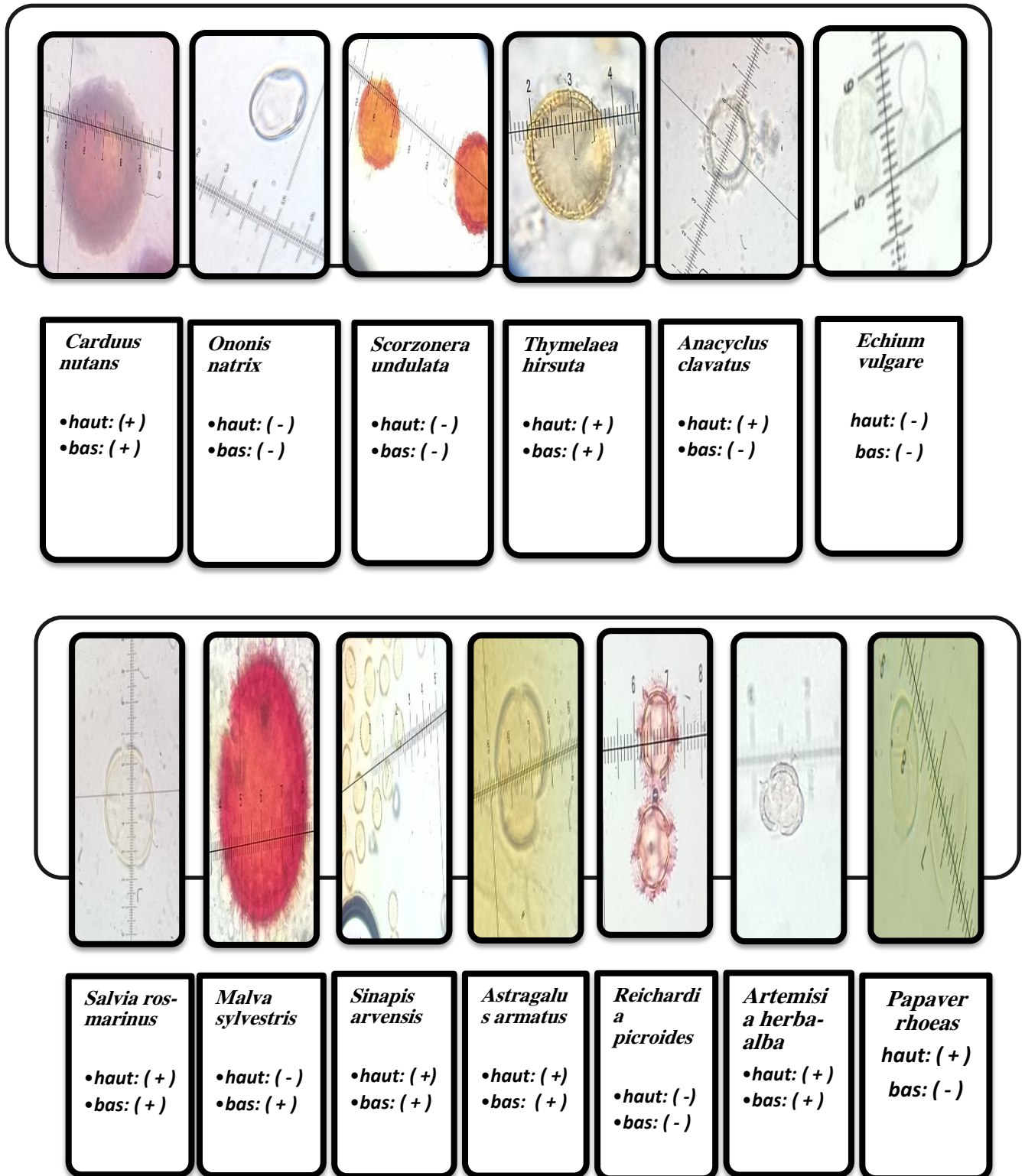


Figure 7 : Comparaison des deux transects pour la présence et absence des grains de pollen des différentes espèces à djebel Djebissa.

- (+) : Présent dans les mousses
- (-) : Absent dans les mousses

Chapitre III

Discussion générale et conclusion

La composition du grain de pollen présente deux enveloppes l'exine: couche externe, elle est très résistante et permet aux grains de pollen d'être dispersés dans l'air sans être endommagés, la 2^{ème} enveloppe et l'intine: couche interne des grains (fine et fragile), le pollen s'identifie grâce à sa forme et à la texture de sa surfaces (Razoloarijao, 2013). Ce petit grain microscopique est l'élément de notre travail.

Le but de l'étude est un inventaire comparatif d'éléments végétales, dans la région de la wilaya de Tébessa - bekkaria (djebel Djebissa) entre l'actuel est le passé. L'étude pollinique provenant de coussinets de Bryophytes constitue un moyen classique, facile et efficace pour étudier la dispersion pollinique des taxons arborés et celle des plantes herbacées. L'échantillon bryophytique est sensé restituer un spectre représentatif de la végétation actuelle environnante et être comparable aux spectres obtenus dans les années passées. Les mousses sont largement utilisées par les palynologues pour calibrer le signal pollinique des communautés végétales avoisinantes, tous ne s'accordent pas sur le nombre d'années contenu dans l'échantillon bryophytique. Ce matériel reste, à l'heure actuelle, le plus utilisé pour les études visant à corréler la végétation et la pluie pollinique. Plusieurs variables peuvent être élucidées par cette technique selon Miras (2009) telles que :

-La variation du rapport PA/T (grains de pollen d'arbres et d'arbustes/total des grains de pollen comptés) : une baisse de ce rapport peut en effet témoigner d'une ouverture du milieu forestier. Dans notre cas *Pinus halepensis* est bien dominant mettant en avant la pinède où nous avons travaillé.

- L'apparition ou l'augmentation de grains de pollen de plantes directement ou indirectement liées à l'homme. Il s'agit des cortèges polliniques évoquant des cultures ou pollen anthropochore.

-Les plantes massicoles (*Papaver rhoeas*, *Centaurea cyanus*), les plantes rudérales, de milieux piétinés ou de pâtures (Urticaceae, Chenopodiaceae, Artemisia, Rumex ou *Plantago lanceolata*.. etc.)

- Une chute brutale des fréquences polliniques des taxons arborés constitutifs de la formation végétale naturellement en place, conséquence de défrichements systématiques ou de choix spécifiques.

Les composants polliniques des coussinets appartenant majoritairement au cortège floristique de la pinède, *Stipa tenacissima*, *Globularia alypum*, *Salvia rosmarinus* et *Thymelaea hirsuta* toutes sont pérennes et résistantes à la sécheresses.

Nous avons trouvé des grains de pollen dans les mousses, de plantes dont le substrat est le creux des rochers comme *Umbelicus rupestris* dont l'abondance est très faible, ceci s'explique du fait de la présence du coussinet à proximité. Les pollens sont transportés par les animaux vu que la région est pastorale, par les insectes comme les abeilles de fleur en fleur dont une quantité est perdue dans l'espace. Les vents aussi sont responsables pour une partie dans ce déplacement du pollen est son dépôt au niveau des mousses. Le rôle du vent quel que soit sa vitesse est responsable des allergies saisonnières par le pollen (ex : *Pinus halepensis* ballonnet à aérifère qui permet la transmission par les vents), et que les mousses sont considérées comme des conservateurs de grains, selon (Massaux et al., 1976).

Chaque grain contient des caractéristiques spéciales : la forme (sphérique ou ovale), contient un pore (poré), contient un sillon (colpé), ou sillon et pore (colporé) ou disposition des ouvertures ou des grains multiples (tetrade, polyade) (Charpin, 1986). Toutes ces caractéristiques permettent d'identifier ces grains sur la base d'un couvert végétal connu.

Il est possible à partir d'un grain de pollen observé au microscope de retrouver l'espèce végétale qui l'a produit en utilisant toutes les caractéristiques polliniques.

La comparaison de la richesse spécifique des deux transects a montré 12 familles pour plus de 15 espèces à basse altitude par rapport au transect de haute altitude qui regroupe 8 familles et plus 9 espèces. Cet état de fait, montre le gradient de dépôt du haut vers le bas vu la différence d'altitude, les formes des pollens et leur poids et la direction du vent. Le nombre de grains de pollen a diminué légèrement avec l'altitude et avec la distance (Massaux et al., 1976).

Dans cette représentation, le pollen *Pinus halepensis* domine sur les autres types de pollens arborescents avec un pourcentage (81%), dans l'échantillon de bas et à (82 %) dans les échantillons de haut. Ceci montre la dominance de cette espèce mais en même temps la similarité de leur fréquence qui peut être due à la forme du pollen, à proximité des deux transects qui se trouve tout deux dans la pinède. Viennent de suite, les Poaceae avec 13% dans les échantillons de basse altitude, et de 11% dans les échantillons de haute altitude. Dans les poaceae nous avons regroupé *Stipa tenacissima*, *Stipa parviflora*, *Hordeum murinum* très abondants dans le site. Les types de grains de pollen les plus importants dans notre comparaison, sont donc les Pinaceae et les Poaceae. Les pourcentages des taxons *Thymelaea hirsuta*, *Brassica sp* (2,34% à 3,34%) dans les deux sites sont peu représentés. D'autres espèces sont retrouvées dans les coussinets à faible pourcentage mais captés.

La comparaison de ce que nous avons trouvés comme grains de pollen avec l'inventaire floristique de Soltani et Slatnia (2020) permet de dire que les coussinets sont de bon capteurs et une image du cortège dominant. Dans notre contribution, les résultats obtenus ne sont qu'un échantillon pionnier dans la détermination d'un spectre pollinique de la région qui est l'histoire d'antécédent végétal.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

Références bibliographiques

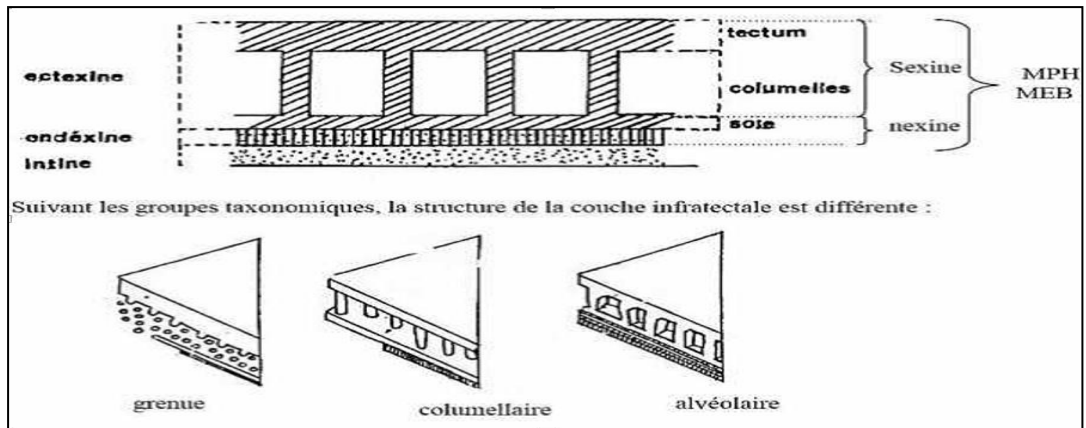
- Broström, A., Sugita, S., Gaillard, M. J., & Pilesjö, P. (2005). Estimating the spatial scale of pollen dispersal in the cultural landscape of southern Sweden. *The Holocene*, 15(2), 252-262.
- Charpin, J. 1986, *Allergologie*. Ed 2 p. 218-241.
- Donadieu, Y. 1982. *Le Pollen*. éd. 5 Maloine . p. 17-45.
- Faegri, K., Kaland, P. E., & Krzywinski, K. (1989). *Textbook of pollen analysis* (No. Ed. 4). John Wiley & Sons Ltd.
- Heim, J. (1976). Étude palynologique d'une palse de la région du golfe de Richmond (lac Guillaume-Delisle), Nouveau-Québec, Canada. *Cahiers de géographie du Québec*, 20(50), 221-237
- Janssen, C. R. (1973). Local and regional pollen deposition.
- Larouche, A. (1979). Histoire postglaciaire comparée de la végétation à Sainte-Foy et au mont des Éboulements, Québec, par l'analyse macrofossile et l'analyse pollinique.
- Lavoie, C., Zimmermann, C., & Pellerin, S. (2001). Peatland restoration in southern Québec (Canada): a paleoecological perspective. *Ecoscience*, 8(2), 247-258.
- Massaux, F., Tchiendji, C., Misse, C., & Decazy, B. (1976). Etude du transport du pollen de cacaoyer par marquage au
- Mazier, F., & Gaillard, M. J. (2007, March). Du pollen aux paysages: nouvelles méthodologies pour reconstituer les paysages. In *Paysage... Landschaft... Paesaggio... L'impact des activités humaines sur l'environnement du Paléolithique à la période romaine* (pp. 11-18).
- Miras, Y. (2009). L'étude des relations entre végétation et pluie pollinique actuelle sur le plateau de Millevaches (Limousin, France): outil pour une meilleure caractérisation pollenanalytique des formes paysagères et des pratiques agrosylvopastorales. *Revue des Sciences Naturelles d'Auvergne*, 73, 71-105.
- Murray, N. 2008. *Biologie végétale structure, fonctionnement, écologie et biotechnologie*, Ed. Pearson, Paris. 614 p.
- Ortu, E., Miras, Y., Heiri, O., Magny, M., & Beaulieu, J. L. D. (2008). Les assemblages de Chironomidae et les cortèges polliniques, outils de reconstitutions quantitatives des changements du climat holocène: une

Références bibliographiques

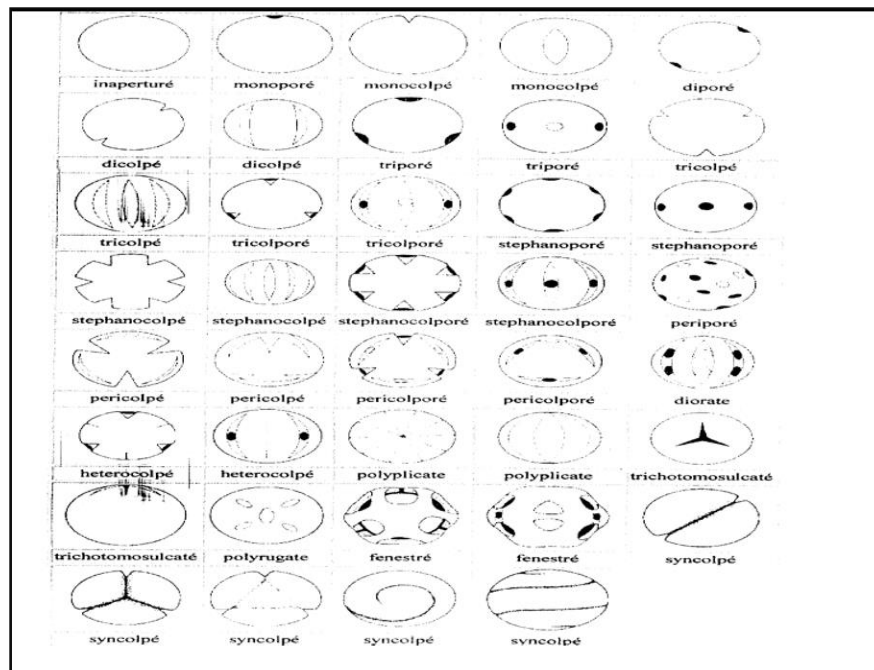
approche croisée au Col du Petit St Bernard, lac «Dessus-Verney»,
2280 m. Collection EDYTEM. Cahiers de géographie, 6(1), 65-76.

- Reille, M. 1992. pollen et spores d'Europe et de l'Afrique du nord. Livre 01. Laboratoire de botanique ésotérique et palynologie. Marseille, France. 446p.
- Reille, M. 1995. pollen et spores d'Europe et de l'Afrique du nord. Supplément N°: 1 et 2. Laboratoire de botanique ésotérique et palynologie. Marseille, France. 711p.
- Reille, M. 1999. pollen et spores d'Europe et de l'Afrique du nord. Index. Laboratoire de botanique ésotérique et palynologie. Marseille, France. 242p.
- Soltani, K et Slatnia H.2020. Inventaire des espèces végétales dans le semi-aride de la région de Tébessa (El Anba et Bekkaria). Mémoire Master .Tebessa. 28p

Annexes



Annex (1): La structure de l'exine.



Annex (2): Principaux types d'ouvertures.