

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR  
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITÉ ABOU BEKR BELKAÏD  
FACULTÉ DE MÉDECINE  
DR. B. BENZERDJEB - TLEMCEM



وزارة التعليم العالي  
والبحوث العلمي  
جامعة أبو بكر بلقايد  
كلية الطب  
د. ب. بن زرجب - تلمسان

DEPARTEMENT DE PHARMACIE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES POUR  
L'OBTENTION DU DIPLOME DE DOCTEUR EN PHARMACIE

THÈME :

## Etude palynologique de quelques espèces de la région de Tlemcen

Présenté par :

HAROUNI Asma

DIDA Rahma

*Soutenu le 08/10/2020*

**Le Jury**

**Président :** Pr. C. BEKHECHI

Professeur en Biologie

**Membres :** Dr. S. BABA AHMED

Maitre assistante en Pharmacognosie

Dr. S. NEGADI

Maitre assistante en Botanique Médicale

**Encadreur :** Dr. N. CHERIF

Maitre assistante en Botanique Médicale

**Co-encadreur :** Dr. M. TABTI

Assistant en Botanique Médicale

**Année universitaire : 2019/2020**

---

## **Remerciements**

*Nous tenons tout d'abord à remercier Allah le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné le courage, la force et la patience d'accomplir ce modeste travail.*

*En second lieu, nous tenons à remercier notre encadreur **Docteur N. CHERIF**, et Co encadreur **Docteur M. TABTI**, pour leurs conseils et orientations tout au long de notre recherche.*

*Nos vifs remerciements vont également au président du jury **Professeur C. BEKHECHI**, et aux membres du jury **Docteur S. BABA AHMED** et **Docteur S. NEGADI** pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre mémoire en acceptant d'examiner notre travail .*

*Nos remerciements s'étendent également à tous nos enseignants durant les années des études.*

*Enfin, nous tenons également à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*

---

## **Dédicaces**

*Ce travail est dédié*

*A qui je dois la vie, à ma chère mère ; ses sacrifices, ses encouragements, sa patience et surtout ses prières qui m'ont toujours donné l'énergie et la force pour continuer. Je ne pourrai jamais exprimer mes sentiments ni remercier assez. Qu'elle sache que son amour me pousse d'envisager l'avenir comme un défi, que dieu la protège.*

*A mon cher père décédé trop tôt RABBI YERRAHMOU, J'espère que, du monde qui est sien maintenant, il apprécie ce modeste geste comme preuve de reconnaissance de la part d'une fille qui a toujours prié pour le salut de son âme.*

*A ma chère tante FATIHA qui n'a jamais cessé de me soutenir pour que je puisse finir mon chemin et avoir une bonne formation ; à qui je voudrai exprimer mes reconnaissances et mes remerciements.*

*A mon frère et sa femme, ma sœur et son mari ainsi que mes deux chers Ibrahim et Ahmed pour leur soutien.*

*A ma binôme Rahma et toute sa famille ; toutes mes reconnaissances et mes remerciements.*

*A toutes les personnes qui me sont chères ; mes copines Rania, Asma, Esma, Wafaa, Hafssa, Khadidja, Fatema, Hanane, Amina pour leur soutien et leur amitié.*

*J'associe à mes remerciements l'ensemble des étudiants de ma promotion pharmacie Tlemcen 2014-2020.*

***Asma Harouni***

---

## **Dédicaces**

*Je dédie ce travail*

*A mes parents, les plus chers au monde, aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon instruction et mon bien être. Vous avez toujours été mon école de patience et de confiance. Vous êtes et vous resterez pour moi ma référence et la lumière qui illumine mon chemin. Puisse Dieu, vous accorder santé, bonheur et longue vie et faire en sorte que jamais je ne vous déçoive.*

*A mes grand-pères paternel et maternel et ma grand-mère maternel, pour vos prières et votre amour inconditionnel. Puisse Dieu vous accorder santé et longue vie parmi nous.*

*A la mémoire de ma grand-mère paternel Rahma, puisse Dieu vous avoir en sa sainte miséricorde et que ce travail soit une prière pour votre âme.*

*A ma chère tante et sa petite famille, ma grande sœur et son mari ainsi que mes petites chères sœurs, Je ne pourrais jamais imaginer la vie sans vous, je n'oublierais jamais vos encouragements et votre soutien tout au long de mes études, que Dieu vous protège.*

*A mes adorables petits neveux, puisse Dieu vous garder, éclairer votre route et vous aider à réaliser à votre tour vos vœux.*

*A mes chères amies de toujours : Ikram et Hadjer, en souvenir de notre sincère et profonde amitié et des moments agréables que nous avons passés ensemble.*

*A ma chère binôme Asma et toute sa famille.*

*A toutes les personnes que j'aime et qui m'aiment.*

*J'espère que vous trouverez dans ce travail toute ma reconnaissance et tout mon amour.*

**Rahma DIDA**

# Sommaire

---

Remerciements et dédicaces.....	i
Sommaire.....	ii
Liste des figures.....	iii
Liste des photographies.....	iv
Liste des tableaux.....	v
Liste des abréviations.....	vi
Introduction.....	1

## Partie théorique : Synthèse bibliographique

### Chapitre I : Le pollen

<b>I. Définition</b> .....	5
<b>II. Morphogénèse</b> .....	6
<b>III. Structure et organisation du grain de pollen</b> .....	8
III.1 La cellule végétative.....	8
III.2 La cellule spermatogène .....	8
III.3 Le sporoderme.....	9
Particularités structurales du pollen des Gymnospermes .....	11
<b>IV. Caractères morphologiques du grain de pollen</b> .....	11
IV.1 Forme .....	11
IV.1.1 Assemblage et arrangement .....	11
IV.1.2 Polarité et symétrie .....	14
Un cas particulier : le pollen à ballonnets des Gymnospermes .....	16
IV.2 Taille .....	16
IV.3 Couleur .....	17
IV.4 Apertures .....	17
IV.5 Sculpture et ornementation .....	20
<b>V. Pollinisation</b> .....	21
<b>VI. Composition chimique</b> .....	22
VI.1 Eau .....	22
VI.2 Protéines .....	23
VI.3 Acides nucléiques .....	23
VI.4 Sucres .....	23

# Sommaire

---

VI.5	Acides gras .....	23
VI.6	Lipides .....	23
VI.7	Vitamines .....	23
VI.8	Sels minéraux .....	24
VI.9	Polyphénols.....	24

## Chapitre II : Palynologie

<b>I.</b>	<b>Définitions .....</b>	<b>26</b>
<b>II.</b>	<b>Domaines d'application de la palynologie .....</b>	<b>27</b>
II.1	La botanique .....	27
II.2	La biopalynologie .....	27
II.3	La méliisopalynologie .....	28
II.4	L'aéropalynologie .....	28
II.5	La pharmacopalynologie .....	29
II.6	L'archéopalynologie .....	29
II.7	L'ethnobotanie .....	30
II.8	La palynologie légale .....	30
<b>III.</b>	<b>Propriétés et valeurs thérapeutiques du pollen .....</b>	<b>31</b>
III.1	Propriété antioxydante .....	31
III.2	Propriété organoprotectrice et anticarcinogénique.....	32
III.3	Propriété anti-inflammatoire .....	32
III.4	Propriété antibactérienne .....	32
III.5	Propriété cardio-protectrice .....	32
III.6	Propriété antiasthénique et fortifiante .....	33
III.7	Propriété immunostimulante.....	33
III.8	Propriété antiallergique.....	33
III.9	Propriété digestive .....	34
III.10	Propriété anti-âge .....	34

## Chapitre III : Caractères palynologiques des principales familles de la flore de Tlemcen

<b>Introduction.....</b>	<b>36</b>
<b>I. Pollen des Gymnospermes .....</b>	<b>36</b>

# Sommaire

---

I.1	Pollen des Cupressaceae .....	37
I.2	Pollen des Pinaceae .....	37
<b>II.</b>	<b>Pollen des Angiospermes .....</b>	<b>37</b>
II.1	Pollen des Monocots.....	38
II.2	Pollen des Eudicots .....	38
II.2.1	Pollen des Rosaceae .....	39
II.2.2	Pollen des Fabaceae.....	39
II.2.3	Pollen des Malvaceae .....	40
II.2.4	Pollen des Brassicaceae .....	40
II.2.5	Pollen des Lamiaceae .....	41
II.2.6	Pollen des Oleaceae.....	41
II.2.7	Pollen des Apiaceae.....	42
II.2.8	Pollen des Asteraceae .....	42

## Partie expérimentale

### Matériels et Méthodes

I.	Matériels .....	45
II.	Méthode.....	47
III.	Limite de l'étude.....	52

### Résultats et discussion

I.	Résultats.....	54
II.	Discussion.....	94
	Conclusion.....	97
	Bibliographie.....	99
	Annexes.....	106

## Liste des figures

---

Figure (1) : Diversité des grains de pollen [8].	5
Figure (2) : Coupe transversale d'une anthère montrant les grains de pollen [9].	6
Figure (3) : Schéma représentant les étapes de développement du grain de pollen chez les Angiospermes [13].	7
Figure (4) : Structure d'un grain de pollen bi ou tri cellulaire [14].	7
Figure (5) : Organisation d'un grain de pollen bicellulaire [17].	9
Figure (6) : Stratification de la paroi du grain de pollen [22].	10
Figure (7) : Assemblage du pollen.	12
Figure (8) : Mode d'apparitions successives des cloisons au cours de la méiose : formation des tétrades planes [21].	13
Figure (9) : Mode d'apparition simultanée des cloisons à la fin de la méiose: formation des tétrades tétraédriques [21].	13
Figure (10) : Modes de dépôt de la paroi [12].	14
Figure (11) : Position du pôle proximal, de l'équateur et du pôle distal dans une tétrade de microspores [12].	14
Figure (12) : Formes et symétries du pollen [26].	15
Figure (13) : Schéma de grain de pollen bi-ailé en vue équatoriale [18].	16
Figure (14) : Ornémentations du grain de pollen [26].	20
Figure (15) : Photos illustrant la méthode de préparation des lames de pollen pour étude microscopique des différentes espèces étudiées.	51
Figure (16) : lames fixées, conservées et regroupées en Palynothèque.	55

## Liste des photographies

---

Photos 1 : Observation à l'état frais du pollen de <i>Acacia dealbata</i> .....	56
Photos 2 : Observation après coloration à la fuchsine de Ziehl du pollen de <i>Acacia dealbata</i> .....	56
Photos 3 : Observation à l'état frais du pollen de <i>Asphodelus microcarpus</i> .....	57
Photos 4 : Observation après coloration à la fuchsine de Ziehl du pollen de <i>Asphodelus microcarpus</i> .....	57
Photos 5 : Observation à l'état sec du pollen de <i>Avena sterilis</i> .....	58
Photos 6 : Observation après coloration à la fuchsine de Ziehl du pollen de <i>Avena sterilis</i> .....	58
Photos 7 : Observation à l'état sec du pollen de <i>Calendula officinalis</i> .....	59
Photos 8 : Observation après coloration à la fuchsine de Ziehl du pollen de <i>Calendula officinalis</i> .....	59
Photos 9 : Observation à l'état sec du pollen de <i>Carduus tenuiflorus</i> .....	60
Photos 10 : Observation après coloration à la fuchsine de Ziehl du pollen de <i>Carduus tenuiflorus</i> .....	60
Photos 11 : Observation à l'état sec du pollen de <i>Catananche caerulea</i> .....	61
Photos 12 : Observation après coloration à la fuchsine de Ziehl du pollen de <i>Catananche caerulea</i> .....	61
Photos 13 : Observation à l'état frais du pollen de <i>Cercis siliquastrum</i> .....	62
Photos 14 : Observation après coloration à la fuchsine de Ziehl du pollen de <i>Cercis siliquastrum</i> .....	62
Photos 15 : Observation à l'état sec du pollen de <i>Chamaerops humilis</i> .....	63
Photos 16 : Observation après coloration à la fuchsine de Ziehl du pollen de <i>Chamaerops humilis</i> .....	63
Photos 17 : Observation à l'état frais du pollen de <i>Citrus aurantium</i> .....	64
Photos 18 : Observation après coloration à la fuchsine de Ziehl du pollen de <i>Citrus aurantium</i> ...	64
Photos 19 : Observation à l'état sec du pollen de <i>Convolvulus althaeoides</i> .....	65
Photos 20 : Observation après coloration à la fuchsine de Ziehl du pollen de <i>Convolvulus althaeoides</i> .....	65
Photos 21 : Observation à l'état sec du pollen de <i>Coriandrum sativum</i> .....	66
Photos 22 : Observation après coloration à la fuchsine de Ziehl du pollen de <i>Coriandrum sativum</i> .....	66
Photos 23 : Observation à l'état sec du pollen de <i>Cotula</i> sp.....	67
Photos 24 : Observation après coloration à la fuchsine de Ziehl du pollen de <i>Cotula</i> sp.....	67
Photos 25 : Observation à l'état frais du pollen de <i>Cupressus sempervirens</i> .....	68
Photos 26 : Observation après coloration à la fuchsine de Ziehl du pollen de <i>Cupressus sempervirens</i> .....	68
Photos 27 : Observation à l'état sec du pollen de <i>Daucus carota</i> .....	69
Photos 28 : Observation après coloration à la fuchsine de Ziehl du pollen de <i>Daucus carota</i> .....	69

## Liste des photographies

---

Photos 29 : Observation à l'état sec du pollen de <i>Diplotaxis erucoides</i> .....	70
Photos 30 : Observation après coloration à la fuchsine de Ziehl du pollen de <i>Diplotaxis erucoides</i> .....	70
Photos 31 : Observation à l'état frais du pollen de <i>Echium vulgare</i> .....	71
Photos 32 : Observation après coloration à la fuchsine de Ziehl du pollen de <i>Echium vulgare</i> .....	71
Photos 33 : Observation à l'état sec du pollen de <i>Eruca sativa</i> .....	72
Photos 34 : Observation après coloration à la fuchsine de Ziehl du pollen de <i>Eruca sativa</i> .....	72
Photos 35 : Observation à l'état sec du pollen de <i>Genista hispanica</i> .....	73
Photos 36 : Observation après coloration à la fuchsine de Ziehl du pollen de <i>Genista hispanica</i> .....	73
Photos 37 : Observation à l'état frais du pollen de <i>Hibiscus rosa-sinensis</i> .....	74
Photos 38 : Observation après coloration à la fuchsine de Ziehl du pollen de <i>Hibiscus rosa-sinensis</i> .....	74
Photos 39 : Observation à l'état frais du pollen de <i>Iris latifolia</i> .....	75
Photos 40 : Observation après coloration à la fuchsine de Ziehl du pollen de <i>Iris latifolia</i> .....	75
Photos 41 : Observation à l'état frais du pollen de <i>Jasminum mesnyi</i> .....	76
Photos 42 : Observation après coloration à la fuchsine de Ziehl du pollen de <i>Jasminum mesnyi</i> .....	76
Photos 43 : Observation à l'état sec du pollen de <i>Lamium bifidum</i> .....	77
Photos 44 : Observation après coloration à la fuchsine de Ziehl du pollen de <i>Lamium bifidum</i> .....	77
Photos 45 : Observation à l'état sec du pollen de <i>Malope malacoides</i> .....	78
Photos 46 : Observation après coloration à la fuchsine de Ziehl et au vert de méthyle du pollen de <i>Malope malacoides</i> .....	78
Photos 47 : Observation à l'état frais du pollen de <i>Malva sylvestris</i> .....	79
Photos 48 : Observation après coloration à la fuchsine de Ziehl au vert de méthyle du pollen de <i>Malva sylvestris</i> .....	79
Photos 49 : Observation à l'état sec du pollen de <i>Olea europaea</i> .....	80
Photos 50 : Observation après coloration à la fuchsine de Ziehl du pollen de <i>Olea europaea</i> .....	80
Photos 51 : Observation à l'état frais du pollen de <i>Oxalis corniculata</i> .....	81
Photos 52 : Observation après coloration à la fuchsine de Ziehl du pollen de <i>Oxalis corniculata</i> .....	81
Photos 53 : Observation à l'état sec du pollen de <i>Papaver rhoeas</i> .....	82
Photos 54 : Observation après coloration à la fuchsine de Ziehl du pollen de <i>Papaver rhoeas</i> .....	82
Photos 55 : Observation à l'état sec du pollen de <i>Phlomis herba venti</i> .....	83
Photos 56 : Observation après coloration à la fuchsine de Ziehl du pollen de <i>Phlomis herba venti</i> .....	83
Photos 57 : Observation à l'état frais du pollen de <i>Pinus halepensis</i> .....	84
Photos 58 : Observation après coloration à la fuchsine de Ziehl du pollen de <i>Pinus halepensis</i> .....	84
Photos 59 : Observation à l'état sec du pollen de <i>Plantago major</i> .....	85

## Liste des photographies

---

Photos 60 : Observation après coloration à la fuchsine de Ziehl du pollen de <i>Plantago major</i> .....	85
Photos 61 : Observation à l'état frais du pollen de <i>Prunus cerasifera</i> .....	86
Photos 62 : Observation après coloration à la fuchsine de Ziehl du pollen de <i>Prunus cerasifera</i> ...	86
Photos 63 : Observation à l'état frais du pollen de <i>Prunus dulcis</i> .....	87
Photos 64 : Observation après coloration à la fuchsine de Ziehl du pollen de <i>Prunus dulcis</i> .....	87
Photos 65 : Observation à l'état sec du pollen de <i>Punica granatum</i> .....	88
Photos 66 : Observation après coloration à la fuchsine de Ziehl du pollen de <i>Punica granatum</i> ...	88
Photos 67 : Observation à l'état frais du pollen de <i>Rosmarinus officinalis</i> .....	89
Photos 68 : Observation après coloration à la fuchsine de Ziehl du pollen de <i>Rosmarinus officinalis</i> .....	89
Photos 69 : Observation à l'état frais du pollen de <i>Sinapis arvensis</i> .....	90
Photos 70 : Observation après coloration à la fuchsine de Ziehl du pollen de <i>Sinapis arvensis</i> ....	90
Photos 71 : Observation à l'état sec du pollen de <i>Thapsia garganica</i> .....	91
Photos 72 : Observation après coloration à la fuchsine de Ziehl du pollen de <i>Thapsia garganica</i> .....	91
Photos 73 : Observation à l'état sec du pollen de <i>Thymus algeriensis</i> .....	92
Photos 74 : Observation après coloration à la fuchsine de Ziehl du pollen de <i>Thymus algeriensis</i> .....	92
Photos 75 : Observation à l'état sec du pollen de <i>Triticum</i> sp.....	93
Photos 76 : Observation après coloration à la fuchsine de Ziehl du pollen de <i>Triticum</i> sp.....	93

## Liste des tableaux

---

Tableau (1) : Classes de pollens selon leurs formes déterminés par le P/E-ratio [24]. .....	15
Tableau (2) : Les différentes classes de taille du pollen selon Erdtman 1945 [24].....	17
Tableau (3) : Détermination du type pollinique [19, 26, 30].....	19

## Liste des abréviations

---

(E) : Axe équatorial

(P) : Axe polaire

µm : Micromètre

APG : Angiosperm Phylogeny Group

COX 2 : Cyclooxygénase 2

G : Grossissement

MO : Microscope optique

RAS : Rien à signaler

VE : Vue équatoriale

VP : Vue polaire

---

# *Introduction*

---

---

## *Introduction*

La Palynologie est une science récente, qui étudie le pollen qui est le gamétophyte mâle (élément fécondant mâle) des plantes supérieures ou phanérogames ; Gymnospermes et Angiospermes.

La Palynologie est, d'un point de vue purement fondamental, l'étude du pollen qui est un élément microscopique. Elle est basée en premier lieu sur l'identification et la caractérisation des pollens. En effet, malgré sa petite taille, le pollen est très diversifié. Aujourd'hui, elle se positionne comme une discipline inéluctable dans un groupe d'activités scientifiques très vaste où l'objet de ses applications reste assez varié. Notamment dans les disciplines médicales, archéologiques,...

En Algérie, les études dans ce domaine sont très limitées, chose qui nous a motivé et poussé à entreprendre ce travail en initiation à la palynologie. Ce modeste travail consiste une étude microscopique descriptive du pollen de quelques espèces majoritairement retrouvées dans la région de Tlemcen.

Nous avons cherché à décrire la morphologie des pollens observés sous microscope optique et d'établir des fiches descriptives détaillées et illustrées de ces derniers. En effet, la particularité de chaque pollen est donnée par sa forme générale, sa taille et les caractéristiques de son enveloppe (stratification de la membrane, structure et sculpture, les granulations, la forme et la disposition des apertures).

Le travail entrepris au cours de cette étude vise donc à recueillir des données sur le pollen des espèces étudiées et d'élaborer une palynothèque ainsi qu'un atlas photographique pouvant servir pour des recherches palynologiques futures.

---

*Première partie :*  
*Synthèse*  
*bibliographique*

---

---

# *Chapitre I :*

## *Le pollen*

---

# Chapitre I : Le pollen

## I. Définition :

Le mot « pollen » vient du grec « palè » et signifie fine poussière ou farine. Carl Von Linné est le premier à utiliser le mot pollen dans un contexte scientifique pour décrire le sperme mâle transportant des éléments de plantes à fleurs dans *Sponsalia Plantarum* « les fiançailles des plantes », ouvrage publié en 1747 [1].

En 1750, Linné a défini le pollen dans la première édition de Philosophie botanique comme suit: «le pollen est une poussière des végétaux, qui jaillit quand elle est humectée par le liquide approprié, et entraîne l'éclosion d'une substance qui n'est pas perceptible à l'œil nu» [1].

Le pollen constitue, chez les végétaux supérieurs ou Phanérogames :« Angiospermes » et « Gymnospermes », l'agent mâle de la fécondation [2], puisqu'il assure la production et le transport des deux cellules spermatiques jusqu'à l'ovule où aura lieu la fécondation [3]. Il correspond donc au gamétophyte mâle [4, 5].

Les grains de pollen sont des éléments microscopiques de taille variant entre 05µm et 500µm généralement sphériques ou ovoïdes et leur surface est ornée de manière très diverse selon les espèces (Figure 1). Ils sont produits dans des sacs polliniques (nus chez les Gymnospermes ou dans les anthères des étamines des Angiospermes). À maturité, ils sont libérés dans l'environnement afin d'assurer leur rôle de transport des cellules reproductrices[1, 6, 7].



Figure (1) : Diversité des grains de pollen [8].

# Chapitre I : Le pollen

## II. Morphogénèse :

Le grain de pollen est formé au niveau des étamines chez les Angiospermes. L'anthère, qui est la partie fertile de l'étamine, est formée de 2 loges situées de part et d'autre du connectif et renfermant chacune 2 sacs polliniques où se forment les grains de pollen (un sac pollinique équivaut à un microsporangé) [9]. (Figure 2)

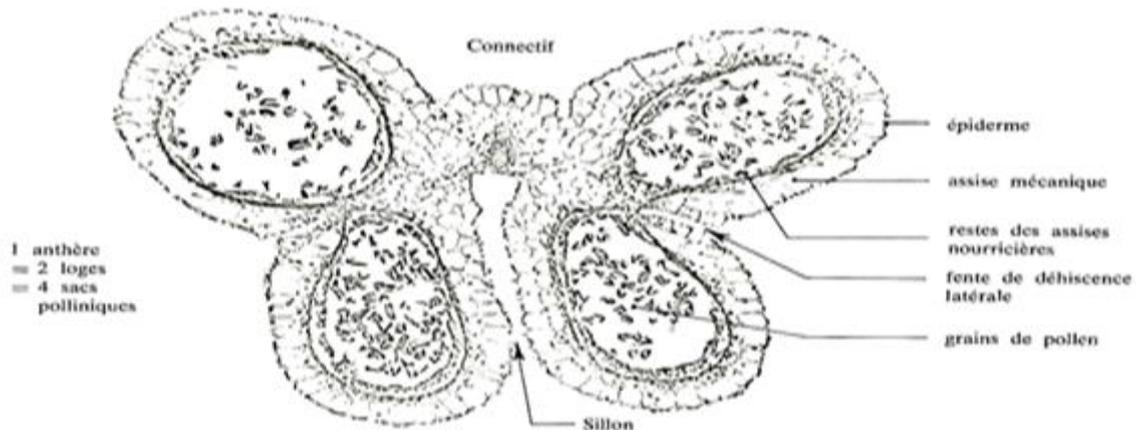


Figure (2) : Coupe transversale d'une anthère montrant les grains de pollen [9].

La formation du grain de pollen comprend la microsporogénèse et la microgamétogénèse. La microsporogénèse représente l'ensemble des étapes permettant de passer d'une cellule mère diploïde à quatre cellules haploïdes équivalents des microspores et la microgamétogénèse conduit à la formation des gamètes mâles (spermatozoïdes) [10]. (Voir figure 3)

Le sac pollinique, lorsqu'il est immature, contient un tissu sporogène formé de cellules mères diploïdes [11].

Lors de la microsporogénèse la cellule va subir une méiose pour produire quatre microspores haploïdes regroupées en tétrade[10, 12] (Figure 3). Chaque tétraspore subit une maturation qui la transforme en un grain de pollen. Avant de se diviser, la cellule mère est enfermée par une épaisse paroi de callose. En fin de la méiose, la tétrade est donc enrobée également par la paroi formée de callose. Les tétraspores vont sécréter une paroi individuelle polysaccharidique (protoexine) qui va se transformer par la suite en exine en se chargeant d'un polymère compact et dur d'origine **sporopollénique**. Lorsque les jeunes pollens sont libérés dans le sac pollinique, une deuxième paroi pectocellulosique est mise en place, c'est l'intine [9].

# Chapitre I : Le pollen

La gamétogénèse commence chez les Angiospermes par la formation d'une vacuole centrale au sein de la microspore uninucléée poussant le noyau vers la paroi. La microspore devient le grain de pollen jeune avec la dislocation du noyau qui subit une première mitose. Cette mitose s'associe à une division cellulaire asymétrique conduisant à la formation d'une cellule générative plus petite et d'une cellule végétative plus grande. La cellule générative se sépare en se situant dans le cytoplasme de la cellule végétative [10, 11]. (Figure 3)

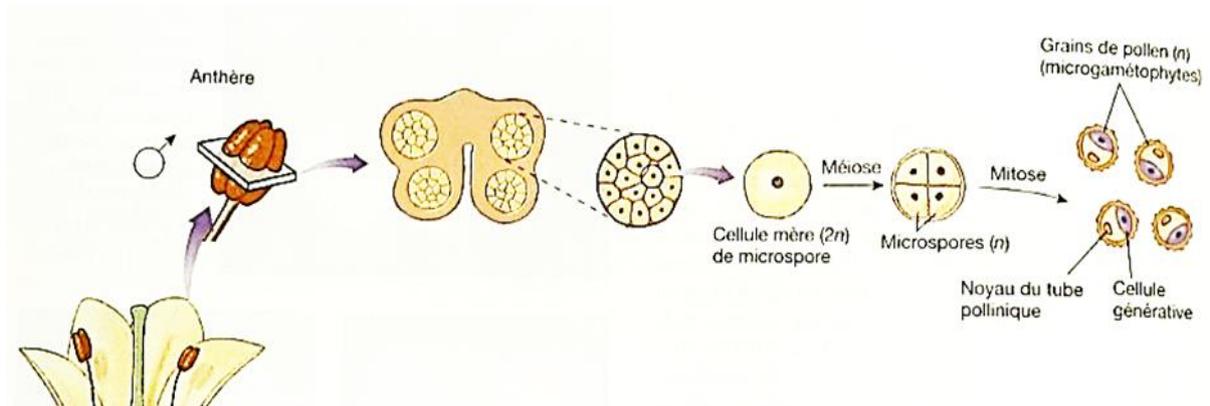


Figure (3) : Schéma représentant les étapes de développement du grain de pollen chez les Angiospermes [13].

Pendant la deuxième mitose du pollen (division cellulaire symétrique), la cellule générative se divise en deux cellules spermatozoaires. Chez 70% des Angiospermes, cette deuxième division se fait dans le tube pollinique après le transport et la germination du grain de pollen sur le stigmate; on parle de grain de pollen bicellulaire. Chez les 30% qui restent la cellule spermatogène subit la mitose et forme les deux gamètes mâles avant sa libération de l'anthère ; dans ce dernier cas on parle du grain de pollen tricellulaire [10, 11]. (Figure 4)

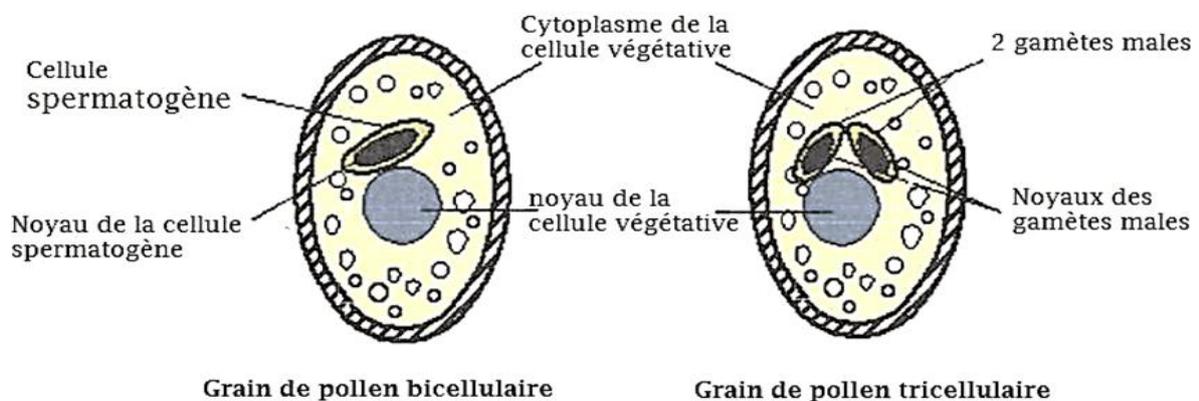


Figure (4) : Structure d'un grain de pollen bi ou tri cellulaire [14].

# Chapitre I : Le pollen

---

Chez les Gymnospermes, la microgamétoγένèse comprend plusieurs divisions mitotiques, les grains de pollen des Gymnospermes sont alors multicellulaires à maturité et comprennent une ou plusieurs cellules prothalliennes. La première cellule prothallienne (cellule basale) dégénère. Elle forme une mince calotte qui recouvre la deuxième cellule prothallienne, et une petite cellule anthéridienne qui se divise en cellule de tube et cellule reproductrice [10, 15].

Après les différentes divisions cellulaires, la séparation des microspores peut être incomplète, le grain de pollen peut contenir plusieurs cellules collées l'une à l'autre formant des dyades (deux cellules), tétrades (quatre cellules) et si cette séparation est interrompue beaucoup plus tôt, le grain de pollen peut contenir 8, 10, 12, 16, 18 ou 32 cellules ; dans ce cas on parle de polyade [7, 16, 17].

## III. Structure et organisation du grain de pollen :

Chez les Angiospermes : le grain de pollen est constitué d'une grande cellule végétative qui enveloppe une cellule spermatogène [7]. Le tout étant entouré d'une paroi pollinique appelée sporoderme, constituée de deux couches : externe ; exine qui est formé elle-même par deux autres couches (externe : ectexine et interne : endexine) extrêmement complexe et une couche interne ; intine [6]. (Voir figure 5)

### III.1 La cellule végétative

La cellule végétative est à l'origine du tube pollinique, elle contient un gros noyau et une vacuole. Elle présente une activité de synthèse qui se traduit par l'accumulation de réserves variées (amidon dans les plastes, lipides et protéines dans le hyaloplasme). Ces réserves serviront ultérieurement à construire le tube pollinique qui traverse une ouverture et pénètre jusqu'au sac embryonnaire (gamétophyte femelle). La taille de la cellule est déterminée par le degré d'humidité et les réserves amylacées [7, 16, 17].

### III.2 La cellule spermatogène

La cellule spermatogène se divise généralement après germination sur la surface du stigmate en formant deux cellules spermatiques qui sont conduites au sac embryonnaire via le

## Chapitre I : Le pollen

---

tube pollinique ; on parle dans ce cas de pollen bicellulaire [7, 17]. Si la division a lieu dans l'anthère avant la libération du pollen, il en résulte un pollen tricellulaire.

La cellule générative est plus petite et dépourvue de réserves contrairement à la cellule végétative [9, 17].

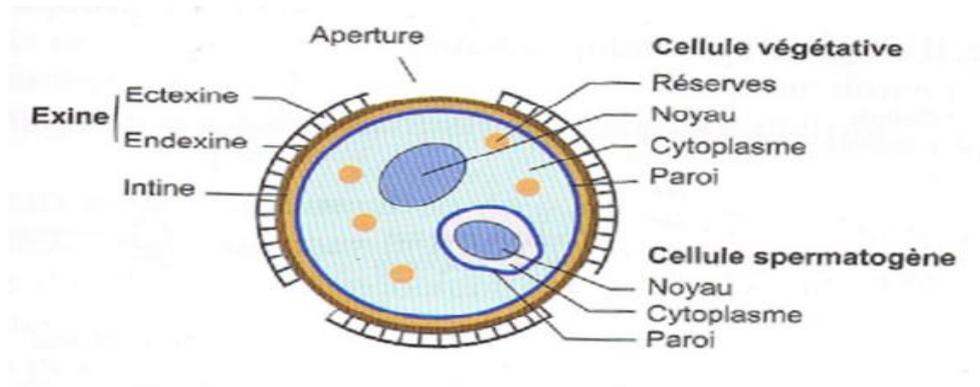


Figure (5) : Organisation d'un grain de pollen bicellulaire [17].

### III.3 Le sporoderme

La partie vivante du pollen est entourée d'un système de parois qui constitue le **sporoderme** [18], comportant essentiellement deux couches concentriques : la couche interne ou **intine**, et la couche externe ou **exine** [19].

- L'**intine**, enveloppe le cytoplasme qui remplit l'intérieur du grain de pollen mature [1]. Elle est de nature pectocellulosique ; constituée de cellulose, pectines, callose et protéines [20]. C'est une paroi perméable [16], mince qui s'épaissit au niveau des ouvertures (zones de germination du tube pollinique). Elle est synthétisée par la tétraspore elle-même [17].

- L'**exine** est constituée essentiellement d'une substance caractéristique : la sporopollénine (polymérisation oxydative de caroténoïdes et d'esters de caroténoïdes) [19]. L'exine se caractérise elle-même par deux couches principales, l'endexine et l'ectexine [1].

- L'**endexine** est la plus profonde des deux couches [1]. Elle est homogène, continue [19] et non structurée [21].

- L'**ectexine** est la couche la plus externe. Très structurée [21], elle est généralement divisée en trois zones : juste au-dessus de l'endexine se trouve « la couche basale » ou « sole », surmontée par une « couche columellaire » ou « infractum », et enfin, au-dessus

## Chapitre I : Le pollen

encore, le « tectum » (du latin « toit »). La couche columellaire est ainsi nommée parce qu'elle est souvent composée de nombreuses colonnes (« columelles ») [1]. (Figure 6)

Chez les Angiospermes, l'ectexine se compose en général du tectum, infratectum et couche basale. Le tectum plus ou moins continu, peut être recouvert d'éléments supratactaux. L'infratectum en dessous est columellé ou granulaire (une deuxième couche de columelles peut former un tectum interne). La couche basale peut être soit continue, discontinue ou absente. L'endexine, quant à elle peut être continue ou discontinue ; spongieuse ou compacte ; présente dans l'ensemble, uniquement dans les ouvertures ou même complètement absente[22].

Les termes sexine et nexine donnés par Erdtman sont purement descriptifs et ne correspondent pas à ectexine et endexine respectivement [22]. Erdtman décrit ce que l'on voit au microscope optique avec les meilleurs objectifs à immersion. D'après cette terminologie, on distingue [23] : **Sexine** (de «s» en sculpté et «exine») est la partie externe et sculptée de l'exine, **Nexine** (de «n» en non-sculpté et «exine») partie interne, non sculptée de l'exine [24]. (Figure 6)

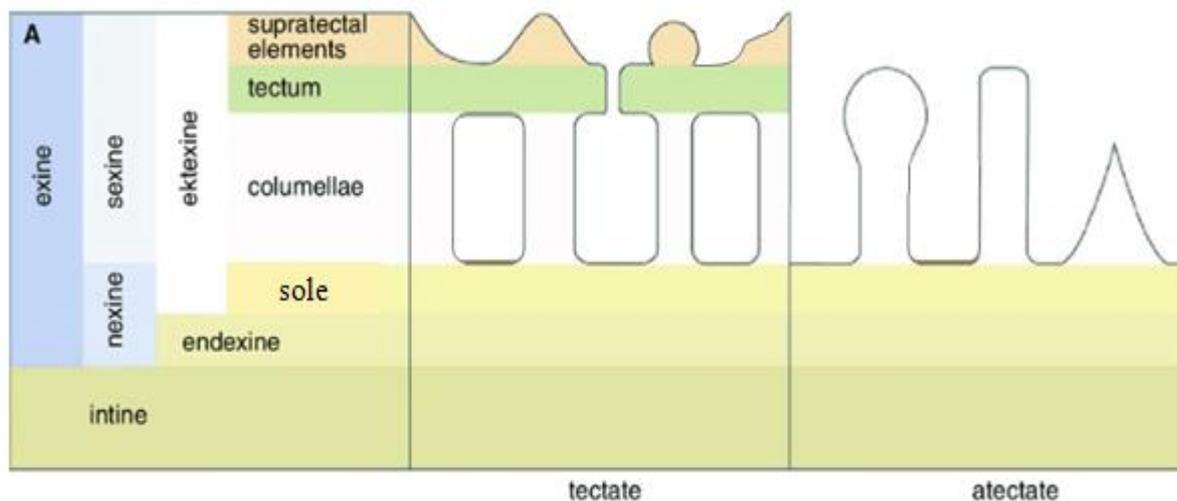


Figure (6) : Stratification de la paroi du grain de pollen [22].

L'intine et l'exine jouent toutes les deux un rôle protecteur, mais seule l'exine est dure et résistante à la corrosion parce qu'elle doit protéger les cellules végétatives et génératrices durant le transfert jusqu'à la surface du stigmate. Plus tard, l'intine protège les cellules spermatiques pendant la germination du pollen [1].

# Chapitre I : Le pollen

---

## Particularités structurales du pollen des Gymnospermes

Chez les Gymnospermes : le grain de pollen contient une petite cellule générative incluse dans la cellule végétative ainsi que deux autres petites cellules prothalliennes aplaties. Beaucoup d'entre elles présentent deux gros ballonnets remplis d'air, formés par un décollement de l'exine, favorisent sa dispersion par le vent [11].

La stratification principale de la paroi pollinique (ectexine, endexine et intine) des Gymnospermes est identique à celle des Angiospermes. La paroi pollinique des Gymnospermes diffère de celle des Angiospermes en deux caractères:

- l'endexine est toujours lamellaire chez les stades polliniques adultes.
- L'infratectum est alvéolé ou granuleux, jamais columellé [22].

Le tectum est présent chez les Cycadophytes, Ginkgophytes et Gnétophytes, mais pas chez toutes les Coniférophytes. Dans certains taxons le tectum est complètement absent (les éléments de sculpture sont situés sur la couche basale) [22].

## IV. Caractères morphologiques du grain de pollen :

Les pollens ont des caractères morphologiques spécifiques ; on peut donc identifier une plante simplement par l'observation de son pollen [25].

### IV.1 Forme :

#### IV.1.1 Assemblage et arrangement :

Lors de la morphogénèse du pollen, après l'étape de méiose, les quatre microspores formées vont soit rester regroupées soit se séparer pour donner des [22] :

- **Monades** : grains de pollen isolés, produits après une séparation complète. C'est le cas majoritaire [22]. (Figure 7A)
- **Dyades** : deux grains de pollen unis produits après une séparation partielle. C'est une combinaison rare [22]. (Figure 7B)
- **Tétrades** : quatre grains de pollen restent agglomérés [22]. (Figure 7C)

## Chapitre I : Le pollen

---

- **Polyades (pollinies) :** la cohérence peut persister entre les grains pour former des pollinies ou des polyades [19]. Le nombre de grains agglomérés est alors un multiple de quatre [26]. (Figure 7D)

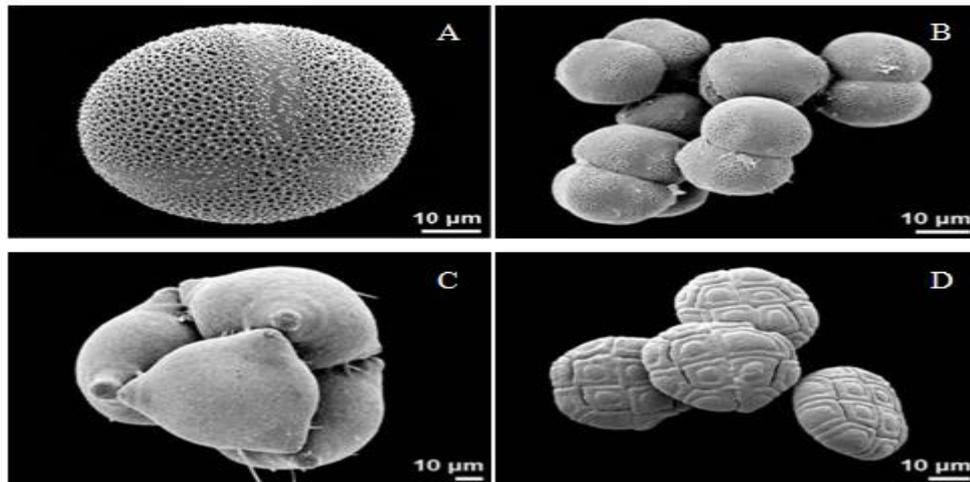


Figure (7) : Assemblage du pollen.

A : Monade ; B : Dyade ; C : Tétrade ; D : Polyade [10].

Les différentes dispositions des tétrades dépendent à la fois, du mode d'apparition des cloisons, appelé aussi cytokinèse qui peut être successive ou simultanée, et du mode de formation de la paroi intersporale [22].

✓ **Mode d'apparition successive des cloisons (cytokinèse successive) :**

La cellule mère du pollen à  $2n$  chromosomes se divise réductionnellement puis les deux cellules issues de cette division se séparent par une cloison [21]. Chacune de ces deux cellules se divise à son tour équationnellement et de part et d'autre de la première cloison, les cellules filles ainsi formées s'isolent par des cloisons qui sont, soit perpendiculaires, soit parallèles à la première cloison formée. Les trois possibilités ainsi offertes réalisent des tétrades dites **planes** [21] (linéaire, tétragonale, en forme de T...) [22, 27]. (Figure 8 respectivement de droite à gauche)

## Chapitre I : Le pollen

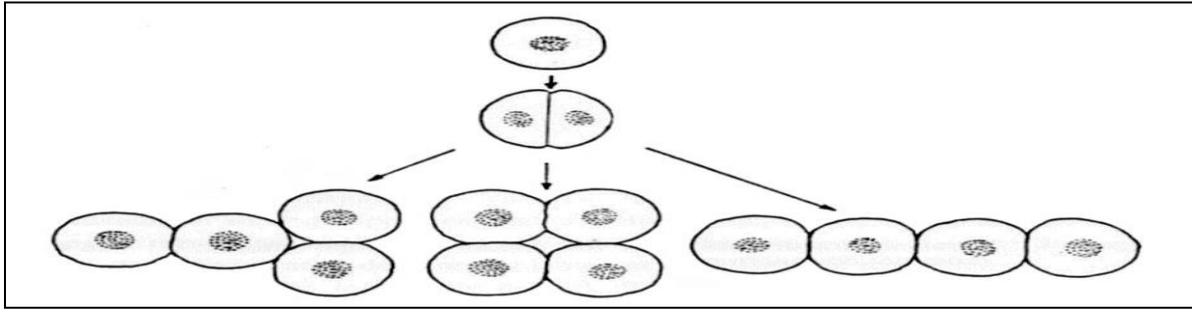


Figure (8) : Mode d'apparitions successives des cloisons au cours de la méiose : formation des tétrades planes [21].

### ✓ Mode d'apparition simultanée des cloisons (cytocinèse simultanée) :

Les deux divisions de la méiose ont lieu sans qu'aucune cloison n'apparaisse. Les quatre noyaux entourés de leur cytoplasme sont contenus dans l'enveloppe de la cellule mère, constituant ainsi un petit cénocyte (cellule multinucléaire) au sein duquel les noyaux se disposent à égale distance les uns des autres, occupant les sommets d'un tétraèdre régulier fictif (trois sur un plan, le quatrième en dehors). C'est à ce moment seulement que les cloisons qui les isoleront apparaissent **simultanément** pour aboutir à la constitution d'une tétrade dite **tétraédrique** [21].(Figure 9)

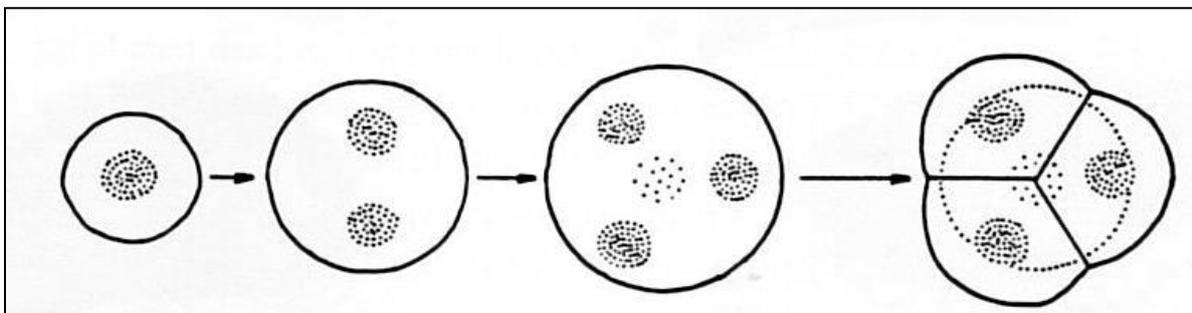


Figure (9) : Mode d'apparition simultanée des cloisons à la fin de la méiose: formation des tétrades tétraédriques [21].

### ✓ Mode de formation de la paroi :

Lors de la microsporogénèse, des parois de callose se forment entre les microspores. Le mode de dépôt de la callose lors de la cytocinèse peut être **centripète** ou **centrifuge**, et la croissance de la callose peut se faire le long des plans de division, ou le long des bordures de la tétrade[12] . (Figure 10)

# Chapitre I : Le pollen

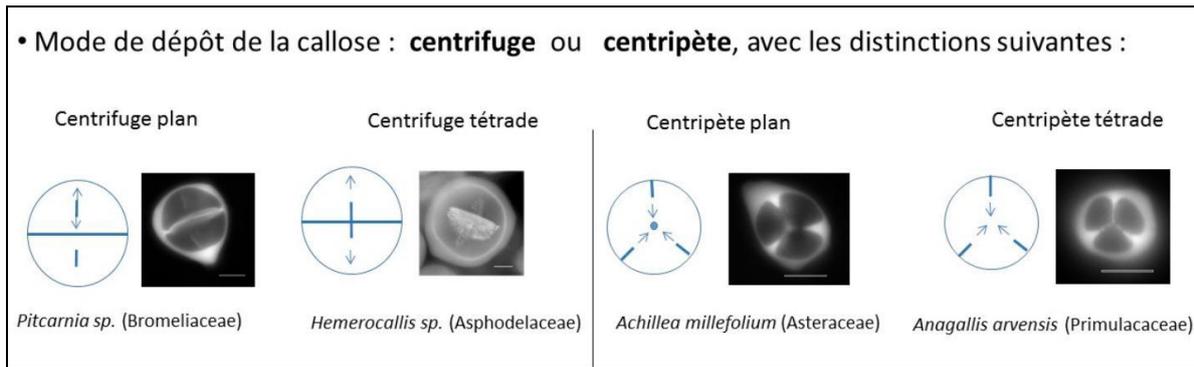


Figure (10) : Modes de dépôt de la paroi [12].

## IV.1.2 Polarité et symétrie :

Tous les caractères du grain de pollen sont orientés par rapport à la position que celui-ci occupait dans la tétrade (Figure11) :

- ✓ le point du grain le plus proche du centre de la tétrade est le **pôle proximal**.
- ✓ le point diamétralement opposé au pôle proximal, est le **pôle distal**.
- ✓ la ligne qui joint les deux pôles est **l'axe polaire**,
- ✓ le plan perpendiculaire à l'axe polaire est le **plan équatorial**.

Ces quatre éléments fondamentaux suffisent à orienter, comme sur un globe terrestre, tous les caractères du grain de pollen [21].

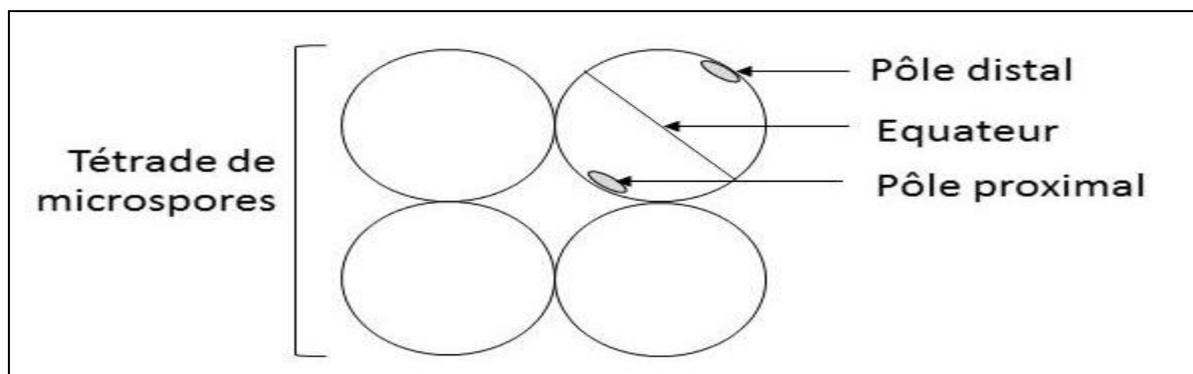


Figure (11) : Position du pôle proximal, de l'équateur et du pôle distal dans une tétrade de microspores [12].

## Chapitre I : Le pollen

La forme du pollen se réfère au **P/E-ratio** : le rapport entre l'axe polaire (P) et l'axe équatorial (E) [22]. (Tableau 1)

- ✓ Si  $(P = E)$ , le pollen est équiaxe et a une forme sphérique.
- ✓ Si  $(P > E)$ , le pollen est longiaxe et a une forme allongée (prolate).
- ✓ Si  $(P < E)$ , le pollen est bréviaxe et a une forme aplatie (oblate) [19, 22].  
(Figure 12)

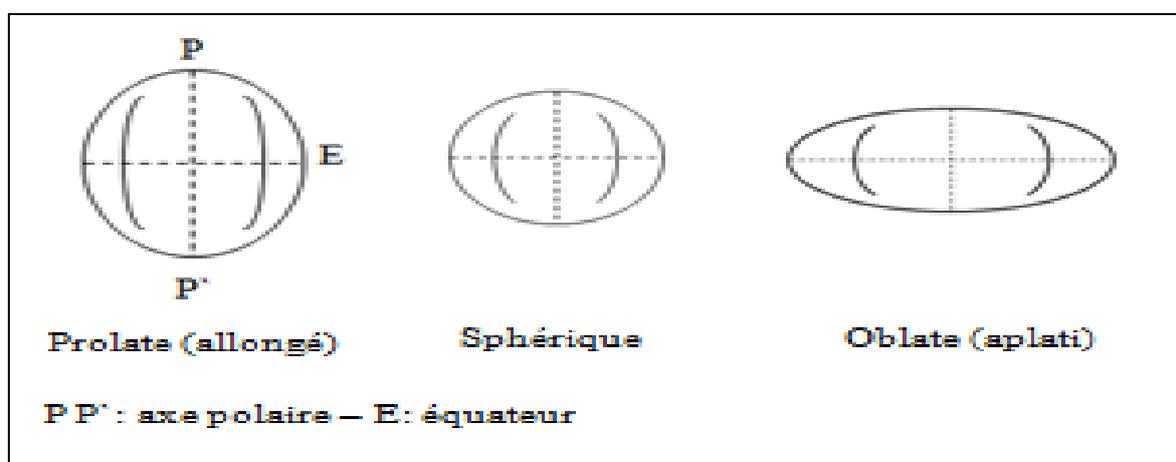


Figure (12) : Formes et symétries du pollen [26].

Tableau (1) : Classes de pollens selon leurs formes déterminés par le P/E-ratio [24].

Shape classes	P/E	100 · P/E
Peroblate .....	$< 4/8$	$< 50$
Oblate .....	$4/8 - 6/8$	$50 - 75$
Subspheroidal.....	$6/8 - 8/6$	$75 - 133$
suboblate .....	$6/8 - 7/8$	$75 - 88$
oblate spheroidal .....	$7/8 - 8/8$	$88 - 100$
prolate spheroidal.....	$8/8 - 8/7$	$100 - 114$
subprolate .....	$8/7 - 8/6$	$114 - 133$
Prolate.....	$8/6 - 8/4$	$133 - 200$
Perprolate .....	$> 8/4$	$> 200$

# Chapitre I : Le pollen

## Un cas particulier : le pollen à ballonnets des Gymnospermes

Ce type pollinique que l'on qualifie parfois de **bi-ailé** ou de **vésiculé** se rencontre chez les Pinacées : les pins, sapins, cèdres, épicéas, ... avec des variations qui permettent de distinguer les genres. Chaque grain de pollen présente un corps de grain limité intérieurement par une endexine, toujours homogène. Les deux ballonnets sont des expansions de l'ectexine résultant d'un décollement entre endexine et ectexine. De l'air occupe cet espace. Ces ballonnets aident ainsi à la sustentation\* du grain de pollen dans l'air et à sa dispersion par le vent [21]. (Figure13)

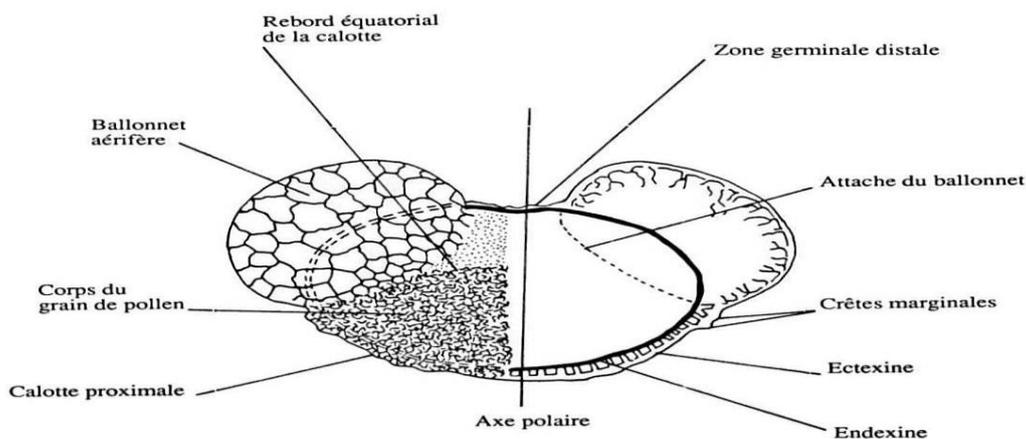


Figure (13) : Schéma de grain de pollen bi-ailé en vue équatoriale [18].

### IV.2 Taille :

Les grains de pollen sont microscopiques. Leur diamètre se mesure en micromètre « microns ». La majorité des grains de pollen mesurent entre **20µm** et **80µm**. Chez certaines espèces de *Myotis* (Boraginaceae) les grains de pollen sont plus petits et font entre **5µm** et **8µm**, chez d'autres espèces notamment de la famille des Cucurbitaceae (concombres et courges, ...) les grains ont un diamètre de **250µm**. Rarement, on peut retrouver des grains de pollen qui mesurent jusqu'à **500µm** [1].

Les classes de taille citées dans le tableau 2 ci-dessous, basées sur la longueur du plus long axe du grain de pollen, ont été suggérées par Erdtman 1945 [24].

\* *Sustentation* : État d'un corps maintenu à faible distance au-dessus d'une surface [28]

# Chapitre I : Le pollen

---

Tableau (2) : Les différentes classes de taille du pollen selon Erdtman 1945 [24].

Classes	Taille en $\mu\text{m}$
Très petit.....	< 10 $\mu\text{m}$
Petit.....	10- 25 $\mu\text{m}$
Moyen.....	25- 50 $\mu\text{m}$
Grand.....	50-100 $\mu\text{m}$
Très grand.....	100-200 $\mu\text{m}$
Gigantesque.....	>200 $\mu\text{m}$

### IV.3 Couleur :

Les grains de pollen peuvent avoir plusieurs couleurs même s'ils sont généralement incolores ou jaunes en fonction de l'espèce. Les pigments présents dans la sporpollénine de l'exine sont principalement des caroténoïdes et vont du jaune clair au jaune foncé et l'orangé, et des flavonoïdes comportant des flavones ou des isoflavones qui vont de l'incolore au jaune, ainsi que les anthocyanes rouges et violettes. La quantité de flavones et d'anthocyanes ainsi que leur localisation déterminent le spectre chromatique visible du pollen par exemple si des flavonoïdes identiques sont présents dans les pollens de deux espèces mais avec des concentrations différentes, ils ne seront pas de la même couleur [1].

Les grains de pollen peuvent contraster avec la couleur des pétales de la fleur ou être de la même couleur [16].

### IV.4 Apertures :

Les apertures ou zones germinatives sont des territoires amincis de la paroi. Ce sont des zones de moindre résistance par où sortira le tube pollinique [25]. Ces apertures permettent également la régulation du volume du grain en fonction de l'humidité ambiante [19].

Le type apertural est un caractère prenant en compte le nombre, la forme, et la disposition des apertures [12].

Le nombre d'apertures peut varier de zéro (pour les pollens inaperturés) à plus d'une centaine, même si la plupart des espèces ont un nombre d'apertures généralement inférieur ou égal à six [12].

## Chapitre I : Le pollen

---

Les ouvertures sont généralement en position : **polaire** (sur le pôle distal), **globale** (sur toute la surface du grain) ou **équatoriale**[24]. L'ouverture lorsqu'elle est unique est toujours polaire distale (Monocotylédones) [18].

Il existe trois formes principales d'ouverture :

- Une ouverture circulaire est appelée **pore** [22].
- Une ouverture allongée est appelée **sillon** ou **colpus** [22].
- Une association entre pore et sillon est appelée **colpore**; les colpores ne sont situés que de façon équatoriale [22].

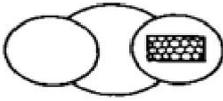
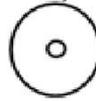
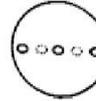
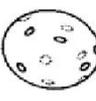
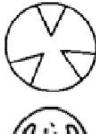
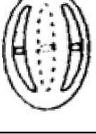
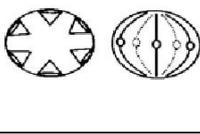
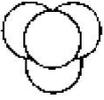
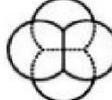
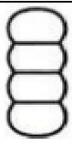
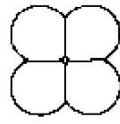
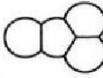
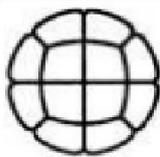
Le nombre d'ouverture équatoriale (pores, sillons, colpores) est indiqué par les préfixes : **di**, **tri**, **tétra**, **penta** ou **hexa** [22]. Un grain de pollen avec plus de trois ouvertures à l'équateur est appelé **stéphanoouverturé** (stéphanoporé, stéphanocolpé, stéphanocolporé) [22].

Lorsque les ouvertures sont distribuées globalement, le grain de pollen est dit **périouverturé** (périporé, péricolpé, péricolporé) [22].

Toutes les différences structurales citées jusqu'ici sont regroupées et illustrées dans le tableau 3 ci-dessous :

# Chapitre I : Le pollen

Tableau (3) : Détermination du type pollinique [19, 26, 29].

<b>Grains de pollen isolés : Monades</b>	Polles inaperturés						
		Pollen inaperturé	Pollen à ballonnet				
	Pollens Porés						
		Monoporé	Diporé	Triporé	Stéphanoporé		Périporé
	Pollens Colpés						
		Monocolpé	Dicolpé	Syncolpé	Tricolpé	Hexacolpé	Péricolpé
	Pollens Colporés						
		Tricolporé		Stéphanocolporé			péricolporé
	<b>Grains de pollen multiples</b>	Dyade					
		Tétrades					
Tétrahédrique			Croisée	Linéaire	Tétragonale	Forme de T	Rhomboidale
Polyade							

# Chapitre I : Le pollen

## IV.5 Sculpture et ornementation :

On donne le nom de **sculpture** à tout ce qui se rapporte aux éléments externes des tectums et aux exines intectées; sans prendre en compte la structure, c'est à dire tous les éléments infratectaux ou intéressant le tectum lui-même [18].

Il existe de nombreux types de parois polliniques. Les éléments ornementaux de l'exine peuvent se trouver sur le dessus du tectum «supratectale». En l'absence de tectum, les éléments ornementaux sont des colonnes variées. Le nombre extraordinaire de motifs et d'ornements que nous voyons, quand nous examinons la surface des grains de pollen au microscope, provient des variations du tectum ou des colonnes apparentes [1].

Ainsi l'exine peut être lisse ou le plus souvent formée d'éléments de sculpture de formes variables : **verrues**, **gemmules** (verrues brièvement pédonculées), **échinules**, **bacules** (éléments isodiamétriques) ou **clavules** (éléments à extrémité distale renflée) [18].(Figure 14)

Structures et sculptures peuvent être identifiées au microscope optique en faisant varier la mise au point et en traversant le grain par un jeu de contraste de lumière [26].

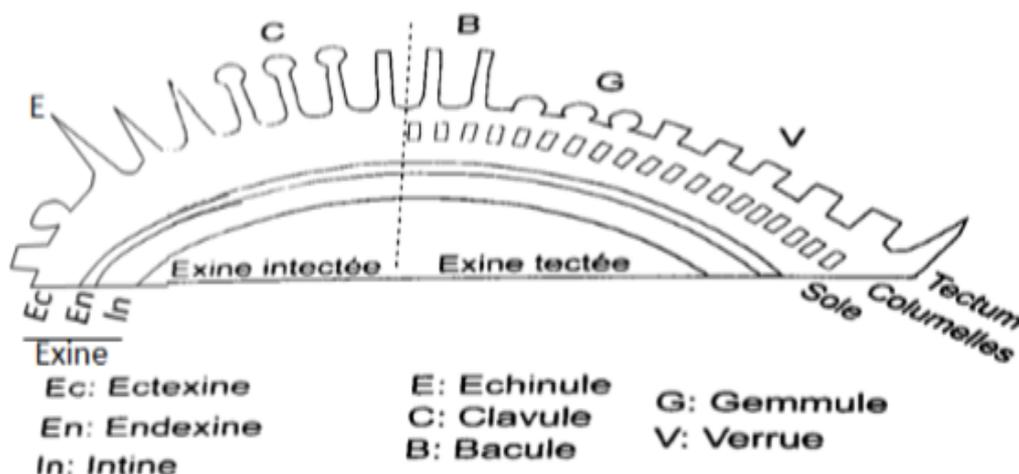


Figure (14) : Ornementations du grain de pollen [26].

### V. Pollinisation :

La pollinisation est le transport naturel ou artificiel du pollen (gamétophyte mâle) de l'étamine jusqu'au stigmate (élément récepteur femelle), juste après sa maturation, pour permettre la fécondation. C'est une étape indispensable à la reproduction sexuées des Gymnospermes et Angiospermes [6].

La pollinisation peut concerner le pollen de la même fleur : **autopollinisation** dans ce cas les fleurs sont dites autogames (Blé, Avoine, Pois...), ou le plus souvent, le pollen d'une autre fleur : on parle **d'allopollinisation ou hétéropollinisation** appelée aussi pollinisation croisée ; les fleurs sont dites alors allogames (Betterave, Carotte, Mais...). Chez les espèces à fleurs cléistogames (qui restent fermées) la pollinisation se fait avec leur propre pollen, ces fleurs sont donc obligatoirement hermaphrodites [6].

Le transport du pollen par des facteurs physiques sont les stratégies de pollinisation les plus anciennes. Ainsi les pollen des Gymnospermes (les premiers pollens apparus dans l'histoire du globe) étaient et sont encore transportés exclusivement par le vent. Par opposition l'évolution des végétaux est allée vers un transport par des agents biologiques (insectes, oiseaux,...) [30].

Il existe différents modes de pollinisation :

- **Anémogamie :**

Du grec « anemos » qui veut dire : vent. Parfois le synonyme anémophilie est employé. C'est la dispersion du pollen par le vent. Pour ce mode de pollinisation, seule une petite proportion du pollen parviendra aux stigmates à féconder, le reste sera perdu. De ce fait, la production du pollen par les plantes anémogames est considérable : un seul chaton (épi de petites fleurs) mâle produit environ 5,5 millions de grains de pollen [30].

- **Entomogamie :**

Du grec : « entomonZoon » qui veut dire animal découpé : insecte. La majorité des animaux transporteurs de pollen sont des insectes surtout Lépidoptères (papillons), Hyménoptères (abeilles, guêpes ...) et diptères (mouches, moucheron) [30].

# Chapitre I : Le pollen

---

## ▪ *Hydrogamie :*

Le pollen est transporté par l'eau, ce phénomène est rare, on ne l'observe que chez certaines plantes aquatiques [30].

- Hydrogamie de surface : appelée aussi épiphydrophilie très proche de l'anémogamie, dans la plupart des cas le pollen glisse sur la surface de l'eau sans être mouillé [30].
- Hydrogamie submergée : parfois dite hypohydrophilie ; très peu d'espèces la pratiquent et toutes appartiennent aux monocotylédones. Le pollen émis dans l'eau est mouillable. Il tombe lentement dans l'élément liquide jusqu'à rencontrer un stigmate. Dans ce cas le pollen a une exine réduite et son contenu cytoplasmique est chargé de globules lipidiques[30].

## ▪ *Zoogamie :*

Du grec « zoon » qui veut dire animal.

Les fleurs attirent les animaux auxquels elles offrent généralement de la nourriture. Quand l'animal visite la fleur, il se souille de pollen ; arrivant sur une autre fleur, il se frotte aux stigmates et y dépose accidentellement du pollen. Dans le comportement animal, le transport du pollen n'est qu'une conséquence accidentelle d'un comportement fondamental, nutritionnel le plus souvent. Parmi les animaux qui sont des agents pollinisateurs : les oiseaux (comme l'oiseau mouche) et les chauves-souris [30].

## ▪ *Pollinisation artificielle :*

Pollinisation manuelle effectuée par l'homme. Elle consiste en un prélèvement de pollen sur le pistil de la fleur mâle qui sera ensuite placé au cœur de la fleur femelle afin qu'une fécondation puisse avoir lieu [31].

## **VI. Composition chimique :**

### **VI.1 Eau :**

La teneur en eau du pollen varie entre 8 et 16 % à l'état frais et 3 et 5 % à l'état sec [32].

# Chapitre I : Le pollen

---

## VI.2 Protéines :

Le taux des protéines est variable d'une espèce de plante à une autre. On estime à 5% la teneur des plantes les moins riches et 40% celle des plus riches soit en moyenne 10 à 40 grammes pour 100 grammes de pollen sec [33].

On retrouve tous les acides aminés dans le pollen mais les plus représentés sont : Proline de 9 à 11,8%, Leucine de 6,7 à 7,5 %, Lysine de 5,9 à 7 % et Valine de 5,5 à 6% [33].

## VI.3 Acides nucléiques :

La concentration en acides ribonucléiques et désoxyribonucléiques est de 0,6 à 12% [34].

## VI.4 Sucres :

Le pollen contient 25 à 42% de glucides totaux [35]. Les sucres les plus fréquemment rencontrés sont : le fructose, le glucose et le saccharose [34].

## VI.5 Acides gras :

La teneur en acides gras est très variable : 8% selon Scott(1962) ,1% selon Ching(1962)[34].

## VI.6 Lipides :

Le pollen contient également des lipides, entre 1 et 10%. On les trouve dans le manteau pollinique et le cytoplasme de la cellule végétative [33].

## VI.7 Vitamines :

Le pollen est aussi riche en vitamines :

### a) vitamines liposolubles :

Vitamine A (rétinol) 1 à 20 % sous forme de caroténoïdes, Vitamine E (tocophérol) 4 à 32%[33].

### b) vitamines hydrosolubles :

Vitamine B1 (thiamine) 0.6 à 1.3%, Vitamine B2 (riboflavine) 0.6 à 2%, Vitamine B3 (acide nicotinamide) 4 à 11%, Vitamine B5 (acide pantothénique) 0.5 à 2%, Vitamine B6

## Chapitre I : Le pollen

---

(pyridoxine), Vitamine B8 (Biotine) 0.05 à 0.07% et Vitamine C (acide ascorbique) 7 à 56% [33].

### VI.8 Sels minéraux :

Le pollen contient plusieurs éléments minéraux : Fer ( 1.1 à 17mg/100g), Calcium ( 20 à 300mg/100g), Zinc ( 3 à 25mg/100g), Sélénium, Cuivre( 0.2 à 1.6 mg/100g) [33].

### VI.9 Polyphénols

Les polyphénols sont des composants du pollen qui contribuent à son pouvoir antioxydant. Ils peuvent être différenciés en flavonoïdes et en acides phénoliques.

La composition est variable en fonction de l'origine botanique, on les retrouve en moyenne entre 3 et 5% [33].

---

*Chapitre II :*  
*Palynologie*

---

## Chapitre II : Palynologie

---

### I. Définitions :

#### ▪ *Palynologie*

La palynologie vient du grec ancien *palunein*, « saupoudrer», et *logos*, « discours »[7].

Le terme palynologie a été inventé après une discussion écrite avec Ernst ANTEVS et A.Orville DAHL dans « the pollen Analysis Circular » par HYDE ET WILLIAMS en 1944[10].

La palynologie est une science qui étudie les grains de pollen mais également tous les microfossiles constitués d'une paroi organique et qui résistent aux processus d'extraction au moyen d'acide puissant et qu'on regroupe sous le terme générique de palynomorphes (spores, algues d'eau douce ou d'eaux marins, dinoflagellées...)[16].

La palynologie est basée sur l'identification et la caractérisation des pollens et des spores dans un but de systématique ou de reconstitution des flores anciennes. Puisqu'elle constitue depuis plusieurs décennies l'une des approches scientifiques les plus utilisées pour connaître les environnements des civilisations passées[36]. Vers cette discipline converge tout un faisceau d'activités scientifiques et pratiques dont les objets sont très variés[21].

#### ▪ *Palynothèque*

Une palynothèque est une collection de pollen préparé sur lames, étiquetées, stockées et classées pour observation microscopique. Issue de prélèvements d'échantillons frais ou non de pollen, cette collection est destinée à faciliter les déterminations spécifiques en palynologie. Elle représente donc une référence dans l'identification des grains de pollen[37, 38].

#### ▪ *Atlas pollinique*

L'Atlas pollinique est une collection photographique des grains de pollen. C'est un outil principalement destiné aux chercheurs effectuant des analyses polliniques. Il permet de mettre en évidence les différents pollens que l'on retrouve dans telle ou telle région. Parmi les Atlas qui ont été réalisés, nous pouvons citer: l'Atlas pollinique européen des pollens allergisants (Charpin et Surinyach, 1974) et le Pollen et spores d'Europe et d'Afrique du Nord (Reille, 1992)[38, 39].

### II. Domaines d'application de la palynologie :

La palynologie est un outil scientifique qui offre ses services à de multiples disciplines, dont :

#### II.1 La botanique :

En botanique, il s'agit d'une approche fondamentale ou de travaux de morphologie pollinique. En effet par l'étude de sa morphologie et ses caractères, le pollen constitue un élément de reconnaissance taxonomique, étant donné que l'évolution générale d'une plante phanérogame peut être mise en rapport avec l'évolution morphologique de son grain de pollen[40].

En effet la structure des grains de pollen fait partie de l'étude morphologique faite parallèlement à l'étude au niveau moléculaire qui a permis aux chercheurs regroupés dans l'Angiosperm Phylogeny Group (APG) de mettre au point la classification des Angiospermes qui est la référence actuelle[41].

#### II.2 La biopalynologie :

La biopalynologie étudie le pollen en tant qu'organe vivant. Elle s'intéresse principalement au rallongement de la durée de vie du pollen, à son degré de vitalité et à son pouvoir reproducteur [42].

Le pollen, suivant les familles végétales, se conserve naturellement au moment de sa libération de l'anthere, seulement quelques heures et, dans certains cas, plus rares, quelques jours[43]. Le stockage à long terme des pollens pourrait permettre de constituer des banques de pollen comme celle entreprise en 1983 au laboratoire de palynologie du Muséum National d'Histoire Naturelle à Paris [38].

L'intérêt des Banques de Pollens (stockage à long terme, au-delà d'un an) est manifeste pour : les ressources génétiques (préservation de la diversité génétique, gestion des ressources, conservation des espèces), l'amélioration des plantes (pollinisation différée, hybridation contrôlée, introduction de gènes intéressants), et l'immuno-allergie (préparation d'extraits allergéniques provenant du pollen pour le diagnostic ou le traitement de désensibilisation du malade)[43]

## Chapitre II : Palynologie

---

### II.3 La méliissopalynologie :

Le terme « **méliissopalynologie** » désigne l'étude des pollens contenus dans le miel. On trouve environ 100 à 5 000 grains de pollens dans un gramme de miel[44]. Elle permet d'identifier les plantes butinées à l'origine de la production du miel, ce qui est d'un grand intérêt dans la détermination des appellations et la détection des fraudes concernant l'étiquetage des produits[31].

L'examen microscopique du miel permet d'en préciser l'origine florale et l'origine géographique. Il permet également de faire des constatations sur l'éventuelle souillure du miel par des particules insolubles ainsi que sur la quantité de levures présentes[31, 45].

Deux types d'analyse pollinique sont proposés par les laboratoires :

- l'analyse pollinique qualitative consiste en l'identification des pollens présents dans l'échantillon afin d'en déterminer globalement la nature : miel de montagne, miel de plaine, miel exotique, etc.
- l'analyse pollinique quantitative consiste en l'identification fine de chaque pollen. C'est une analyse assez longue de par la diversité des pollens rencontrés, de l'ordre de centaine. Le spectre pollinique est le pourcentage de chacun d'entre eux[31].

### II.4 L'aéropalynologie :

De tous les types de particules véhiculées par l'air, le pollen a certainement fait l'objet du plus grand nombre de recherches. C'est plus particulièrement dans le cadre des études concernant les pollinoses que l'aéropalynologie a pris son essor [46].

L'aéropalynologie est, comme l'aérobiologie, interdisciplinaire : elle requiert au moins les savoirs de la botanique, de la météorologie et de la phénologie. Elle trouve ses applications en particulier dans les domaines de la santé (allergies), de l'agriculture (prévision des récoltes), de la foresterie, de la génétique (flux de gènes) et, plus récemment, de la climatologie (changement climatique)[46].

Au cours de ces dernières années, les études aérobiologiques ont connu une évolution spectaculaire due à leurs nombreuses applications. En allergologie, elles ont permis d'étudier les particules biologiques de l'air appelées bioaérosols dont les plus importantes sont les

## Chapitre II : Palynologie

---

grains de pollens. Ces derniers ont fait l'objet de nombreuses études vu leur importance dans la pollinose chez l'homme [47].

L'aéropalynologie est donc une branche de l'aérobiologie qui étudie les grains de pollen et les spores contenues dans l'atmosphère. Leur présence et leur concentration dans l'air sont fortement influencées par les conditions météorologiques. Le climat définit directement ou indirectement la végétation capable de croître dans une région et, par conséquent, la liste des espèces anémogames dont le pollen peut être présent dans l'air. À cette production locale, viennent s'ajouter des pollens transportés par le vent depuis des régions éloignées[47].

Le recueil des grains de pollen contenu dans l'air ambiant présente un grand intérêt pour l'allergologue. Il permet d'établir un calendrier pollinique[48].

La présence de certains pollens est aussi un reflet de l'évolution de l'environnement végétal de nos villes et de nos campagnes : elle permet d'apprécier les conséquences environnementales des actions de l'homme[48].

### **II.5 La pharmacopalynologie :**

La consommation du pollen est une pratique très ancienne. Ces dernières années, en raison des connaissances de plus en plus poussées concernant sa composition, il est présenté comme un aliment qui développerait un large éventail de propriétés nutritionnelles et thérapeutiques [49].

La composition qualitative du pollen est pratiquement constante, par contre sa composition quantitative change selon son origine botanique, ce qui signifie que le pollen de chaque espèce végétale peut avoir des propriétés thérapeutiques spécifiques [38].

Néanmoins, à ce jour, il faut savoir qu'aucun pays n'autorise officiellement d'indiquer une allégation de santé sur ce produit. Par contre, certains pays comme le Brésil, la Pologne ou la Suisse ont commencé à établir des valeurs limites de composition permettant d'assurer la qualité de ce produit [49].

### **II.6 L'archéopalynologie :**

L'archéopalynologie est une branche de l'archéobotanique.

L'archéobotanique regroupe l'ensemble des disciplines qui étudient les restes des végétaux issus de sites archéologiques ou de séquences hors sites répondant à des problématiques archéologiques. Centrée sur les relations entre l'homme et le milieu végétal,

## Chapitre II : Palynologie

---

l'archéobotanique constitue donc elle-même une branche de la paléobotanique, elle-même dévolue à l'histoire de la végétation[50].

L'archéopalynologie, est l'étude du pollen présent dans les sédiments archéologiques. Cette spécialisation repose sur l'identification et la quantification des restes polliniques, ainsi que leur représentation statistique et graphique dans une séquence stratigraphique afin de reconstituer l'environnement végétal d'un site dans le passé [51].

En effet, grâce à sa composition chimique particulière, l'enveloppe des grains de pollen est très résistante à toutes sortes d'altérations. De ce fait, l'analyse pollinique des sédiments et des fossiles peut apporter des renseignements très intéressants sur la flore disparue ainsi que sur l'évolution climatique[16].

### **II.7 L'ethnobotanie :**

L'ethnobotanique est une discipline interprétative et associative qui recherche, utilise, lie et interprète les faits d'interrelation entre les sociétés humaines et les plantes en vue de comprendre et d'expliquer la naissance et le progrès des civilisations, depuis leurs débuts végétaliens jusqu'à l'utilisation et la transformation des végétaux eux-mêmes dans les sociétés primitives ou évoluées [52].

La palynologie y participe grandement, à savoir, l'impact de l'homme sur l'environnement et les espèces végétales (domestication, croisements génétiques, déforestation, etc) ainsi que la place des ressources végétales dans l'économie d'une population (production, alimentation, importance relative des espèces) [32].

### **II.8 La palynologie légale :**

La nature est un grand secours pour l'expert légiste. En effet, le pollen permet à la police scientifique de démêler certaines énigmes restées sans réponse quelles soit anciennes ou contemporaines [53].

Un criminel qui traverse un champ ou un jardin s'accroche souvent à des massifs de fleurs, du pollen ou d'autres éléments végétaux, tous ces indices peuvent aider à prouver la présence du suspect sur les lieux du crime ou dans ses environs. Il est possible d'exploiter de tels indices : l'expert légiste nettoie les habits du suspect au laboratoire par brossage et / ou aspiration, il analysera ensuite tous les matériaux récoltés au microscope il peut ainsi établir la

---

## Chapitre II : Palynologie

---

liste de toutes les graines et pollens qu'il a observés et renseigner la police, la palynologie livre sans pitié ses verdicts lors d'enquêtes policières complexes [53].

### III. Propriétés et valeurs thérapeutiques du pollen :

Le pollen, réputé pour les allergies qu'il provoque chaque année à l'éclosion des fleurs, n'est pas considéré comme un allié en santé humaine. Toutefois il possède une composition nutritionnelle extrêmement riche qui lui confère de nombreuses propriétés [33].

Les propriétés nutritionnelles et les processus métaboliques régulateurs du pollen sont utilisés, entre autres, dans les cas de manque d'appétit des enfants, de retard de développement et de malnutrition des enfants et des adultes. De plus, il est recommandé d'administrer du pollen pendant la période de récupération, après les chirurgies et aux personnes travaillant dur physiquement et mentalement [54].

Le pollen a également été proposé comme complément alimentaire précieux. Des expériences d'alimentation animale ont prouvé que les souris et les rats, nourris avec du pollen, présentaient une teneur plus élevée en vitamine C et en magnésium dans le thymus, le muscle cardiaque et les muscles squelettiques, ainsi qu'une teneur en hémoglobine plus élevée et un plus grand nombre de globules rouges par rapport aux animaux recevant une alimentation standard. De plus, le pollen a également prolongé la durée de vie des animaux de laboratoire [54].

Etant donné qu'il existe des différences entre les pollens selon leur origine botanique, chacun peut donc avoir des propriétés thérapeutiques spécifiques :

#### III.1 Propriété antioxydante :

L'activité antioxydante du pollen réside en son pouvoir de piègeur de radicaux libres et d'inhibiteur de la peroxydation lipidique. Il a été démontré dans de nombreuses études que le pouvoir antioxydant du pollen est en grande partie dû à la présence de composés phénoliques[33].

Aussi, une étude chinoise réalisée sur des rats a montré que le pollen augmente l'action de certaines enzymes anti-oxydantes comme la catalase et la superoxyde dismutase mais cette activité est rapidement perdue lors du séchage de ce pollen[55].

## Chapitre II : Palynologie

---

De grandes variabilités sont observées concernant le contenu en antioxydants et les capacités antioxydantes des pollens de différents échantillons [56].

### III.2 Propriété organoprotectrice et anticarcinogénique:

D'après plusieurs études, le pollen est doté d'un pouvoir organoprotecteur en lien direct avec ses propriétés anti-oxydantes qui lui confère des propriétés cytotoxiques contre plusieurs tumeurs[33].

### III.3 Propriété anti-inflammatoire :

Les flavonoïdes et les caroténoïdes, que contient le pollen, lui confèrent, une activité anti-inflammatoire notable. Il a été démontré que l'activité anti-inflammatoire est due à la modulation de l'expression des gènes pro-inflammatoires comme la COX2 et les cytokines[33], ou en inhibant l'activité des cyclo-oxygénase et lipoxygénase qui sont des enzymes responsables de la transformation de l'acide arachidonique en composés qui augmentent l'inflammation tels que les prostaglandines et les leucotriènes[56].

### III.4 Propriété antibactérienne :

Les bactéries Gram positives se sont montrées plus sensibles au pollen que les Grams négatifs qui demeurent plus résistantes par leur structure chimique plus complexe[33].

Selon certaines études, le pollen possède des activités bactériostatiques et bactéricides sur des souches d'*Escherichia coli*, de *Staphylococcus aureus*, de *Pseudomonas aeruginosa* et d'autres micro-organismes pathogènes[55].

### III.5 Propriété cardio-protectrice :

Des études pharmacologiques menées sur des rats et des lapins ont montré que le pollen présente une activité hypolipidémique grâce à sa richesse en phytostérols. D'autres études similaires sur des patients ont confirmé que le pollen fait baisser la concentration des substances lipidiques dans le sang, donc il a été utilisé avec succès dans le traitement de l'athérosclérose et de la cholestérolémie[33, 56].

### III.6 Propriété antiasthénique et fortifiante :

Le pollen peut être administré pendant les périodes à haute demande nutritive et énergétique comme la gestation, l'allaitement ou encore la convalescence [57, 58]. Il peut pallier à des carences en acides aminés, vitamines et autres nutriments qu'il contient [58].

De plus, le pollen est un excellent complément alimentaire pour lutter contre une anémie ferriprive, un retard de croissance ou dans un état de sarcopénie (diminution de la masse, de la force et de la qualité musculaire survenant chez les personnes âgées[59]). Il améliorera d'une part l'absorption des minéraux, réduira les phénomènes inflammatoires et stimulera d'autre part la synthèse protéique conduisant à une reprise des activités cellulaires bénéfiques expliquant le rôle de fortifiant en favorisant la prise de poids du patient [33].

### III.7 Propriété immunostimulante :

Agissant comme une barrière protectrice le pollen stimule le système immunitaire par l'influence combinée notamment des vitamines A, E, du sélénium et du cuivre qu'il contient[57]. Il améliore les performances physiques et intellectuelles et renforce le terrain dans la lutte contre les agresseurs. Chez l'homme, il a fait ses preuves comme défenseur contre la grippe saisonnière [58]. Faire une cure de pollen en période hivernale permet de mieux lutter contre les bactéries et les virus [57].

### III.8 Propriété antiallergique :

Contrairement à ce que l'on pourrait penser, certains pollens possèdent une activité antiallergique. Il est important de rappeler qu'il y a une différence entre le pollen de l'air et celui rapporté à la ruche par les abeilles. En effet beaucoup de pollens anémophiles, transportés par le vent, sont allergisants. Les pollens entomophiles quant à eux sont récoltés et transformés par l'abeille et la plupart d'entre eux ne possèdent pas de pouvoir allergisant [33].

Chez les souris, des injections d'extraits de pollen ont montrées une inhibition de l'œdème et de la migration des leucocytes dans le liquide broncho-alvéolaire, une baisse de la production d'immunoglobuline et une protection partielle au choc anaphylactique. De même, des administrations orales de pollen réduisent de manière significative l'activation des mastocytes cutanés[58].

## Chapitre II : Palynologie

---

### III.9 Propriété digestive :

Grâce à sa teneur en ferments lactiques et en fibres, le pollen a un pouvoir non négligeable dans la régulation du transit intestinal et le traitement des pathologies digestives[33].

Le pollen favorise également la reconstitution de la flore intestinale lorsqu'elle est déficiente[57]. La flore qu'apporte ce pollen est même capable de lutter contre une flore indésirable colonisant les intestins et étant à l'origine de troubles chroniques du transit [33].

### III.10 Propriété anti-âge :

Grâce à la présence de provitamine A, de vitamine E, de vitamine C, de sélénium et de flavonoïdes le pollen protège l'organisme des radicaux libres, ces molécules réactives qui agressent nos cellules en permanence et les font vieillir. L'usage du pollen sera particulièrement indiqué en cosmétologie dans la prévention des atteintes de l'épiderme par ces destructeurs cellulaires[57].

Une cure de pollen est d'ailleurs capable d'inhiber considérablement la synthèse de lipofuscine dans les organes de sujets âgés. En effet, ce pigment cellulaire apparaissant chez les sujets âgés et provenant du vieillissement des lysosomes est à l'origine de l'apparition de taches brunes, autrement appelées taches de vieillesse[33].

---

*Chapitre III :*  
*Caractères*  
*palynologiques des*  
*principales familles de*  
*la flore de Tlemcen*

---

### Introduction :

Le pollen présente une très grande diversité morphologique. Chaque forme de pollen peut correspondre à une famille, un genre et parfois même à une espèce. C'est pourquoi nous avons consacré ce chapitre à une revue de la littérature de la description microscopique des grains de pollen de plusieurs familles. Nous avons ciblé les familles qui regroupent les espèces de plantes cosmopolites dans notre région d'étude (Tlemcen).

### I. Pollen des Gymnospermes :

Le terme Gymnospermes vient du grec *gymnos*, qui signifie « nu », et *sperma*, « semence » ou « graine ». On qualifie donc également ce groupe de « plantes à graines nues ». Les Gymnospermes, autrefois plus diversifiées, ne représentent aujourd'hui qu'une infime partie des Spermatophytes en termes d'espèces : on dénombre environ 1 000 espèces actuelles, réparties en douze familles [60].

Les Gymnospermes comprennent 4 divisions : les Cycadophytes, Ginkgophytes, Coniférophytes et Gnetophytes. Dont le groupe prédominant actuellement est celui des Coniférophytes [10].

Les Gymnospermes produisent différents types polliniques originaux et qui marquent bien la singularité de ce groupe. Deux d'entre eux sont particulièrement caractéristiques : le type bi-ailé (pollen vésiculé des Conifères) et le type polyplicaturé (pollen à crêtes des Gnéthophytes) [61].

La principale stratification (ectexine endexine et intine) de la paroi pollinique des Gymnospermes est identique à celle des Angiospermes. Cependant, cette paroi diffère de celle des Angiospermes en deux caractères [10] :

1. L'endexine est toujours lamellaire aux stades polliniques matures.
2. L'infrectum n'est jamais columellé. Il est alvéolé ou granuleux.

Un tectum est présent chez toutes les Cycadales, Ginkgoales et Gnetales, mais pas chez tous les Conifères (Pinales) : dans certains taxons le tectum est complètement absent.

Les quatre classes de Gymnospermes présentent des constructions diverses et spéciales des apertures [10].

Parmi les Coniférophytes (Gymnospermes prédominantes actuellement) deux familles sont principalement présentes dans notre flore il s'agit des Cupressaceae et des Pinaceae.

### **I.1 Pollen des Cupressaceae :**

La famille des Cupressaceae est une famille qui comprend environ 20 genres et 120 espèces [62].

Les grains de pollen des Cupressaceae sont morphologiquement uniformes, généralement sphériques et font de 15 à 36  $\mu\text{m}$  de diamètre comportant une exine mince (0,3 à 0,9  $\mu\text{m}$ ) doublée d'une intine épaisse (environ 10  $\mu\text{m}$ ) [62].

Les pollens de Cupressaceae présentent soit une seule ouverture (pore situé au pôle distal) parfois réduite à un amincissement annulaire, soit sont parfaitement inaperturé (Cyprès, Thuya et certains Genevriers) [62].

### **I.2 Pollen des Pinaceae :**

La famille des Pinaceae, ou Abiétacées, est une famille qui compte environ 220-250 espèces réparties en 11 genres. Ce sont des arbres ou des arbustes, des régions tempérées, à feuilles persistantes en aiguille ou en écailles ou caduques [31].

Les grains de pollen des Pinaceae, sphériques, ont deux ballonnets latéraux dans presque tous les genres, exceptés chez certains *Tsuga* où ils sont réduits à des bourrelets, et chez les *Larix* et *Pseudotsuga*, où ils sont absents [63].

## **II. Pollen des Angiospermes :**

Les Angiospermes sont le groupe de plantes terrestres le plus diversifié à l'heure actuelle. Ce clade comprend environ 265 000 espèces, qui ont toutes en commun le fait de produire des fleurs et des fruits. Les Angiospermes sont cosmopolites, et ont colonisé tous types de milieux [12].

Les Angiospermes sont très variées du point de vue de la morphologie, le pollen n'échappe pas à ce constat [12]. Cette diversité peut être distinguée par la taille, la forme, la symétrie, le type apertural, l'ornementation et la stratification de l'exine des grains de pollen [25].

La classification APG 2 (Angiosperm Phylogeny Group), comporte une petite révolution : elle supprime la division des Angiospermes en Monocotylédones et Dicotylédones pour diviser les plantes à fleurs selon le type apertural du grain de pollen en deux grands groupes : les Eudicotylédones et les Monocots. Chez les Eudicotylédones, le

grain de pollen présente trois ouvertures (pollen tri-aperturé) ; tandis que les Monocots sont mono-aperturés (le grain de pollen n'a qu'une seule ouverture) [64].

### **II.1 Pollen des Monocots**

Les Monocots sont des plantes qui constituent l'un des deux grands groupes de végétaux phanérogames Angiospermes [65].

Le grain de pollen des Monocots possédant généralement une seule ouverture, sous forme d'un sillon ou sulcus. Le pollen monoporé caractéristique des Poales, est défini par un pore unique ou ulcus [66, 67].

La taille du pollen des Monocots est un peu variable, mais se situe généralement aux environs de 50µm de diamètre [66].

#### **• Pollen des Poaceae**

Les Poaceae (autrefois appelées Graminées) forment une importante famille botanique. Elles tirent leur nom actuel du genre *Poa* (les pâturins). On y regroupe près de 12000 espèces réparties en plus de 700 genres. C'est une famille cosmopolite qui présente un intérêt économique majeur, assurant une grande partie de la nourriture de l'humanité [31].

Une étude détaillée du pollen des Poaceae au Portugal montre que tous les grains de pollen étudiés étaient en monades, avec une seule ouverture de type pore : monoporé, comportant un anneau et un opercule. Leur forme en vue polaire est circulaire, sub-circulaire à ovale. La plupart des espèces présentaient un pollen de petite taille, à l'exception d'*Agrostis stolonifera* (très petite taille), *Brachypodium sylvaticum* (taille moyenne) et *Zea mays* (grande taille) [68].

Bien que la majorité des espèces de Poaceae présentent des grains de pollen monoporés et sphéroïdaux, certaines espèces présentent des grains de pollen diporés (deux pores et parfois plus) [69].

### **II.2 Pollen des Eudicots**

Les Eudicots sont des plantes qui constituent le second grand groupe de végétaux phanérogames Angiospermes avec les Monocots [12].

Il apparaît que le pollen tricolpé (pollen avec trois ouvertures équatoriales en forme de sillons) est une synapomorphie du clade des Eudicotylédones. De manière générale, et d'après les études faites nous voyons que la majorité des espèces d'Eudicotylédones produisent un pollen à trois ouvertures, en forme de sillon (colpus) ou de sillon possédant un pore en son centre (colporus). Il existe certes des variations mais elles ne concernent jamais de grand clade (on peut voir ponctuellement une augmentation ou, plus rarement, une diminution du nombre d'ouvertures) [12].

### **II.2.1 Pollen des Rosaceae :**

Les Rosaceae constituent une grande famille contenant quatre sous-familles (Maloideae, Prunoideae, Rosoideae, Spiraeoideae), environ 20 tribus et environ 100 genres [70].

L'étude en microscopie optique et électronique du pollen des genres représentant toutes les tribus de Rosaceae révèle une variété de formes et d'ornementations. Les pollens de tous les genres étudiés sont des monades isopolaires, radialement symétriques [70], de taille qui varie de petit (16  $\mu\text{m}$ ) à moyen (51  $\mu\text{m}$ ) [71], et de forme de prolate à oblate en vue équatoriale [71] et de circulaire à semi-angulaire en vue polaire [72].

Dans la plupart des genres les grains sont tricolporés [70], bien que l'on puisse trouver des grains diporés et stéphanocolporés et qui sont considérés comme des variations normales [70, 72]. Les pores de nombreuses espèces peuvent être soit sous-développés ou peu développés, ce qui se traduit par un pollen tricolpé [71]. De plus, de nombreux genres possèdent un opercule fusiforme sur l'ouverture [70, 71].

Les éléments de sculptures de la surface sont les caractéristiques les plus distinctives du pollen de cette famille [71]. Il existe six types principaux de pollen selon l'ornementation : strié et macroporé ; strié et microporé ; tuberculé et perforé ; microverruqueux ; verruqueux et enfin perforé sans sculptures supratectaux [70].

### **II.2.2 Pollen des Fabaceae :**

Les Fabaceae se situent, chez les Angiospermes, comme la troisième plus grande famille après les Asteraceae et les Orchidaceae, avec environ 650 genres et 13500 espèces [73]. Cette famille est subdivisée en trois sous famille : « Caesalpinioideae, Mimosoideae et Papilionoideae  $\equiv$  Faboideae » [74].

Les grains de pollen des **Mimosoideae** peuvent être isolés en monades, ou groupés en : tétrade ou polyade de 8, 16, 20, 24, 28 ou 32 grains avec une taille variant de petit à très grand. Leur exine est généralement verruquée ou microverruquée et leur type apertural peut être soit: poré, colpé ou colporé [75, 76].

Le pollen des **Faboideae** est généralement operculé [77], tricolporé, de forme prolate, subprolate et prolate-sphéroïde, et de taille allant de 23,4 à 42,6  $\mu\text{m}$  à l'axe polaire et de 14,3 à 36,4  $\mu\text{m}$  à l'axe équatorial [77, 78]. L'exine présente différents types de motifs d'ornementation (perforé, microréticulé, réticulé ou rugueux avec des perforations) [79].

Les grains de pollen des **Caesalpinioideae** sont radialement symétriques en général, de taille petite à moyenne, de forme sphérique à prolate, tricolporés, et à exine réticulée-rugulée, perforée ou souvent striées [80, 81].

#### **II.2.3 Pollen des Malvaceae**

Les Malvacées sont une famille cosmopolite dans les régions tropicales. Cette famille comprend environ 1000 espèces réparties en plus de 100 genres [31, 82].

La taille du pollen des Malvacées varie considérablement entre les taxons allant de 37 $\mu\text{m}$  à 130 $\mu\text{m}$  [82]. Généralement de forme sphéroïdale ou globulaire, ces pollens sont colporés ou poreux avec une sculpture échinée. Les épines sont toujours réparties uniformément sur la surface du grain et varient en longueur, forme et densité, ces variations peuvent se produire non seulement entre les genres mais aussi entre les espèces du même genre [82].

Les épines sont coniques avec des côtés droits dans la plupart des taxons parfois elles sont courbes ou tordues. Ces épines sont généralement effilées en une pointe acuminée ou pointue ; plus rarement elles sont à apex émoussé ou arrondi [82].

#### **II.2.4 Pollen des Brassicaceae :**

Les Brassicaceae (Cruciferae), famille d'Angiospermes, comprenant environ 350 genres et plus de 3 600 espèces, à plantes cosmopolites présentes principalement dans les régions tempérées et méditerranéennes [83], dont l'Algérie où on rencontre communément plusieurs espèces telles que : *Sinapis pubescens*, *Alliaria petiolata*, *Capsella bursa-pastoris* [84].

Les grains de pollen des Brassicacées sont généralement isopolaires à symétrie radiale, de taille petite (14,5)  $\mu\text{m}$  à moyenne (39,5)  $\mu\text{m}$  [85]. Leur forme varie de prolate-sphéroïde, subprolate à prolate, rarement oblate-sphéroïde [85, 86]. Généralement tricolpé, ces pollens peuvent être plus rarement tétra ou octacolpés [85]. Leurs sillons sont généralement plus larges à l'équateur et se rétrécissent progressivement vers les pôles [83]. L'ornementation des espèces étudiées de Brassicaceae est réticulée ou réticulé-rugulée [83, 85].

### **II.2.5 Pollen des Lamiaceae :**

Les Lamiacées, familles d'Angiospermes, comprenant environ 240 genres et plus de 7 000 espèces répartis dans le monde et bien représentées dans le bassin méditerranéen [87], et en Algérie où on rencontre communément plusieurs espèces dont : *Rosmarinus officinalis* et *Lamium bifidum*.

A partir des études en microscopie optique et électronique par balayage les auteurs décrivent et illustrent la morphologie du pollen de plusieurs espèces appartenant aux différents genres de Lamiaceae [88]. La morphologie du pollen de cette famille montre des variations considérables, le point commun cité est que ce pollen est libéré sous forme de monades [88, 89]. Ces variations sont observées au niveau de la taille ; qui varie de petit (10  $\mu\text{m}$ ) à grand (100  $\mu\text{m}$ ) [87, 89] ; de la forme (prolate-sphéroïdale, subprolate à prolate) [88, 89] et du type apertural. En effet le pollen des Lamiaceae est généralement tricolpé (sous-famille Lamioideae) ou hexascolpé (sous-famille Nepetoideae) [89], mais peut être plus rarement tétrascolpé, heptascolpé et octascolpé [87]. De plus, plusieurs types d'ornementation ont été distingués : réticulé (microréticulé, biréticulé, mégaréticulé), perforé ou granulé [88, 90]. Ces études suggèrent que les caractères morphologiques considérablement diversifiés du pollen pourraient servir d'outil pour l'étude systématique des genres de la famille des Lamiacées [90].

### **II.2.6 Pollen des Oleaceae**

La famille des Oleaceae est une famille de plantes dicotylédones qui comprend 900 espèces réparties en 25 à 26 genres. Ce sont des arbres et des arbustes ou parfois des lianes, à feuilles entières opposées [31]. Dans la flore Algérienne, on trouve couramment l'olivier : *Olea europea* et le frêne à feuilles étroites : *Fraxinus angustifolia* [91].

Les grains de pollen des Oleaceae sont sphéroïdaux, oblates ou prolates, de taille variable allant de 12 jusqu'à 65  $\mu\text{m}$ . En vue polaire, la majorité sont tricolpés ou tricolporés

tandis qu'une minorité est tétra ou di colpée [24, 92]. L'ornementation est réticulée; avec un grand réticulum ou un réticulum fin en fonction de la taille du pollen[92].

#### **II.2.7 Pollen des Apiaceae**

Les Apiaceae ou Umbellifères, comprenant 434 genres et environ 3700 espèces, est une famille de plantes aromatiques ; de nombreux légumes et de nombreuses espèces médicinales [93, 94]. En Algérie, il existe plusieurs espèces appartenant à cette famille telles que : *Bupleurum spinosum* Gouan, *Daucus carota* (carotte), *Eryngium tricuspdatum* L, *Foeniculum vulgare* (fenouil)...[91].

Les grains de pollen des Apiaceae sont libérés sous forme de monades tricolporés, de forme prolate ou subréctangulaire, de taille petite à moyenne et à exine perforée ou rugulée [95, 96].

#### **II.2.8 Pollen des Asteraceae**

La famille des Asteraceae ou Composées représente actuellement la famille d'Angiospermes la plus importante en nombre d'espèces. Elle comprend environ 23 500 espèces réparties en 1 600 genres. C'est une famille cosmopolite que l'on retrouve à travers le monde entier à l'exception de l'antarctique [31].

Les pollens des Asteraceae sont généralement sphéroïdaux oblates ou prolates [97]. Leur taille est généralement petite à moyenne mais parfois grande dépassant les 100µm [97-99]. Le type apertural commun à cette famille est le type tricolporé parfois tricolpés, acolpés, polyporés ou polycolpés. Tous ont une ornementation de type échiné avec des épines sont généralement courtes à parois minces dont les études ont montré des variations d'une espèce à l'autre[97, 99]. Certaines espèces (Liguliflores) sont fenestrées (présentant un réseau en motif de crête, formé par l'exine externe entourant les lacunes ou dépressions en forme de fenêtre)[22, 100].

---

*Deuxième partie :*

*Partie*

*expérimentale*

---

---

# *Matériels et méthodes*

---

## I. Matériels:

### *Petits matériels :*

- Microscope optique (LIIOOA, Zeiss).
- Loupe binoculaire
- Pince
- Aiguille lancéolée
- Lames en verre
- Lamelles porte objet

### *Réactifs et colorants :*

- Eau distillée
- Alcool absolu
- Fuchsine de Zhiel (annexe 1)
- Vert de Méthyle (annexe 1)
- Glycérine
- Eukitt
- Huile d'immersion

### *Matériel végétal :*

Pollen de 38 espèces végétales de la région de Tlemcen :

- *Acacia dealbata*
- *Asphodelus microcarpus*
- *Avena sterilis*
- *Calendula officinalis*
- *Carduus tenuiflorus*
- *Catananche caerulea*
- *Cercis siliquastrum*
- *Chamaerops humilis*
- *Citrus aurantium*

## Matériels et Méthodes

---

- *Convolvulus althaeoides*
- *Coriandrum sativum*
- *Cotula* sp
- *Cupressus sempervirens*
- *Daucus carota*
- *Diplotaxis eruroides*
- *Echium vulgare*
- *Eruca sativa*
- *Genista hispanica*
- *Hibiscus rosa-sinensis*
- *Iris latifolia*
- *Jasminum mesnyi*
- *Lamium bifidum*
- *Malope malacoides*
- *Malva sylvestris*
- *Olea europaea*
- *Oxalis corniculata*
- *Papaver rhoeas*
- *Phlomis herba venti*
- *Pinus halpensis*
- *Plantago major*
- *Prunus cerasifera*
- *Prunus dulcis*
- *Punica Granadum*
- *Rosmarinus officinalis*
- *Sinapis arvensis*
- *Thapsia garganica*
- *Thymus algeriensis*
- *Triticum* sp

### II. Méthode :

Notre travail consiste en une étude palynologique de quelques espèces végétales de la région de Tlemcen avec la réalisation d'un Atlas photographique ainsi que d'une palynothèque.

Cette étude consiste à observer sous microscope optique les grains de pollen de différentes espèces de la région de Tlemcen. L'observation est faite d'abord à l'état frais (sans traitement) puis après coloration à la fuchsine de Ziehl.

Les observations sont décrites et photographiées afin d'élaborer une monographie pour le pollen de chaque espèce et les lames sont fixées pour conservation.

Le mode opératoire est le même pour l'ensemble des espèces végétales récoltées. Il se déroule en plusieurs étapes :

#### ➤ Récolte des échantillons :

Récolte d'espèces cosmopolites de la région de Tlemcen ; qui est limitée géographiquement au nord par la mer Méditerranée, à l'ouest par le Royaume du Maroc, au nord-est et à l'est par les wilayas de Ain-Témouchent et de Sidi Bel-Abbès, et au sud par la wilaya de Naâma.

La récolte se fait évidemment en période de floraison, quand le pollen est mûr (les observations sont refaites après quelques temps si la maturité n'est pas atteinte).

L'identité de chaque échantillon (genre et espèce) est vérifiée minutieusement après chaque récolte à l'aide d'outils d'identification électronique (IAO) et des ouvrages de référence comme la flore d'Algérie [91] et l'encyclopédie Botanica [101].

Les échantillons ont été récoltés le jour même ou au maximum la veille au soir de la manipulation pour un travail sur échantillons frais.

Ceci dit, face au problème de confinement auquel nous avons été confronté, et suite à une recherche approfondie, nous avons trouvé plusieurs études qui travaillent sur du pollen à partir de plantes séchées ou herbiers citons : L'investigation palynologique du Cénozoïque de J-P SUC & all, 2004 [102], Palynologie Camerounaise, de SALARD- CHEBOLDAEFF, 1980 [103] et ERDTMAN, 1969 qui décrit la préparation du pollen par méthode d'acétolyse à partir de spécimen d'herbier [98].

---

## Matériels et Méthodes

---

Suite à cela nous avons donc été amené à sécher nos échantillons ; dont la période de floraison se situe entre la mi- Mars et Juillet ; afin de pouvoir les utiliser et ne pas rater leurs périodes de floraison.

### ➤ Préparation des lames :

Avant la manipulation, il faut un bon nettoyage de la paillasse ainsi que des pinces et des lames avec de l'alcool pour éviter tout type de contamination.

A l'aide d'une pince, prélever l'étamine de la fleur pour les Angiospermes ou l'écaille staminale pour les Gymnospermes (prélever sous la loupe si l'échantillon est trop petit) et la placer sur une lame pour en extraire le pollen (voir photos a et b figure 15).

Triturer l'anthère ou le sac pollinique à l'aide d'une aiguille lancéolée pour libérer les grains de pollen puis éliminer les restes des sacs polliniques (voir photo c).

Pour les échantillons secs, il est recommandé de tapoter les fleurs sur la lame ou d'écraser quelques anthères. Si le pollen ne peut être extrait de cette façon, alors retirer quelques anthères et les placer sur une lame puis les humidifier avec de l'alcool, suivi d'une goutte d'eau ; et chauffer légèrement sans atteindre l'ébullition. Le pollen peut alors être extrait et l'eau est ensuite retirée avec du coton ou du papier filtre[98].

### ➤ Observation directe (à l'état frais ou sec) :

Déposer une lamelle directement sur le pollen et observer sous microscope optique d'abord au grossissement  $10 \times 10$  pour sélectionner un champ puis au  $10 \times 40$ . Après ajout d'une goutte d'huile d'immersion passer au grossissement  $10 \times 100$ .

### ➤ Coloration des lames: méthode de WODEHOUSE :

- Sur le pollen préparé sur lame, ajouter quelques gouttes d'alcool (voir photo e).
- Laisser sécher, cela permet une fixation du pollen sur la lame.
- L'alcool s'étale en s'évaporant et laisse les substances huileuses et résineuses du pollen se déposer dans un anneau autour de la préparation. L'anneau huileux est essuyé avec du coton imbibé d'alcool.
- Répéter le lavage à l'alcool et évaporation 2 à 4 fois, suivant l'état du pollen (certains nécessitent encore plus de lavage pour un bon dégraissage).
- Déposer une goutte de colorant (fuchsine de Ziehl) pour mettre en évidence les détails de structure externe (voir photo f).

## Matériels et Méthodes

---

Si le contraste ne montre pas bien le relief de la paroi pollinique nous préparons en plus une lame colorée au Vert de Méthyle : Mêmes étapes de préparation ci-dessus, colorant utilisé : Vert de Méthyle.

- Rincer la lame à l'alcool une dernière fois pour éliminer l'excès de colorant (voir photo g).
- Ajouter la glycérine.
- Déposer la lamelle (voir photo i)

### ➤ Observation des lames colorées :

Observer les lames préparées selon la méthode de WODEHOUSE (voir photo j) sous microscope optique aux grossissements  $G10\times10$  puis  $G10\times40$ .

Les meilleures observations sont reprises au grossissement  $G10\times100$  (avec huile d'immersion) (voir photo k).

Les lames sont donc observées, prises en photos et décrites sous formes de fiches.

Il faut noter que dans la préparation microscopique du pollen, quelques "vues" particulières sont utiles à la description, nous insistons donc à les chercher pendant l'observation :

- "vue polaire", qui est soit distale soit proximale, dans laquelle l'œil de l'observateur se situe dans le prolongement de l'axe polaire. Cette "vue" permet de juger de la forme et des dimensions du contour équatorial.
- "vues équatoriales", dans lesquelles l'œil de l'observateur se situe quelque part dans le prolongement du plan équatorial, et par mise au point au niveau de l'axe polaire (coupe optique méridienne), il peut apprécier la forme et les dimensions des différents contours méridiens[21].

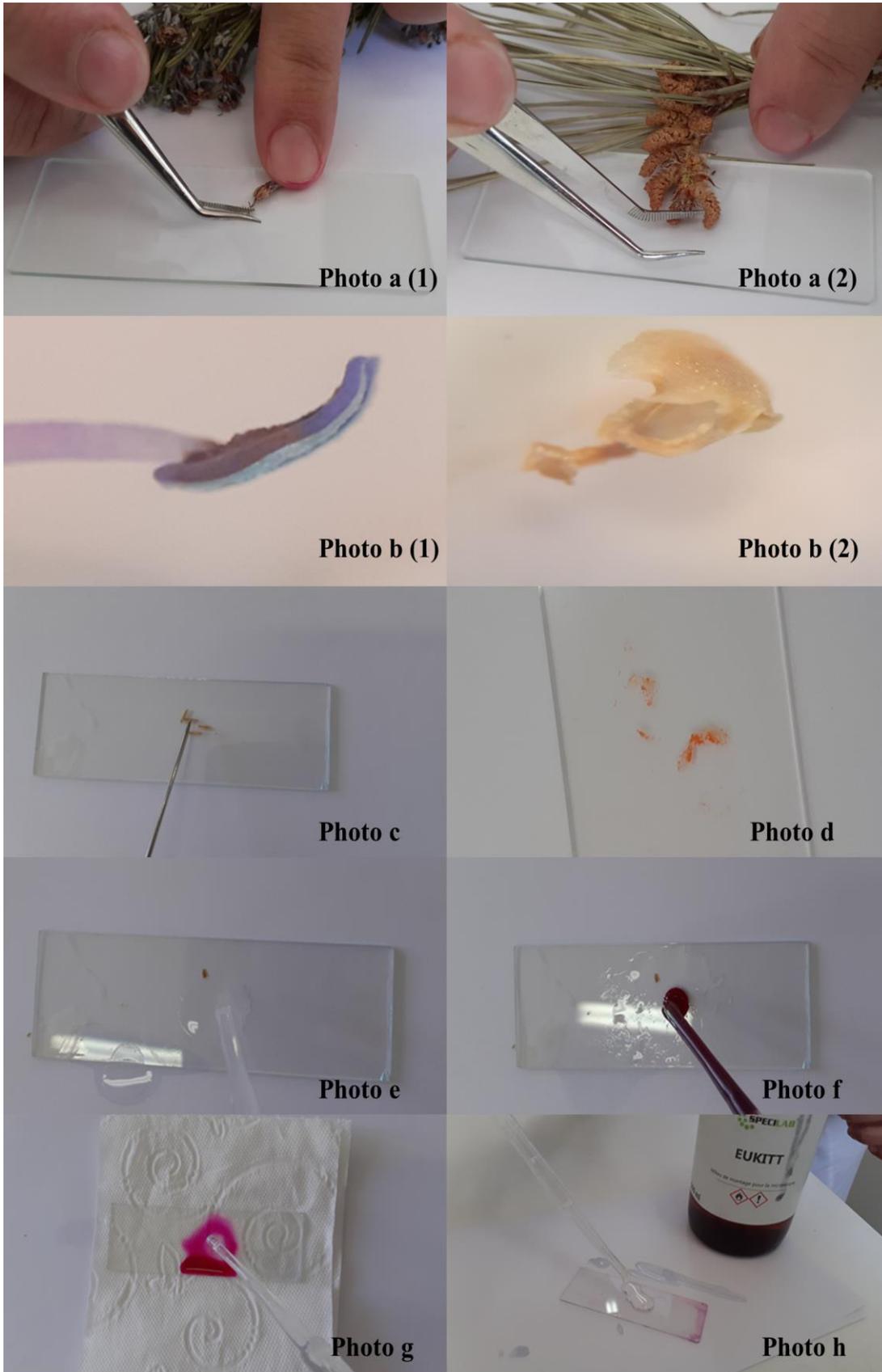
### ➤ Conservation des lames colorées :

Pour la conservation des lames, nous les préparons et colorons de la même manière citée ; Ensuite :

- Mettre une goutte d'Eukitt sur les lames une fois colorées à la place de la glycérine (voir photo h)
- Déposer la lamelle.
- Lutter au vernis.

## Matériels et Méthodes

- Etiqueter la lame : Genre, espèce et date de préparation (voir photo L).



## Matériels et Méthodes

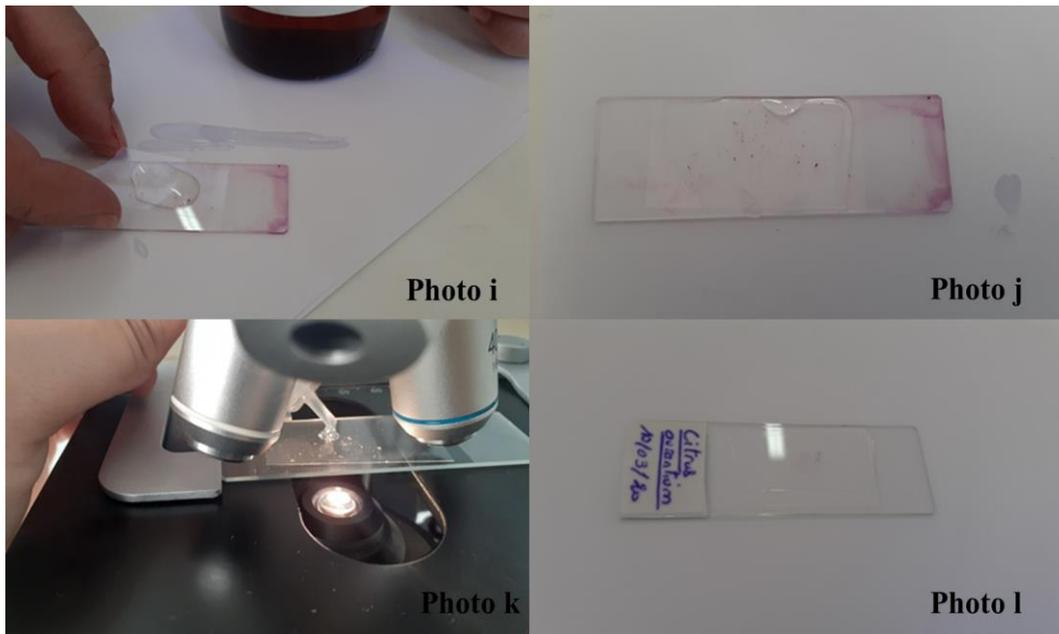


Figure (15) : Photos illustrant la méthode de préparation des lames de pollen pour étude microscopique des différentes espèces étudiées.

- *Photo a: prélèvement de la partie fertile de la plante.*
  - *a.1 : l'étamine pour les Angiospermes (étamine du Romarin).*
  - *a.2 : l'écaille staminale pour les Gymnospermes (écaille de pin).*
- *Photo b.1 : anthère sous la loupe binoculaire.*
- *Photo b.2 : écaille staminale sous la loupe binoculaire.*
- *Photo c : anthère triturée.*
- *Photo d : pollen recueilli sur lame (pollen d'Asphodèle).*
- *Photo e : rinçage à l'alcool du pollen.*
- *Photo f : coloration du pollen avec la Fuchsine.*
- *Photo g : rinçage en retour à l'alcool.*
- *Photo h : ajout d'une goutte d'Eukitt.*
- *Photo i : dépôt de la lamelle.*
- *Photo j : lame de pollen colorée prête à l'observation microscopique.*
- *Photo k : dépôt d'une goutte d'huile d'immersion pour le G10×100.*
- *Photo l : étiquetage de la lame de pollen préparée.*

### III. Limite de l'étude:

-Nous n'avons pas pu nous procurer d'oculaire micrométrique pour mesurer les grains de pollen observés. Nous avons donc mentionnés les mesures retrouvées dans la littérature.

- Nous n'avons pas pu décrire l'ornementation du pollen de certaines espèces car nous ne disposons pas de microscope électronique permettant une observation nette de la paroi.

-L'acétolyse (annexe 2) permet une bonne conservation des échantillons. C'est la meilleure méthode pour la préparation des lames de référence. Par manque de matériel, nous n'avons pas pu l'utiliser.

- Nous avons été contraints de restreindre le nombre d'espèces par rapport à l'objectif de départ, suite à la situation sanitaire à laquelle nous avons été confrontés.

---

# *Résultats et Discussion*

---

## Résultats et Discussion

---

### I. Résultats

Le pollen de 38 espèces végétales de la région de Tlemcen, appartenant à 21 Familles ont été étudiées : Pinaceae ( *Pinus halepensis* ), Cupressaceae ( *Cupressus sempervirens* ), Poaceae ( *Avena sterilis* et *Triticum* sp ), Arecaceae ( *Chamaerops humilis* ), Iridaceae ( *Iris latifolia* ), Asphodelaceae ( *Asphodelus microcarpus* ), Malvaceae ( *Malope malcoides*, *Malva sylvestris*, *Hibiscus rosasinensis* ), Brassicaceae ( *Eruca sativa*, *Diplotaxis eruroides*, *Sinapis arvensis* ), Apiaceae ( *Thapsia garganica*, *Daucus carota*, *Coriandrum sativum* ), Asteraceae ( *Cotula* sp, *Catananche caerulea*, *Calendula officinalis*, *Carduus tenuiflorus* ), Rosaceae ( *Prunus dulcis*, *Prunus cerasifera* ), Lamiaceae ( *Rosmarinus officinalis*, *Lamium bifidum*, *Thymus algeriensis*, *Phlomis herba venti* ), Oleaceae ( *Olea europaea*, *Jasminum mesneyi* ), Punaceae ( *Punica granatum* ), Rutaceae ( *Citrus aurantium* ), Fabaceae ( *Cercis siliquastrum*, *Genista hispanica*, *Acacia dealbata* ), Plantaginaceae ( *Plantago major* ), Convolvulaceae ( *Convolvulus althaeoides* ), Oxalidaceae ( *Oxalis corniculata* ), Boraginaceae ( *Echium vulgare* ) et Papaveraceae ( *Papaver rhoeas* ).

Les pollens étudiés ont été décrits et photographiés (constituant notre atlas pollinique).

Les observations ont été complétées par une recherche bibliographique sur la taille des pollens étudiés (nous ne disposons pas d'oculaire micrométrique pour faire les mesures), le type de pollinisation et leur allergénicité.

Les résultats obtenus sont regroupés sous forme de fiches comportant trois rubriques :

- Identification de l'échantillon : noms scientifique et vernaculaires arabe et français, classification et date et lieu de récolte
- Photographies des observations : à l'état frais ou sec puis après coloration.
- Description du pollen observé : taille, forme, type d'aperture, ornementation, type de pollinisation et allergénicité.

Les lames de tous les pollens étudiés ont été fixées et conservées au niveau du laboratoire de botanique constituant une palynothèque (Figure 16).

## Résultats et Discussion

---

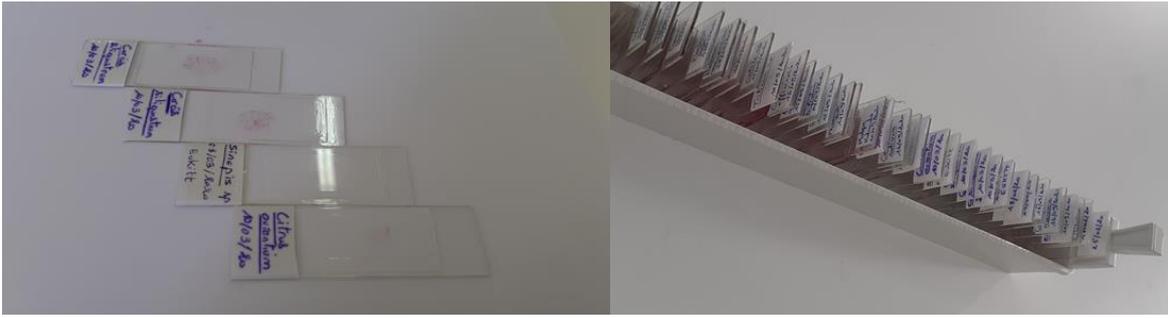


Figure (16) : lames fixées, conservées et regroupées en Palynothèque.

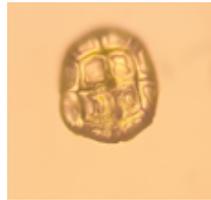
# Résultats et Discussion

Fiche N° : 01

## *Acacia dealbata* Link

Nom scientifique : <i>Acacia dealbata</i> Link	
Nom Français : Mimosa d'hiver	
Nom Arabe : الميموزا	
Famille : Mimosaceae	
Classe : Eudicots	
Lieu de récolte : Bel air	
Date de récolte : 03/03/2020	
Date d'observation : 03/03/2020	

### Photos 1 : Observation du grain de pollen à l'état frais



G 10×40



G 10×100

### Photos 2 : Observation du grain de pollen après coloration à la fuchsine de Ziehl



G 10×100

<u>Description :</u>  1. Taille : 51-100 $\mu\text{m}$ [104] 2. Forme : Polyade 3. Aperture : Inaperturé 4. Ornementation : Non visible	  ✗ Type de pollinisation : Entomogamie ✗ Allergénicité : Allergisant : allergie de proximité [105] ✗ Autres observations : Ornemetation microverruquée [104]
--	---

## Résultats et Discussion

Fiche N° : 02

### *Asphodelus microcarpus* Viv.

Nom scientifique : <i>Asphodelus microcarpus</i> Viv.	
Nom Français : Asphodèle	
Nom Arabe : البرواق	
Famille : Liliaceae	
Classe : Monocots	
Lieu de récolte : Zarifet	
Date de récolte : 08/03/2020	
Date d'observation : 10/03/2020	

#### Photos 3 : Observation du grain de pollen à l'état frais



G 10×40 (VP)



G 10×100 (VP)

#### Photos 4 : Observation du grain de pollen après coloration à la fuchsine de Ziehl



G 10×100 (VP)



G 10×100 (VP)



G 10×100



G 10×100

#### Description :

1. Taille : 50-100  $\mu\text{m}$  [106]
2. Forme : Oblate-spheroidal
3. Aperture : Monocolpé
4. Ornementation : Réticulée

- ☒ Type de pollinisation : Entomogamie
- ☒ Allergénicité : /
- ☒ Autres observations : Contenu saillant de pollen [107]

## Résultats et Discussion

Fiche N° : 03

*Avena sterilis* L.

<p>Nom scientifique : <i>Avena sterilis</i> L. Nom Français : Avoine stérile Nom Arabe : الخرطال, الشوفان Famille : Poaceae Classe : Monocots</p> <p>Lieu de récolte : Boudjlida Date de récolte : 11/05/2020 Date d'observation : 10/09/2020</p>	
---	--

### Photos 5 : Observation du grain de pollen à l'état sec



G 10×40



G 10×100

### Photos 6 : Observation du grain de pollen après coloration à la fuchsine de Ziehl



G 10×100



G 10×100

<p><u>Description :</u></p> <p>5. Taille moyenne : 12,5 <math>\mu\text{m}</math> [108] 6. Forme : Sphéroïdale prolate 7. Aperture : Monoporé 8. Ornementation : Ornementation pas très nette au MO</p>	<p>☒ Type de pollinisation : Anémogamie ☒ Allergénicité : Potentiel allergisant très élevé [105] ☒ Autres observations : Microéchinulé [109]</p>
--	--

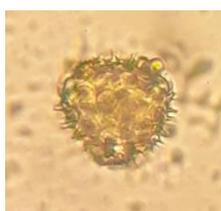
## Résultats et Discussion

Fiche N° : 04

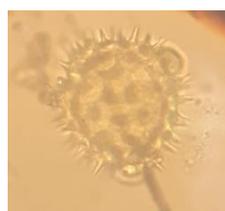
### *Calendula officinalis* L.

<p>Nom scientifique : <i>Calendula officinalis</i> L.</p> <p>Nom Français : Souci officinal</p> <p>Nom Arabe : الأذريون الطبي</p> <p>Famille : Asteraceae</p> <p>Classe : Eudicots</p> <p>Lieu de récolte : Lella setti</p> <p>Date de récolte : 15/05/2020</p> <p>Date d'observation : 17/09/2020</p>	
--	--

#### Photos 7 : Observation du grain de pollen à l'état sec



G 10×40 (VP)



G 10×100 (VP)

#### Photos 8 : Observation du grain de pollen après coloration à la fuchsine de Ziehl



G 10×40 (VP)



G 10×100 (VP)

<p><u>Description :</u></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Taille : 51-100 <math>\mu\text{m}</math> [110]</li><li>2. Forme : Sphérique</li><li>3. Aperture : Tricolporé</li><li>4. Ornementation : Echinulée</li></ol>	<p>☒ Type de pollinisation : Entomogamie, Autogamie</p> <p>☒ Allergénicité : /</p> <p>☒ Autres observations : RAS</p>
--	---

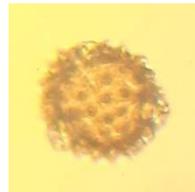
## Résultats et Discussion

Fiche N° : 05

### *Carduus tenuiflorus* Curtis

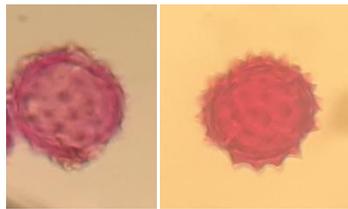
Nom scientifique : <i>Carduus tenuiflorus</i> Curtis	
Nom Français : Petit chardon	
Nom Arabe : اللسان الرفيع الزهرة	
Famille : Asteraceae	
Classe : Eudicots	
Lieu de récolte : El Mafrouche	
Date de récolte : 15/05/2020	
Date d'observation : 15/09/2020	

#### Photos 9 : Observation du grain de pollen à l'état sec

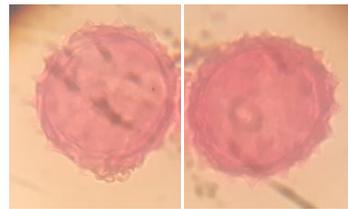


G 10×40

#### Photos 10 : Observation du grain de pollen après coloration à la fuchsine de Ziehl



G 10×40



G 10×100

<p><u>Description :</u></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Taille : 37.38-59.63 <math>\mu\text{m}</math> [111]</li><li>2. Forme : Sphérique</li><li>3. Aperture : Tricolporé</li><li>4. Ornementation : Echinulée</li></ol>	<p>☒ Type de pollinisation : Entomogamie, Autogamie</p> <p>☒ Allergénicité : /</p> <p>☒ Autres observations : RAS</p>
---	---

## Résultats et Discussion

Fiche N° : 06

### *Catananche caerulea* L.

<p>Nom scientifique : <i>Catananche caerulea</i> L.</p> <p>Nom Français : Catananche bleue</p> <p>Nom Arabe : طلسمية سماوية</p> <p>Famille : Asteraceae</p> <p>Classe : Eudicots</p> <p>Lieu de récolte : Lella setti</p> <p>Date de récolte : 15/05/2020</p> <p>Date d'observation : 17/09/2020</p>	
--	--

#### Photos 11 : Observation du grain de pollen à l'état sec



G 10×40

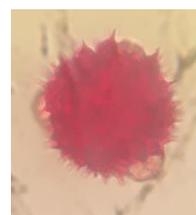


G 10×100

#### Photos 12 : Observation du grain de pollen après coloration à la fuchsine de Ziehl



G 10×40 (VE)



G 10×100 (VP)

<p><u>Description :</u></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Taille : 26-50 <math>\mu\text{m}</math> [112]</li><li>2. Forme : Sphérique</li><li>3. Aperture : Tricolporé</li><li>4. Ornementation : Echinulée fenestrée</li></ol>	<p>☒ Type de pollinisation : Entomogamie, Autogamie</p> <p>☒ Allergénicité: /</p> <p>☒ Autres observations : RAS</p>
---	--

## Résultats et Discussion

Fiche N° : 07

### *Cercis siliquastrum* L.

<p>Nom scientifique : <i>Cercis siliquastrum</i> L.</p> <p>Nom Français : Arbre de judée</p> <p>Nom Arabe : الزمزيق الأثيبي</p> <p>Famille : Fabaceae</p> <p>Classe : Eudicots</p> <p>Lieu de récolte : Bel air</p> <p>Date de récolte : 10/03/2020</p> <p>Date d'observation : 10/03/2020</p>	
--	--

#### Photos 13 : Observation du grain de pollen à l'état frais



G 10×100 (VE)

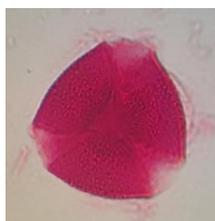


G 10×100 (VE)

#### Photos 14 : Observation du grain de pollen après coloration à la fuchsine de Ziehl



G 10×100 (VP)



G 10×100 (VP)



G 10×100 (VE)

<p><u>Description :</u></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Taille : 26-50 <math>\mu\text{m}</math> [113]</li><li>2. Forme : Allongée</li><li>3. Aperture : Tricolporé</li><li>4. Ornementation : Réticulée</li></ol>	<ul style="list-style-type: none"><li>☒ Type de pollinisation : Entomogamie</li><li>☒ Allergénicité : Allergisant [105]</li><li>☒ Autres observations : RAS</li></ul>
--	---

## Résultats et Discussion

Fiche N° : 08

### *Chamaerops humilis* L.

<p>Nom scientifique : <i>Chamaerops humilis</i> L.</p> <p>Nom Français : Palmier nain</p> <p>Nom Arabe : الدوم</p> <p>Famille : Arecaceae</p> <p>Classe : Monocots</p> <p>Lieu de récolte : EL Mafrouche</p> <p>Date de récolte : 15/05/2020</p> <p>Date d'observation : 10/09/2020</p>	
---	--

#### Photos 15 : Observation du grain de pollen à l'état sec



G10×40 (VE)



G10×100 (VE)

#### Photos 16 : Observation du grain de pollen après coloration à la fuchsine de Ziehl



G10×40 (VE)



G10×100 (VE)

<p><u>Description :</u></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Taille : 25 (22,0-26,9) <math>\mu\text{m}</math> [114]</li><li>2. Forme : Allongée (Prolate)</li><li>3. Aperture : Dicolpé</li><li>4. Ornementation : Réticulée</li></ol>	<ul style="list-style-type: none"><li>✗ Type de pollinisation : Entomogamie</li><li>✗ Allergénicité : Potentiellement allergisant [105, 115]</li><li>✗ Autres observations : RAS</li></ul>
--	--

## Résultats et Discussion

Fiche N° : 09

### *Citrus aurantium* L.

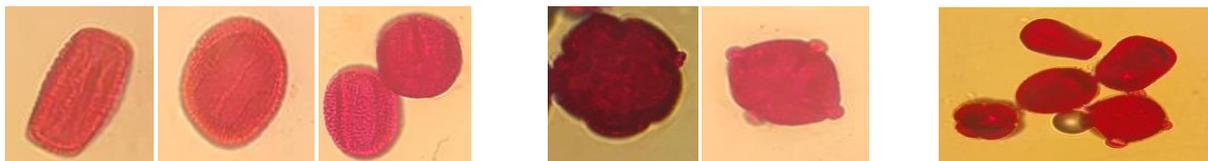
<p>Nom scientifique : <i>Citrus aurantium</i> L. Nom Français : Bigaradier (Oranger amer) Nom Arabe : النارج Famille : Rutaceae Classe : Eudicots</p> <p>Lieu de récolte : Bel air Date de récolte : 09/03/2020 Date d'observation : 10/03/2020</p>	
---	--

Photos 17 : Observation du grain de pollen à l'état frais



G 10×40 (VE)

Photos 18 : Observation du grain de pollen après coloration à la fuchsine de Ziehl



G 10×40 (VE)

G 10×40 (VP)

G 10×40

<p><u>Description :</u></p> <p>9. Taille : 25-40 <math>\mu\text{m}</math> [116] 10. Forme : Allongée 11. Aperture : Tétracolporé et Pentacolporé 12. Ornementation : Réticulée</p>	<p>☒ Type de pollinisation : Entomogamie ☒ Allergénicité : / ☒ Autres observations : plusieurs formes de pollen dans la même espèce parce que le <i>Citrus aurantium</i> est un hybride direct de mandarinier et de pamplemoussier [117].</p>
--	---

## Résultats et Discussion

Fiche N° : 10

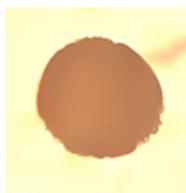
*Convolvulus althaeoides* L.

<p>Nom scientifique : <i>Convolvulus althaeoides</i> L.</p> <p>Nom Français : Liseron fausse-guimauve</p> <p>Nom Arabe : اللبلاب</p> <p>Famille : Convolvulaceae</p> <p>Classe : Eudicots</p> <p>Lieu de récolte : LellaSetti</p> <p>Date de récolte : 04/06/2020</p> <p>Date d'observation : 17/09/2020</p>	
--	--

Photos 19 : Observation du grain de pollen à l'état sec



G10×40

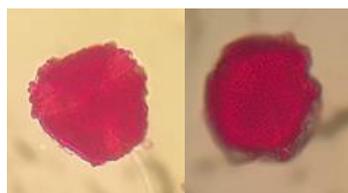


G10×40

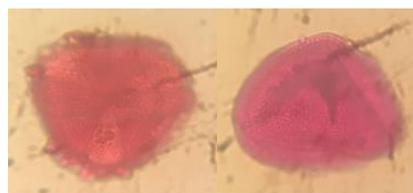


G10×40

Photos 20 : Observation du grain de pollen après coloration à la fuchsine de Ziehl



G10×40(VP)



G10×100(VP)

### Description :

1. Taille : 27-75µm [118]
2. Forme : Sphérique
3. Aperture : Tricolpé
4. Ornementation : Pas bien visible

- ☒ Type de pollinisation : Entomogamie
- ☒ Allergénicité : /
- ☒ Autres observations : Ornementation micro-échinulée [118]

## Résultats et Discussion

Fiche N° : 11

*Coriandrum sativum* L.

<p>Nom scientifique : <i>Coriandrum sativum</i> L.</p> <p>Nom Français : Coriandre cultivée</p> <p>Nom Arabe : كزبرة</p> <p>Famille : Apiaceae</p> <p>Classe : Eudicots</p> <p>Lieu de récolte : Tlemcen centre</p> <p>Date de récolte : 22/04/2020</p> <p>Date d'observation : 16/09/2020</p>	
--	--

### Photos 21 : Observation du grain de pollen à l'état sec



G10×40(VE)



G10×100(VE)

### Photos 22 : Observation du grain de pollen après coloration à la fuchsine de Ziehl



G10×40



G10×100



G10×100

<p><u>Description :</u></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Taille : 32.5×12.5µm [119]</li><li>2. Forme : Subrectangulaire</li><li>3. Aperture : Tricolporé</li><li>4. Ornementation : Striée-rugulée [120]</li></ol>	<p>☒ Type de pollinisation : Entomogamie</p> <p>☒ Allergénicité: Faible (rares cas) [121]</p> <p>☒ Autres observations : RAS</p>
--	--

## Résultats et Discussion

Fiche N° : 12

*Cotula* sp L.

<p>Nom scientifique : <i>Cotula</i> sp L.</p> <p>Nom Français : Cotula</p> <p>Nom Arabe : الكوتولا, القطوراء</p> <p>Famille : Asteraceae</p> <p>Classe : Eudicots</p> <p>Lieu de récolte : Zarifet</p> <p>Date de récolte : 04/06/2020</p> <p>Date d'observation : 15/09/2020</p>	
---	--

### Photos 23 : Observation du grain de pollen à l'état sec



G 10×40



G 10×40 (VP)



G 10×100

### Photos 24 : Observation du grain de pollen après coloration à la fuchsine de Ziehl



G 10×40



G 10×100 (VP)

<p><u>Description :</u></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Taille : 15.9- 23.0 <math>\mu\text{m}</math>[122]</li><li>2. Forme : sphérique</li><li>3. Aperture : Tricolporé</li><li>4. Ornementation : Echinulée</li></ol>	<ul style="list-style-type: none"><li>☒ Type de pollinisation : Entomogamie</li><li>☒ Allergénicité : /</li><li>☒ Autres observations : RAS</li></ul>
---	---

## Résultats et Discussion

Fiche N° : 13

### *Cupressus sempervirens* L.

<p>Nom scientifique : <i>Cupressus sempervirens</i> L. Nom Français : Cyprès commun Nom Arabe : السرو Famille : Cupressaceae Classe : Gymnospermes (Conifères)</p> <p>Lieu de récolte : Sidi Abdelli Date de récolte : 10/03/2020 Date d'observation : 10/03/2020</p>	
---	--

#### Photos 25 : Observation du grain de pollen à l'état frais



G 10×40



G 10×100

#### Photos 26 : Observation du grain de pollen après coloration à la fuchsine de Ziehl



G 10×40



G 10×100



G 10×100

<p><u>Description :</u></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Taille : 26-50 <math>\mu\text{m}</math> [123]</li><li>2. Forme : Sphérique</li><li>3. Aperture : Inaperturé</li><li>4. Ornementation : Surface lisse avec des granules minuscules et épais.</li></ol>	<ul style="list-style-type: none"><li>✗ Type de pollinisation : Anémogamie</li><li>✗ Allergénicité : potentiel allergisant très élevé [105]</li><li>✗ Autres observations : Grain de pollen mature montrant un cytoplasme en forme d'étoile [124].</li></ul>
--	--

## Résultats et Discussion

Fiche N° : 14

*Daucus carota* L.

<p>Nom scientifique : <i>Daucus carota</i> L. Nom Français : Carotte sauvage Nom Arabe : جزرشائع Famille : Apiaceae Classe : Eudicots</p> <p>Lieu de récolte : Boudjlida Date de récolte : 11/05/2020 Date d'observation : 16/09/2020</p>	
---	--

Photos 27 : Observation du grain de pollen à l'état sec



G10×40



G10×100

Photos 28 : Observation du grain de pollen après coloration à la fuchsine de Ziehl



G10×40



G10×40

<p><u>Description :</u></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Taille : 26-50µm[125]</li><li>2. Forme : Subrectangulaire</li><li>3. Aperture : Tricolporé</li><li>4. Ornementation : Rugulée</li></ol>	<p>☒ Type de pollinisation : Entomogamie</p> <p>☒ Allergénicité : /</p> <p>☒ Autres observations : RAS</p>
--	--

## Résultats et Discussion

Fiche N° : 15

### *Diplotaxis erucoides* L.

<p>Nom scientifique : <i>Diplotaxis erucoides</i> L. Nom Français : Diplotaxis fausse roquette, Roquette blanche Nom Arabe : خفج حرجيري Famille : Brassicaceae Classe : Eudicots</p> <p>Lieu de récolte : Lella setti Date de récolte : 15/05/2020 Date d'observation : 15/09/2020</p>	
--	--

#### Photos 29 : Observation du grain de pollen à l'état sec



G 10×40 (VE)

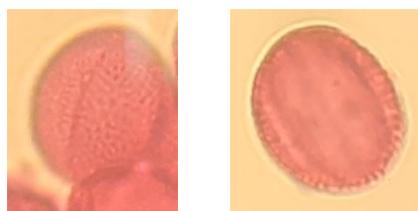


G 10×100 (VE)

#### Photos 30 : Observation du grain de pollen après coloration à la fuchsine de Ziehl



G 10×40 (VP)



G 10×100 (VE)

<p><u>Description :</u></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Taille : 20-25 <math>\mu</math> [126]</li><li>2. Forme : Allongée (Prolate)</li><li>3. Aperture : Tricolpé</li><li>4. Ornementation : Réticulée</li></ol>	<p>☒ Type de pollinisation : Entomogamie</p> <p>☒ Allergénicité : Allergisant [127]</p> <p>☒ Autres observations : RAS</p>
--	--

## Résultats et Discussion

Fiche N° : 16

*Echium vulgare* L.

<p>Nom scientifique : <i>Echium vulgare</i> L.</p> <p>Nom Français : Vipérine commune</p> <p>Nom Arabe : حشيشة الأفيون أو الأفيون</p> <p>Famille : Boraginaceae</p> <p>Classe : Eudicots</p> <p>Lieu de récolte : El-kiffane</p> <p>Date de récolte : 25/02/2020</p> <p>Date d'observation : 25/02/2020</p>	
---	--

### Photos 31 : Observation du grain de pollen à l'état frais

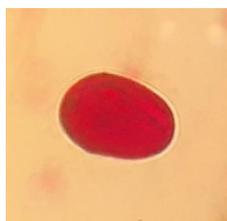


G 10×40 (VE)



G 10×40 (VE)

### Photos 32 : Observation du grain de pollen après coloration à la fuchsine de Ziehl



G 10×100 (VE)



G 10×100 (VE)



G 10×100 (VE)

<p><u>Description :</u></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Taille : 10-25 <math>\mu\text{m}</math> [128]</li><li>2. Forme : Allongée</li><li>3. Aperture : Tricolpé</li><li>4. Ornementation : Non visible</li></ol>	<p>☒ Type de pollinisation : Entomogamie</p> <p>☒ Allergénicité : /</p> <p>☒ Autres observations : Ornementation perforée [128]</p>
--	---

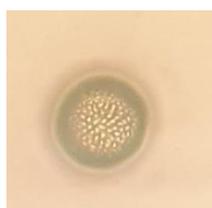
## Résultats et Discussion

Fiche N° : 17

*Eruca sativa* Mill.

<p>Nom scientifique : <i>Eruca sativa</i> Mill.</p> <p>Nom Français : Roquette</p> <p>Nom Arabe : الجرجير</p> <p>Famille : Brassicaceae</p> <p>Classe : Eudicots</p> <p>Lieu de récolte : El Mafrouche</p> <p>Date de récolte : 15/05/2020</p> <p>Date d'observation : 14/09/2020</p>	
---	--

### Photos 33 : Observation du grain de pollen à l'état sec



G 10×40 (VE)



G 10×100 (VE)

### Photos 34 : Observation du grain de pollen après coloration à la fuchsine de Ziehl



G 10×100 (VP)



G 10×100 (VE)

<p><u>Description :</u></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Taille : 27,34 <math>\mu\text{m}</math> [129]</li><li>2. Forme : Allongée (Prolate)</li><li>3. Aperture : Tricolpé</li><li>4. Ornementation : Réticulée</li></ol>	<p>☒ Type de pollinisation : Entomogamie</p> <p>☒ Allergénicité : /</p> <p>☒ Autres observations : RAS</p>
--	--

## Résultats et Discussion

Fiche N° : 18

*Genista hispanica* L.

<p>Nom scientifique : <i>Genista hispanica</i> L. Nom Français : Genêt d'Espagne Nom Arabe : وُرَّال Famille : Fabaceae Classe : Eudicots</p> <p>Lieu de récolte : El Mefrouche Date de récolte : 15/05/2020 Date d'observation : 10/09/2020</p>	
--	--

### Photos 35 : Observation du grain de pollen à l'état sec



G10×40(VE)



G10×100(VE)



G10×40 (VP)



### Photos 36 : Observation du grain de pollen après coloration à la fuchsine de Ziehl



G10×100 (VE)



G10×100 (VP)

#### Description :

1. Taille : 26-50  $\mu\text{m}$  [130]
2. Forme : Allongée (Prolate)
3. Aperture : Tricolporé
4. Ornementation : Réticulée

- ☒ Type de pollinisation : Entomogamie
- ☒ Allergénicité : /
- ☒ Autres observations : RAS

## Résultats et Discussion

Fiche N° : 19

### *Hibiscus rosa-sinensis* L.

<p>Nom scientifique : <i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.</p> <p>Nom Français : Rose de Chine</p> <p>Nom Arabe : الخطمي الوردي الصيني</p> <p>Famille : Malvaceae</p> <p>Classe : Eudicots</p> <p>Lieu de récolte : Boudjlida</p> <p>Date de récolte : 17/09/2020</p> <p>Date d'observation : 17/09/2020</p>	
--	--

#### Photos 37 : Observation du grain de pollen à l'état frais

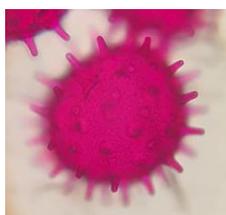


G 10×40



G 10×40

#### Photos 38 : Observation du grain de pollen après coloration à la fuchsine de Ziehl



G 10×40



G 10×40

<p><u>Description :</u></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Taille : 100-175 <math>\mu\text{m}</math> [131]</li><li>2. Forme : Sphérique</li><li>3. Aperture : Périporé</li><li>4. Ornementation : Echinulée</li></ol>	<p>✎ Type de pollinisation : Autogamie</p> <p>✎ Allergénicité : /</p> <p>✎ Autres observations : RAS</p>
---	--

## Résultats et Discussion

Fiche N° : 20

*Iris latifolia* Mill.

<p>Nom scientifique : <i>Iris latifolia</i> Mill.</p> <p>Nom Français : Iris</p> <p>Nom Arabe : السوسن</p> <p>Famille : Iridaceae</p> <p>Classe : Monocots</p> <p>Lieu de récolte : Imama</p> <p>Date de récolte : 18/02/2020</p> <p>Date d'observation : 18/02/2020</p>	
--	--

### Photos 39 : Observation du grain de pollen à l'état frais



G 10×40 (VE)

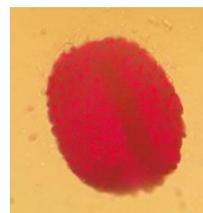


G 10×40 (VE)

### Photos 40 : Observation du grain de pollen après coloration à la fuchsine de Ziehl



G 10×40 (VE)



G 10×100 (VE)

<p><u>Description :</u></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Taille : 51-100 <math>\mu</math> [132]</li><li>2. Forme : Aplatie (Oblate)</li><li>3. Aperture : Monocolpé</li><li>4. Ornementation : Réticulée</li></ol>	<p>☒ Type de pollinisation : Entomogamie</p> <p>☒ Allergénicité : /</p> <p>☒ Autres observations : RAS</p>
--	--

## Résultats et Discussion

Fiche N° : 21

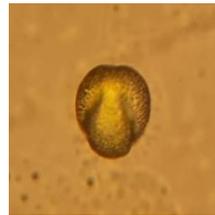
### *Jasminum mesnyi* Hance

<p>Nom scientifique : <i>Jasminum mesnyi</i> Hance</p> <p>Nom Français : Jasmin primevère</p> <p>Nom Arabe : الياسمين الأصفر (الشتوي)</p> <p>Famille : Oleaceae</p> <p>Classe : Eudicots</p> <p>Lieu de récolte : Bel air</p> <p>Date de récolte : 22/01/2020</p> <p>Date d'observation : 22/01/2020</p>	
--	--

#### Photos 41 : Observation du grain de pollen à l'état frais



G 10×40 (VE)



G 10×40 (VP)

#### Photos 42 : Observation du grain de pollen après coloration à la fuchsine de Ziehl



G 10×100 (VE)



G 10×100 (VP)

<p><u>Description :</u></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Taille : 25 <math>\mu</math> [133]</li><li>2. Forme : Allongée</li><li>3. Aperture : Tricolpé</li><li>4. Ornementation : Réticulée</li></ol>	<p>☒ Type de pollinisation : Entomogamie</p> <p>☒ Allergénicité : /</p> <p>☒ Autres observations : RAS</p>
---	--

## Résultats et Discussion

Fiche N° : 22

### *Lamium bifidum* Cyr.

<p>Nom scientifique : <i>Lamium bifidum</i> Cyr.</p> <p>Nom Français : Lamier bifide</p> <p>Nom Arabe : لاميون مشقوق</p> <p>Famille : Lamiaceae</p> <p>Classe : Eudicots</p> <p>Lieu de récolte : El Mafrouche</p> <p>Date de récolte : 15/05/2020</p> <p>Date d'observation : 14/09/2020</p>	
---	--

#### Photos 43 : Observation du grain de pollen à l'état sec

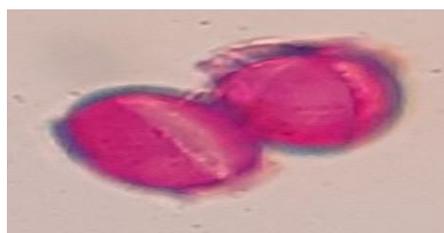


G 10×40 (VE)



G 10×100 (VE)

#### Photos 44 : Observation du grain de pollen après coloration à la fuchsine de Ziehl



G 10×40 (VE) (VP)

<p><u>Description :</u></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Taille : 21.65–39.96 <math>\mu</math> [134]</li><li>2. Forme : Allongée (Prolate)</li><li>3. Aperture : Tricolpé</li><li>4. Ornementation : Réticulée</li></ol>	<p>☒ Type de pollinisation : Entomogamie</p> <p>☒ Allergénicité : /</p> <p>☒ Autres observations : RAS</p>
--	--

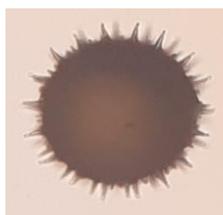
## Résultats et Discussion

Fiche N° : 23

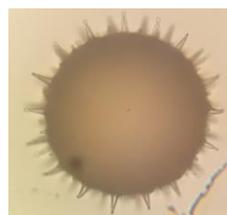
### *Malope malacoides* L.

<p>Nom scientifique : <i>Malope malacoides</i> L. Nom Français : Malope fausse-mauve Nom Arabe : خَيْرَل Famille : Malvaceae Classe : Eudicots</p> <p>Lieu de récolte : EL Mafrouche Date de récolte : 15/05/2020 Date d'observation : 10/09/2020</p>	
---	--

#### Photos 45 : Observation du grain de pollen à l'état sec

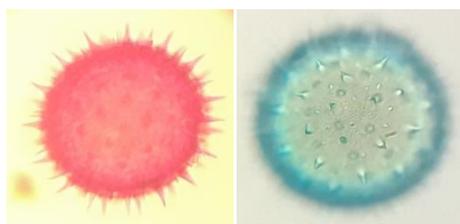


G 10×40

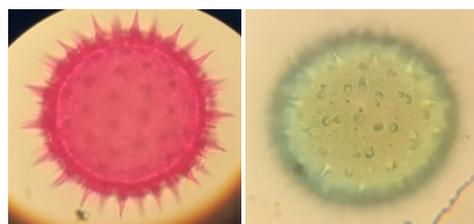


G 10×100

#### Photos 46 : Observation du grain de pollen après coloration à la fuchsine de Ziehl et au vert de méthyle



G 10×40



G 10×100

<p><u>Description :</u></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Taille moyenne : 85,9-115,0 <math>\mu\text{m}</math>[135]</li><li>2. Forme : Sphérique</li><li>3. Aperture : Péripore</li><li>4. Ornementation : Echinulé</li></ol>	<p>☒ Type de pollinisation : Entomogamie</p> <p>☒ Allergénicité : /</p> <p>☒ Autres observations : RAS</p>
--	--

## Résultats et Discussion

Fiche N° : 24

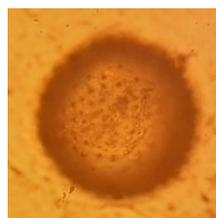
*Malva sylvestris* L.

<p>Nom scientifique : <i>Malva sylvestris</i> L.</p> <p>Nom Français : Mauve</p> <p>Nom Arabe : خبيزة</p> <p>Famille : Malvaceae</p> <p>Classe : Eudicots</p> <p>Lieu de récolte : El-kiffane</p> <p>Date de récolte : 17/02/2020</p> <p>Date d'observation : 18/02/2020</p>	
--	--

### Photos 47 : Observation du grain de pollen à l'état frais

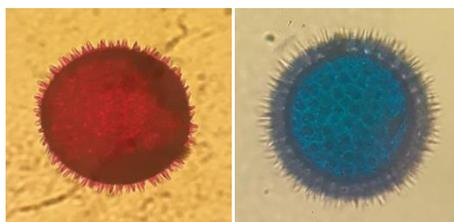


G 10×40



G 10×40

### Photos 48 : Observation du grain de pollen après coloration à la fuchsine de Ziehl et au vert de méthyle



G 10×40



G 10×100

<p><u>Description :</u></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Taille : &gt;100 <math>\mu\text{m}</math> [136]</li><li>2. Forme : Sphérique</li><li>3. Aperture : Périporé</li><li>4. Ornementation : Echinulée</li></ol>	<p>☒ Type de pollinisation : Entomogamie</p> <p>☒ Allergénicité : /</p> <p>☒ Autres observations : RAS</p>
---	--

## Résultats et Discussion

Fiche N° : 25

*Olea europaea* L.

<p>Nom scientifique : <i>Olea europaea</i> L. Nom Français : Olivier Nom Arabe : الزيتون Famille : Oleaceae Classe : Eudicots</p> <p>Lieu de récolte : Lella Setti Date de récolte : 15/05/2020 Date d'observation : 17/09/2020</p>	
---	--

### Photos 49 : Observation du grain de pollen à l'état sec



G10×40(VE)



G10×40(VP)



G10×100(VP)

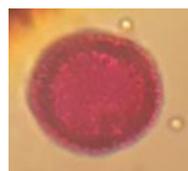
### Photos 50 : Observation du grain de pollen après coloration à la fuchsine de Ziehl



G10×40(VP)



G10×40(VE)



G10×100(VP)



G10×100(VE)



G10×100(VP)

<p><u>Description :</u></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Taille : 24µm[137]</li><li>2. Forme : Circulaire et subprolate</li><li>3. Aperture : Tricolpé</li><li>4. Ornementation : Réticulée</li></ol>	<ul style="list-style-type: none"><li>✗ Type de pollinisation : Anémogamie</li><li>✗ Allergénicité : Faible à moyenne (rhinite)[138]</li><li>✗ Autres observations : Nécessite plusieurs rinçage à l'alcool</li></ul>
---	---

## Résultats et Discussion

Fiche N° : 26

### *Oxalis corniculata* L.

<p>Nom scientifique : <i>Oxalis corniculata</i> L.</p> <p>Nom Français : Oxalis corniculé</p> <p>Nom Arabe : حميضة</p> <p>Famille : Oxalidaceae</p> <p>Classe : Eudicots</p> <p>Lieu de récolte : Bel air</p> <p>Date de récolte : 22/01/2020</p> <p>Date d'observation : 22/01/2020</p>	
--	--

#### Photos 51 : Observation du grain de pollen à l'état frais



G 10×40 (VE)



G 10×100 (VE)

#### Photos 52 : Observation du grain de pollen après coloration à la fuchsine de Ziehl



G 10×40 (VP)



G 10×40 (VP)

<p><u>Description :</u></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Taille : 28,72-37,69 <math>\mu\text{m}</math> [139]</li><li>2. Forme : Allongée</li><li>3. Aperture : Tricolpé</li><li>4. Ornementation : Réticulée</li></ol>	<p><input checked="" type="checkbox"/> Type de pollinisation : Entomogamie</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Allergénicité : /</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Autres observations : RAS</p>
--	--

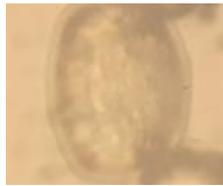
## Résultats et Discussion

Fiche N° : 27

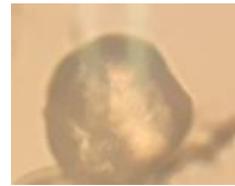
*Papaver rhoeas* L.

<p>Nom scientifique : <i>Papaver rhoeas</i> L. Nom Français : Coquelicot Nom Arabe : شقائق النعمان Famille : Papaveraceae Classe : Eudicots</p> <p>Lieu de récolte : Boudjlida Date de récolte : 11/05/2020 Date d'observation : 17/09/2020</p>	
---	--

### Photos 53 : Observation du grain de pollen à l'état sec



G10×100(VE)



G10×100(VP)

### Photos 54 : Observation du grain de pollen après coloration à la fuchsine de Ziehl



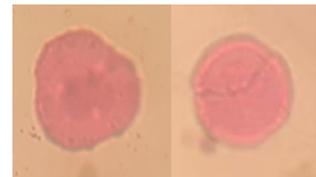
G10×40(VE)



G10×40(VP)



G10×100(VE)



G10×100(VP)

#### Description :

1. Taille : 26-50µm[140]
2. Forme : Allongée
3. Aperture : Tricolpé
4. Ornementation : Non visible

- ✗ Type de pollinisation : Entomogamie
- ✗ Allergénicité : /
- ✗ Autres observations : Ornementation  
Micro-échinulée[140]

## Résultats et Discussion

Fiche N° : 28

### *Phlomis herba venti* L.

<p>Nom scientifique : <i>Phlomis herba venti</i> L.</p> <p>Nom Français : Herbe au vent</p> <p>Nom Arabe : الأذينة</p> <p>Famille : Lamiaceae</p> <p>Classe : Eudicots</p> <p>Lieu de récolte : El Mafrouche</p> <p>Date de récolte : 04/06/2020</p> <p>Date d'observation : 14/09/2020</p>	
---	--

#### Photos 55 : Observation du grain de pollen à l'état sec

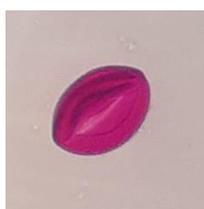


G 10×40 (VE)



G 10×100 (VE)

#### Photos 56 : Observation du grain de pollen après coloration à la fuchsine de Ziehl



G 10×40 (VE)

<p><u>Description :</u></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Taille : 26-31 <math>\mu\text{m}</math> [141]</li><li>2. Forme : Allongée (Prolate)</li><li>3. Aperture : Tricolpé</li><li>4. Ornementation : Non visible sur MO</li></ol>	<ul style="list-style-type: none"><li>✗ Type de pollinisation : Entomogamie</li><li>✗ Allergénicité : /</li><li>✗ Autres observations : Ornementation réticulée [142]</li></ul>
---	---

## Résultats et Discussion

Fiche N° : 29

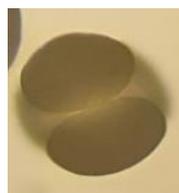
### *Pinus halepensis* Mill.

Nom scientifique : <i>Pinus halepensis</i> Mill. Nom Français : Pin Nom Arabe : الصنوبر الحلبي Famille : Pinaceae Classe : Gymnospermes (Conifères)  Lieu de récolte : El-kiffane Date de récolte : 18/02/2020 Date d'observation : 18/02/2020	
--	--

#### Photos 57 : Observation du grain de pollen à l'état frais



G 10×100 (VE)



G 10×100 (VP)

#### Photos 58 : Observation du grain de pollen après coloration à la fuchsine de Ziehl



G 10×40 (VE)



G 10×100 (VP)



G 10×100 (VP)

<u>Description :</u>  1. Taille : 51-100 $\mu\text{m}$ [143] 2. Forme : Aplatie (Oblate) 3. Aperture : Inaperturé 4. Ornementation : Non visible	 <input checked="" type="checkbox"/> Type de pollinisation : Anémogamie <input checked="" type="checkbox"/> Allergénicité : Faible pouvoir allergisant [105] <input checked="" type="checkbox"/> Autres observations : Pollen à ballonnet et à ornementation Verruquée, gemmulée [143]
---	---

## Résultats et Discussion

Fiche N° : 30

*Plantago major* L.

<p>Nom scientifique : <i>Plantago major</i> L. Nom Français : Grand plantain Nom Arabe : لسان الحمل Famille : Plantaginaceae Classe : Eudicots  Lieu de récolte : Wardaniya Date de récolte : 11/05/2020 Date d'observation : 17/09/2020</p>	
--	--

Photos 59 : Observation du grain de pollen à l'état sec



G10×40

Photos 60 : Observation du grain de pollen après coloration à la fuchsine de Ziehl



G10×40(VE)



G10×40(VP)

<p><u>Description :</u></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Taille : 17-28µm [144]</li><li>2. Forme : Sphérique (prolate)</li><li>3. Aperture : Pentaporé [144]</li><li>4. Ornementation : Verruquée avec des granules [144].</li></ol>	<ul style="list-style-type: none"><li>✗ Type de pollinisation : Anémogamie</li><li>✗ Allergénicité : Moyenne [131]</li><li>✗ Autres observations : Présence d'un anneau autour de chaque pore.</li></ul>
--	--

## Résultats et Discussion

Fiche N° : 31

*Prunus cerasifera* Ehrh.

<p>Nom scientifique : <i>Prunus cerasifera</i> Ehrh.</p> <p>Nom Français : Myroblan, Prunier cerise</p> <p>Nom Arabe : خوخ كرزى</p> <p>Famille : Rosaceae</p> <p>Classe : Eudicots</p> <p>Lieu de récolte : El-kiffane</p> <p>Date de récolte : 02/03/2020</p> <p>Date d'observation : 03/03/2020</p>	
---	--

### Photos 61 : Observation du grain de pollen à l'état frais



G 10×100 (VE)

### Photos 62 : Observation du grain de pollen après coloration à la fuchsine de Ziehl



G 10×100 (VP)



G 10×100 (VE)

<p><u>Description :</u></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Taille : 26-50 <math>\mu</math> [145]</li><li>2. Forme : Allongée</li><li>3. Aperture : Tricolporé</li><li>4. Ornementation : Striée, perforée [145]</li></ol>	<p>☒ Type de pollinisation : Entomogamie</p> <p>☒ Allergénicité : /</p> <p>☒ Autres observations : RAS</p>
---	--

## Résultats et Discussion

Fiche N° : 32

*Prunus dulcis* Mill.

<p>Nom scientifique : <i>Prunus dulcis</i> Mill.</p> <p>Nom Français : Amandier</p> <p>Nom Arabe : اللوز</p> <p>Famille : Rosaceae</p> <p>Classe : Eudicots</p> <p>Lieu de récolte : Bel air</p> <p>Date de récolte : 22/01/2020</p> <p>Date d'observation : 22/01/2020</p>	
---	--

### Photos 63 : Observation du grain de pollen à l'état frais



G 10×40 (VE)

### Photos 64 : Observation du grain de pollen après coloration à la fuchsine de Ziehl



G 10×100 (VP)



G 10×100 (VE)

<p><u>Description :</u></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Taille : 50.48 - 58.42 <math>\mu\text{m}</math> [146]</li><li>2. Forme : Allongé</li><li>3. Aperture : Tricolporé</li><li>4. Ornementation : Non visible sur MO</li></ol>	<p>☒ Type de pollinisation : Entomogamie</p> <p>☒ Allergénicité : /</p> <p>☒ Autres observations : RAS</p>
--	--

## Résultats et Discussion

Fiche N° : 33

### *Punica granatum L.*

<p>Nom scientifique : <i>Punica granatum L.</i></p> <p>Nom Français : Grenadier</p> <p>Nom Arabe : الرمان</p> <p>Famille : Lythraceae</p> <p>Classe : Eudicots</p> <p>Lieu de récolte : El-kiffane</p> <p>Date de récolte : 11/05/2020</p> <p>Date d'observation : 17/09/2020</p>	
---	--

#### Photos 65 : Observation du grain de pollen à l'état sec



G 10×100 (VE)

#### Photos 66 : Observation du grain de pollen après coloration à la fuchsine de Ziehl



G 10×100 (VP)



G 10×100 (VE)

<p><u>Description :</u></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Taille : 10-25 <math>\mu\text{m}</math> [147]</li><li>2. Forme : Allongée (Prolate)</li><li>3. Aperture : Tricolporé</li><li>4. Ornementation : Verruquée</li></ol>	<p>☒ Type de pollinisation : Entomogamie</p> <p>☒ Allergénicité : /</p> <p>☒ Autres observations : RAS</p>
--	--

## Résultats et Discussion

Fiche N° : 34

### *Rosmarinus officinalis* L.

<p>Nom scientifique : <i>Rosmarinus officinalis</i> L.</p> <p>Nom Français : Romarin</p> <p>Nom Arabe : إكليل الجبل</p> <p>Famille : Lamiaceae</p> <p>Classe : Eudicots</p> <p>Lieu de récolte : El-koudia</p> <p>Date de récolte : 25/11/2019</p> <p>Date d'observation : 26/11/2019</p>	
---	--

#### Photos 67 : Observation du grain de pollen à l'état frais



G 10×40 (VE)

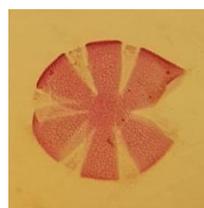


G 10×100 (VE)

#### Photos 68 : Observation du grain de pollen après coloration à la fuchsine de Ziehl



G 10×100 (VE)



G 10×100 (VP)

<p><u>Description :</u></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Taille : 29,9-44,2 <math>\mu\text{m}</math> [148]</li><li>2. Forme : Allongée (Prolate)</li><li>3. Aperture : Hexacolpé (Stephanocolpé)</li><li>4. Ornementation : Réticulée</li></ol>	<p>☒ Type de pollinisation : Entomogamie</p> <p>☒ Allergénicité : /</p> <p>☒ Autres observations : R A S</p>
---	--

## Résultats et Discussion

Fiche N° : 35

### *Sinapis arvensis* L.

<p>Nom scientifique : <i>Sinapis arvensis</i> L. Nom Français : Moutarde des champs Nom Arabe : الخردل البري Famille : Brassicaceae Classe : Eudicots</p> <p>Lieu de récolte : El Kiffane Date de récolte : 03/03/2020 Date d'observation : 03/03/2020</p>	
--	--

Photos 69 : Observation du grain de pollen à l'état frais

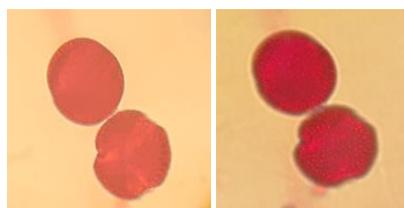


G 10×100 (VE)

Photos 70 : Observation du grain de pollen après coloration à la fuchsine de Ziehl



G 10×100 (VP)



G 10×100 (VP)

<p><u>Description :</u></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Taille : 26-50 <math>\mu\text{m}</math> [149]</li><li>2. Forme : Allongée</li><li>3. Aperture : Tricolpé</li><li>4. Ornementation : Réticulée</li></ol>	<p>☒ Type de pollinisation : Entomogamie</p> <p>☒ Allergénicité : /</p> <p>☒ Autres observations : RAS</p>
--	--

## Résultats et Discussion

Fiche N° : 36

### *Thapsia garganica* L.

<p>Nom scientifique : <i>Thapsia garganica</i> L.</p> <p>Nom Français : Apiacée jaune</p> <p>Nom Arabe : الدرياس</p> <p>Famille : Apiaceae</p> <p>Classe : Eudicots</p> <p>Lieu de récolte : Lella Setti</p> <p>Date de récolte : 15/05/2020</p> <p>Date d'observation : 16/09/2020</p>	
---	--

#### Photos 71 : Observation du grain de pollen à l'état sec



G10×40 (VE)



G10×100 (VE)

#### Photos 72 : Observation du grain de pollen après coloration à la fuchsine de Ziehl



G10×40(VE)



G10×100 (VE)

<p><u>Description :</u></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Taille : 20-23µm [95]</li><li>2. Forme : Subrectangulaire</li><li>3. Aperture : Tricolporé</li><li>4. Ornementation : Rugulée</li></ol>	<p>✎ Type de pollinisation : Entomogamie</p> <p>✎ Allergénicité : /</p> <p>✎ Autres observations : RAS</p>
--	--

## Résultats et Discussion

Fiche N° : 37

### *Thymus algeriensis* Boiss. & Reut.

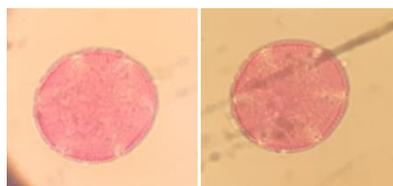
<p>Nom scientifique : <i>Thymus algeriensis</i> Boiss. &amp; Reut. Nom Français : Thym Nom Arabe : الرَّعْتَر Famille : Lamiaceae Classe : Eudicots</p> <p>Lieu de récolte : El Mafrouche Date de récolte : 15/05/2020 Date d'observation : 14/09/2020</p>	
--	--

#### Photos 73 : Observation du grain de pollen à l'état sec

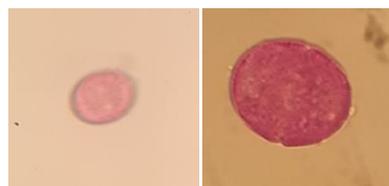


G 10×100 (VP)

#### Photos 74 : Observation du grain de pollen après coloration à la fuchsine de Ziehl



G 10×100 (VP)



G 10×40 (VE) G 10×100

<p><u>Description :</u></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Taille : 26-50 <math>\mu\text{m}</math> [150]</li><li>2. Forme : Sphérique</li><li>3. Aperture : Hexacolpé</li><li>4. Ornementation : Réticulée</li></ol>	<p>☒ Type de pollinisation : Entomogamie</p> <p>☒ Allergénicité : /</p> <p>☒ Autres observations : RAS</p>
--	--

## Résultats et Discussion

Fiche N° : 38

*Triticum* sp L.

<p>Nom scientifique : <i>Triticum</i> sp L.</p> <p>Nom Français : Blé</p> <p>Nom Arabe : القمح</p> <p>Famille : Poaceae</p> <p>Classe : Monocots</p> <p>Lieu de récolte : Ahfir</p> <p>Date de récolte : 08/05/2020</p> <p>Date d'observation : 10/09/2020</p>	
--	--

### Photos 75 : Observation du grain de pollen à l'état sec



G 10×40



G 10×100

### Photos 76 : Observation du grain de pollen après coloration à la fuchsine de Ziehl



G 10×40



G 10×100

<p><u>Description :</u></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Taille moyenne : 35-50 <math>\mu\text{m}</math> [109]</li><li>2. Forme : Sphéroïdale prolata</li><li>3. Aperture : Monoporé</li><li>4. Ornementation : Microéchinulé [109]</li></ol>	<ul style="list-style-type: none"><li>✗ Type de pollinisation : Anémogamie</li><li>✗ Allergénicité : Allergisant [105]</li><li>✗ Autres observations : ornementation, opercule et anneau pas très nette au MO[22]</li></ul>
---	---

## Résultats et Discussion

---

### II. Discussion

Les observations microscopiques du pollen que nous avons effectué nous ont permis d'élaborer des fiches ainsi que des lames de références pour chacun des pollens observés ; toutes les données obtenues ont été confrontées à celles de la littérature. De plus, les fiches ont été complétées par des données de la littérature concernant la taille du pollen, car nous manquions de moyen pour faire la mesure, le type de pollinisation et l'allergénicité du pollen étudié. Pratiquement toutes les données que nous avons obtenues des observations correspondaient parfaitement à la littérature à quelques exceptions près : les pollens de *Convolvulus althaeoides*, *Papaver rhoeas*, *Acacia dealbata*, *Triticum* sp qui présentent des micro-ornementations que nous n'avons pas pu observées au microscope optique ; malheureusement nous ne disposons pas de microscope électronique pour rechercher ce type d'ornementation.

Notre travail nous a permis d'observer par nous même la grande diversité du pollen, en effet aucun des pollens observés n'est identique à celui d'une autre espèce. Nous avons également pu en extraire des similitudes regroupant certains taxons, comme cités dans la littérature, tandis que pour d'autres les pollens sont complètement différents.

Pour le pollen des Gymnospermes, nous avons étudié le pollen des Coniférophytes qui correspondent au groupe prédominant des Gymnospermes actuelles, en effet nous avons étudié le pollen de deux espèces communes dans notre zone d'étude: le cyprès ( *Cupressus sempervirens* ) appartenant aux Cupressaceae et le pin d'Alep ( *Pinus halepensis* ) de la famille des Pinaceae.

L'étude microscopique de leur pollen a montré des similitudes mais aussi des caractéristiques différentes qui permettent de les distinguer facilement. Les deux pollens sont de forme sphérique et inaperturé, sans pore ni sillon. Cependant le pollen de *Cupressus sempervirens* est lisse avec des granules minuscules et présente un cytoplasme en forme d'étoile. Tandis que, l'échantillon de *Pinus halepensis* a montré deux ballonnets aérifères facilitant son transport par l'air, élément caractéristique de la famille des Pinaceae à laquelle il appartient (chapitre 3).

Pour l'étude du pollen des Angiospermes Monocots, nous avons choisi 5 espèces: *Avena sterilis*, *Triticum* sp, *Chamaerops humilis*, *Iris latifolia* et *Asphodelus microcarpus* qui appartiennent à 4 familles différentes : Poaceae (deux premières espèces), Arecaceae, Iridaceae et Asphodelaceae respectivement. Les observations microscopiques ont montré des

## Résultats et Discussion

---

pollens monoaperturés : monoporés chez les espèces appartenant aux Poacées et monocolpé chez les autres espèces, ce qui correspond aux données de la littérature (revenir au chapitre 3) ; seule exception : le pollen de *Chamaerops humilis* qui est dicolpé. L'étude de M. Harley & W J. Baker, 2001[151] qui décrit le pollen des Arecaceae confirme ce constat. Ce type apertural est rare chez les Monocots mais reste différent du type triaperturé caractéristique des Eudicots.

Les deux espèces: *Avena sterilis* et *Triticum* sp, appartenant à la famille des Poaceae, ont montré des caractères très proches du point de vue forme sphérique (prolate) et type apertural (monoporé). Le pollen de cette famille est facilement reconnaissable même par observation au MO. Ceci dit le pore est nettement bien délimité à l'observation mais l'anneau et l'opercule ne sont pas visibles. De plus, il nous a pas été possible de déterminer le type d'ornementation des deux espèces au MO ; l'étude de J. Radaeski& al, 2018 décrit leur ornementation : microéchinulé[109]. Or la distinction du pollen des espèces de cette famille se base donc principalement sur des différences de taille et une description approfondie nécessitant une observation au microscope électronique.

Les autres espèces observées, et dont le nombre est le plus grand, appartiennent aux Angiospermes Eudicots. Pour lesquelles nous avons sélectionné deux à quatre espèces endémiques pour les familles suivantes : les Malvaceae, Brassicaceae, Apiaceae, Asteraceae, Rosaceae, Lamiaceae, Oleaceae, Fabaceae et que nous avons complété par certaines espèces assez répandues dans la région, telles que : *Papaver rhoeas* (Papaveraceae), *Convolvulus althaeoides* (Convolvulaceae), *Punica granatum* (Punaceae), *Plantago major* (Plantaginaceae), *Echium vulgare* (Boraginaceae),...

Les observations microscopiques des pollens des Angiospermes Eudicots étudiées nous ont permis de constater en premier lieu le type apertural prédominant de cette classe qui est le type triaperturé (trois apertures en forme de sillons; tricolpé ou de sillons possédant un pore ; tricolporé) auquel s'ajoutent quelques rares type : pentaporé comme celui de *Plantago major* (Plantaginaceae) et inaperturé comme le pollen d'*Acacia dealbata* (Fabaceae). Il paraît que ces observations sont similaires aux données de la littérature cités dans le chapitre 3 ou nous avons constaté également une différence entre le pollen des Eudicots classé triaperturé et celui des Monocots qui est monoaperturé.

Nous avons observé d'autres types aperturaux tels que : le type hexacolpé chez trois espèces de Lamiaceae (*Rosmarinus officinalis*, *Lamium bifidum* et *Thymus algeriensis*), périlporé chez toutes les espèces de Malvaceae étudiées, tétracolporé et pentacolporé dans la même

## Résultats et Discussion

---

espèce de *Citrus aurantium* (Rutaceae) ; un cas particulier d'où nous avons observé plusieurs formes s'expliquant par le fait que cette espèce soit un hybride.

Le choix d'observer le pollen de plusieurs espèces par famille nous a permis de distinguer des familles à caractères palynologiques communs : Malvaceae, Asteraceae, Brassicaceae, Apiaceae, Rosaceae et Oleaceae; caractères confirmés par les données de la littérature citées dans le chapitre 3, et ceux présentant une certaine diversité morphologique dans leurs pollens citons: les Lamiaceae dont le pollen de *Phlomis herba venti* est tricolpé alors que toutes les autres espèces étudiées sont hexacolpées ; caractère confirmé par la littérature dans l'étude de MCG Trudel, JK Morton 1992 [89] ; et les Fabaceae dont la morphologie du pollen diffère d'une sous-famille à l'autre ; ceci a été décrit dans les études de chaque sous famille détaillées dans le chapitre 3.

Nous avons pu distinguer également une diversité d'ornementations : réticulée chez toutes les espèces de Brassicaceae étudiées ainsi que chez les Lamiaceae, et les Oleaceae; verruquée comme les pollens de *Punica granatum* (Lythraceae) et *Plantago major* (Plantaginaceae). D'autres sont striés comme *Prunus cerasifera* (Rosaceae) ou présentent une ornementation rugulée comme les Apiaceae étudiées. L'ornementation échinulée est retrouvée aussi chez les deux familles : Asteraceae et Malvaceae, la littérature montre que les épines des Malvaceae sont coniques, de grande taille et toujours réparties uniformément sur la surface du grain, tandis que les épines des Asteraceae sont disposées irrégulièrement à la surface du grain et peuvent être différenciées des épines des Malvaceae par la taille et la longueur relativement courte bien que des variations peuvent être observées entre les genres et même entre les espèces d'un même genre [152].

Notons en dernier que 81,57 % des espèces observées ont une pollinisation de type entomophile tandis que seulement 15,78 % sont anémophiles. De plus, 28,94 % des pollens étudiés sont allergisants.

---

# *Conclusion*

---

---

## *Conclusion*

La palynologie a montré plusieurs intérêts dans divers domaines tels que l'archéologie, l'agronomie, l'allergologie, la pharmacologie,... d'où l'attention croissante portée à cette discipline.

L'objectif central de notre étude est une description détaillée du pollen. Nous avons choisi pour cela le pollen de quelques espèces végétales majoritairement présentes dans le couvert végétal de la wilaya de Tlemcen. Etudier les caractéristiques palynologiques des espèces d'une région apporte des données originales et utiles pour valoriser la flore de cette région.

Notre étude nous a permis de décrire le pollen de 38 espèces végétales appartenant à 21 familles et d'élaborer une collection de lames ou palynothèque.

Ce qui nous a permis d'observer la grande diversité du pollen ainsi que son intérêt en systématique tantôt montrant une stabilité et servant comme caractère spécifique de famille: les Asteraceae, les Apiaceae, les Malvaceae..., tantôt mettant en évidence de grandes variations morphologiques servant ainsi à l'étude systématique des genres voir des espèces.

La présente étude n'étant qu'une première approche, elle doit être affinée sur plusieurs points. Il serait intéressant de la détailler par les mesures du pollen et par des observations au microscope électronique permettant une observation approfondie de la paroi pollinique. Aussi il serait important de la compléter, la flore de la région étant très riche, ce type d'étude servira à bien d'élargir les recherches palynologiques dans notre pays. Nous souhaitons que cette mise au point, non exhaustive, concernant le pollen avec les données recueillies puisse montrer l'intérêt des recherches pluridisciplinaires sur le pollen et sa conservation.

En effet, cette étude descriptive constitue une base de données, complétant la description des espèces végétales de la flore d'Algérie, qui servira, nous l'espérant, aussi à de nombreuses recherches palynologiques d'avenir. Notamment pour des études d'aéropalynologie et d'éventuelles recherches pharmacologiques sur des propriétés thérapeutiques de pollen non encore explorées.

---

*Références  
bibliographiques*

---

- 
1. Kessler, R. and M.M. Harley, *La vie sexuelle cachée des fleurs: Palynologie*. 2011: Ed. SW Télémaque.
  2. Dutau, G., *La France des pollens*. Lett Pneumol, 2008. **3**: p. 106-110.
  3. Digonnet-Kerhoas, C. and G. Gay, *Qualité du pollen: définition et estimation*. Bulletin de la Société Botanique de France. Actualités Botaniques, 1990. **137**(2): p. 97-100.
  4. Laberche, j.-c., *biologie végétale*.
  5. GUIGNARD, F.D.J.L., *botanique les familles des plantes*. 2012: p. 41.
  6. Marouf, A. and J. Reynaud, *La botanique de A à Z: 1 662 définitions*. 2007: Dunod.
  7. BERTHET, J., *Dictionnaire de Biologie*. p. 641.
  8. Archéo, N. and R.d.e.a. septentrionale. *palynologie*. 2017.
  9. ROLAND, J.C., et al., *Atlas biologie végétale*. p. 86.
  10. Grant-Downton, R., *Pollen terminology. An illustrated handbook*. 2009, Annals of Botany Company.
  11. Chassany, V., M. Potage, and M. Ricou, *Mini Manuel de Biologie végétale-3e éd.: Cours+ QCM*. 2019: Dunod.
  12. Prieu, C., *Evolution et Développement des grains de pollen chez les angiospermes*. 2015. p. 2-4-5-8-19.
  13. Bouharmont, j., p. L.Masson, and C.v. hove, *Biologie*. p. 842.
  14. LEICESTER, u.o. and D.d.b.e.d.b.d. génome, *le pollen est...*
  15. Rohr, R., *Développement in vitro du pollen de Ginkgo biloba L*. Cytologia, 1980. **45**(3): p. 481-495.
  16. Roland, J.-C. and F. Roland, *Atlas de biologie végétale (tome 2)*. 7 ed. 1997.
  17. Richard, D., *Biologie (tout les cours en fiches)*. 2 ed. 2012.
  18. REILLE, M., *STRATIFICATION DE LA PAROI POLLINIQUE, LES APPERTURES*, in *Leçons de PALYNOLOGIE et d'analyse pollinique*. 1990-2013. p. 1-2-9.
  19. Charpin, J. and D. Vervloet, *Allergologie*. p. 280.
  20. Marouf, A. and J. Raynaud, *La botanique de A à Z*. 2007: p. 104.
  21. REILLE, M., *Leçons de PALYNOLOGIE et d'analyse pollinique*. 1990-2013: p. 3-4-5-6-8.
  22. Hesse, M., et al., *Pollen Terminology. An illustrated handbook*. 2009.
  23. Straka, H., *Historique et synthèse de la terminologie de l'ectexine utilisée dans le recueil publié par l'APLF*. Bulletin de la Société Botanique de France, 1975. **122**(sup1): p. 19-44.
  24. ERDTMAN, G., *POLLEN MORPHOLOGY AND PLANT TAXONOMY*. 1986: p. 12-18-19-297.
  25. Roland, J.-C., et al., *Atlas BIOLOGIE VEGETALE 2.Organisation des plantes à fleurs*. 9 ed. 2001,2008. 94.
  26. SEMAH, A.-M., J. RENAULT-MISKOVSKY, and P.D.Y. COPPENS, *La biodiversité végétale menacée : Le pollen en témoin*. 2015.
  27. Erdtman, G., *Pollen morphology and plant taxonomy IV. Labiatae, Verbenaceae and Avicenniaceae*. Svenk Bot. Tidskr, 1945. **39**: p. 279-285.
  28. LAROUSSE. [cited 2020; Available from: <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/sustentation/75971>].
  29. Erdtman, G., *Pollen morphology and plant taxonomy*. New York, 1952: p. 6-24.
  30. raynal-roques, a., *la botanique redécouverte*. 2014: p. 320-323.
  31. Lequet, L., *Du nectar a un miel de qualité: Contrôles analytiques du miel et conseils Pratiques à l'intention de l'apiculteur amateur*. Travail de diplôme réalisé en vue de l'obtention d'un grade de doctorat vétérinaire. Université de Claude-Bernard-Lyon, 2010. **1**: p. 78.
  32. Karima, G., *Caractérisation physico-chimique et palynologique des sédiments des sites archéologiques du nord-est algérien, cas : d'Hippone, Madors et Khemissa.*, in *Departement de Biologie*. 2012, Université De Badji Mokhtar -Annaba-. p. 5-13.
  33. Thibault, M., *Le pollen apicole: ses propriétés et ses utilisations thérapeutiques*. 2017, Université de Lorraine.
  34. Hügel, M.-F., *Composition et propriétés du pollen: revue des travaux recents*. 1965.
-

- 
35. PONS, A., *Le pollen. Coll. Que sais-je ?* 1970, Presses universitaires de France. 128.
  36. Michel, C., *Journées de palynologie archéologique. In: Bulletin de l'Association française pour l'étude du quaternaire.* 1984: p. p. 233.
  37. Geoffroy, I.é.d.L.L., *Projet: pollens, allergies et climat* 2013: p. 7.
  38. Louisa, K., *Le contenu pollinique atmosphérique de la région de Annaba et sa relation avec la pollinose.* 2016, Université Badji Mokhtar Annaba. p. 12-13-17.
  39. ROCHE, E., *Atlas pollinique des régions montagneuses bordières du Lac Kivu.* 2016: p. 8.
  40. Rakotoarivelo, H., *Etude palynologique de quelques échantillons de la houille des couches IV et V du bassin de la Sakoa.* Bulletin de l'Académie Malgache. 1960.
  41. Piroux, A., *Evolution des classifications botaniques: utilitaires, morphologiques, phylogéniques.* DESS Ingénierie documentaire, Lyon, 2002. **50**: p. 38.
  42. québécoise, A.f., *Forêt conservation.* 1992: Association forestière québécoise.
  43. Cerceau-Larrival, M.-T., *Le pollen: gamétophyte mâle.* Bulletin de la Société Botanique de France. Actualités Botaniques, 1990. **137**(2): p. 7-30.
  44. Cavelier, E., *LE MIEL : COMPOSITION ET TECHNIQUES DE PRODUCTION.* 2013, ESIT \_ Université Sorbonne Nouvelle \_ Paris 3. p. 13.
  45. LOUVEAUX, J., A. Maurizio, and G. VORWOHL, *COMMISSION INTERNATIONALE DE BOTANIQUE APICOLE DE L'UISB: LES MÉTHODES DE LA MÉLISSO-PALYNOLOGIE.* Apidologie, 1970. **1**(2): p. 211-212
  
  46. Clot, B., *Pollen dans l'air du Plateau suisse.* 2007, Université de Neuchatel, Suisse. p. 18.
  47. Tchabi, F., et al., *Étude aéropalynologique de la commune d'Abomey-Calavi (Benin) au cours de la grande saison des pluies.* Revue Française d'Allergologie, 2017. **57**(4): p. 308-316.
  48. Livertoux, M.-H., *Pollen et allergie respiratoire: de l'intérêt de développer la surveillance aérobiologique.* 2268-3798, 2016.
  49. MASSAUX, C., *Pollens : une composition nutritionnelle d'intérêt !* 2016.
  50. Leroyer, C., D. Marguerie, and V. Zech-Matterne, *40 ans d'archéobotanique en France (1977-2017).* ArchoSciences. Revue d'archéométrie, 2018(42-1): p. 8
  
  51. Juteau, A., *Le pollen, de la protohistoire à l'ère industrielle. Paysage végétal et société à la pointe à Callière, Montréal, vers 1590 à 1879.* 2019: p. 22.
  52. Portères, R., *L'ethnobotanique: place-objet-méthode-philosophie.* Journal d'agriculture traditionnelle et de botanique appliquée, 1961. **8**(4): p. 102-109.
  53. BERVOETS, L., *Elémentaire, MON CHER POLLEN La palynologie contribue à la police scientifique et à l'étude sur les origines des continents.* 1999.
  54. Komosinska-Vassev, K., et al., *Bee pollen: chemical composition and therapeutic application.* Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine, 2015. **2015**.
  55. MICHAÏEL, B., *Thèse pour le diplôme d'état de docteur en pharmacie de l'université de LIMOGES: propriétés et usage médical des produits de la ruche.* 2010.
  56. Dalil, K., K. Raad, and M.E. Hammoum, *L'activité antioxydante du grain de pollen.* 2018.
  57. Domerego, R., G. Imbert, and C. Blanchard, *Remèdes de la ruche : découvrez tous les bienfaits santé des produits de la ruche ! : [miel, pollen, propolis, gelée royale].* 2006: Alpen éd. 28-29.
  58. Gharbi, M., *Les produits de la ruche, Origines-Fonctions naturelles-Composition, Propriétés thérapeutiques.* 2011, Thèse du doctorat. universite claud-bernardlyon I. p. 133-135.
  59. Rolland, Y. and B. Vellas, *La sarcopénie.* La Revue de médecine interne, 2009. **30**(2): p. 150-160.
  60. Sophie NADOT and Hervé SAUQUET. « GYMNOSPERMES », *Encyclopædia Universalis.* 2020; Available from: <https://www.universalis.fr/encyclopedie/gymnospermes/>.
  61. A, P., *le pollen presses universitaires de France* 1958: p. 124p.
-

- 
62. Kurmann, M.H., *Pollen morphology and ultrastructure in the Cupressaceae*. Acta botanica gallica, 1994. **141**(2): p. 141-147.
  63. [https://www.plantes-botanique.org/famille\\_pinaceae](https://www.plantes-botanique.org/famille_pinaceae).
  64. Michaud, Y., *Qu'est-ce que la diversité de la vie?:( )*. Vol. 11. 2003: Odile Jacob. 193.
  65. <http://www.cosmovisions.com/monocotyledones.htm>.
  66. Furness, C.A. and P.J. Rudall, *Pollen and anther characters in monocot systematics*. Grana, 2001. **40**(1-2): p. 17-25.
  67. Penet, L., *Evolution de la morphologie du pollen chez les Angiospermes: sélection naturelle et/ou contraintes développementales*. 2005.
  68. Morgado, L.N., et al., *Pollen morphology of Poaceae (Poales) in the Azores, Portugal*. Grana, 2015. **54**(4): p. 282-293.
  69. N Radaeski, J., D. Cunha, and S. Bauermann, *Diporate Pollen Grains of Poaceae Species: High Pollen Resolution for Reconstruction of Grasslands Vegetation*. Open Access Journal of Agricultural Research, 2017. **2**: p. 1-11.
  70. Hebda, R.J. and C. Chinnappa, *Studies on pollen morphology of Rosaceae*. Acta Botanica Gallica, 1994. **141**(2): p. 183-187.
  71. Hebda, R., C. Chinnappa, and B. Smith, *Pollen morphology of the Rosaceae of Western Canada: I. Agrimonia to Crataegus*. Grana, 1988. **27**(2): p. 97.
  72. Reitsma, T., *Pollen morphology of some European Rosaceae*. Acta Botanica Neerlandica, 1966. **15**(2): p. 293.
  73. Peirs, C., *Contribution à l'étude phytochimique de Galega officinalis L. (Fabaceae)*. 2005, École Doctorale Sciences des procédés (Toulouse). p. 25.
  74. Boumaza, N.K.O., *Recherche et détermination structurale des métabolites secondaires de Genista tricuspidata (Fabaceae), et Haloxylon scoparium (Chenopodiaceae)*. 2006: p. 3.
  75. Flores-Cruz, M., et al., *Morfología del polen de Mimosa serie quadrivalves (Leguminosae, Mimosoideae)*. Acta botánica mexicana, 2006(77): p. 1-13.
  76. Jumah, A., *Studies on the morphology of pollen grains of the Leguminosae—The Mimosoideae*. Ghana J. Sci, 1991. **36**(1): p. 96.
  77. Ceter, T., et al., *Pollen morphology of Astragalus L. section Hololeuce Bunge (Fabaceae) in Turkey*. Acta Botanica Gallica, 2013. **160**(1): p. 43.
  78. PINAR, M., et al., *Pollen morphology of Astragalus L. sect. Onobrychoidei DC. (Fabaceae) in Turkey*. Turkish Journal of Botany, 2009. **33**(4): p. 291.
  79. LUZ, C.F.D., et al., *Pollen grain morphology of Fabaceae in the special protection area (SPA) Pau-de-Fruta, Diamantina, Minas Gerais, Brazil*. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 2013. **85**(4): p. 1329-1344.
  80. Perveen, A. and M. QAISER, *Pollen flora of Pakistan-X. Leguminosae (subfamily: Caesalpinioideae)*. Turkish Journal of Botany, 1998. **22**(3): p. 145-150.
  81. Banks, H. and P. Gasson, *Pollen morphology and wood anatomy of the Crudia group (Leguminosae, Caesalpinioideae, Detarieae)*. Botanical Journal of the Linnean Society, 2000. **134**(1-2): p. 19-59.
  82. El Naggar, S.M., *Pollen morphology of Egyptian Malvaceae: an assessment of taxonomic value*. Turkish Journal of Botany, 2004. **28**(1-2): p. 227-240.
  83. Gabr, D.G.I., *Taxonomic importance of pollen morphology for some species of Brassicaceae*. Pakistan Journal of Biological Sciences, 2018. **21**: p. 215-223.
  84. d'Alger, W. and M. de Paris, *Guide illustré de la flore Algérienne*.
  85. Perveen, A., M. Qaiser, and R. Khan, *Pollen Flora of Pakistan—XLII. Brassicaceae*. Pakistan Journal of Botany, 2004. **36**(4): p. 683-684.
  86. Keshavarzi, M., S. Abassian, and M. Sheidai, *Pollen morphology of the genus Clypeola (Brassicaceae) in Iran*. Phytologia balcanica, 2012. **18**(1): p. 17.
  87. Myoung, L.S. and L.H. Yuon, *Pollen morphology of the family Lamiaceae in Mongolia*. Journal of Korean Nature, 2012. **5**(2): p. 169.
-

88. Moon, H.-K., et al., *Palynological evolutionary trends within the tribe Mentheae with special emphasis on subtribe Menthinae (Nepetoideae: Lamiaceae)*. Plant Systematics and Evolution, 2008. **275**(1-2): p. 97-101.
89. Trudel, M.C.G. and J. Morton, *Pollen morphology and taxonomy in North American Labiatae*. Canadian Journal of Botany, 1992. **70**(5): p. 975-978.
90. Doaigey, A.R., et al., *Pollen morphology of certain species of the family Lamiaceae in Saudi Arabia*. Saudi journal of biological sciences, 2018. **25**(2): p. 354-360.
91. d'Alger, W. and M. de Paris, *GUIDE ILLUSTRÉ DE LA FLORE ALGÉRIENNE دليل النباتات الجزائرية*.
92. Jin-tan, Z., *STUDY ON THE POLLEN MORPHOLOGY OF THE CHINESE FAMILY OLEACEAE [J]*. 植物学报 (英文版), 1982. **6**.
93. J.D.D. Tamokou, V.K., *Medicinal Spices and Vegetables from Africa*. 2017.
94. Petruzzello, M., *List of plants in the family Apiaceae*. 2019.
95. Golden alexander, Z.a., *Pollen grains reference library*. June 2015.
96. Hebda, R.J., *Pollen morphology of Ligusticum (Apiaceae) in Canada*. Canadian Journal of Botany, 1985. **63**(10): p. 1880-1887.
97. Akinnubi, F.M., A.J. Akinloye, and O.T. Oladipo, *Pollen grain morphology of some selected species of Asteraceae in South Western Nigeria*. Research in Plant Biology, 2014. **4**(6).
98. Erdtman, G., *Handbook of palynology: morphology, taxonomy, ecology*. 1969.
99. Adekanmbi, O., *Pollen grains of Asteraceae and analogous echinate grains*. International Journal of Botany, 2009. **5**(4): p. 295-300.
100. KIARED, G., *Etude des flux polliniques de l'atmosphère de la région d'Oran à partir de la station météorologique d'Es-Sénia Aéroport*. 2016, ENSA. p. 76.
101. Cheers, G., S. Page, and M. Olds, *Botanica-encyclopédie de botanique et d'horticulture*. 2003, Random House Australia/Könemann-Tandem Verlag GmbH.
102. Suc, J.-P., S. Fauquette, and S.-M. Popescu. *L'investigation palynologique du Cénozoïque passe par les herbiers*. in *Actes du Colloque "Les herbiers: un outil d'avenir. Tradition et modernité"*, Villeurbanne. Edit. Association française pour la Conservation des Espèces Végétales, Nancy. 2004.
103. Salard-Cheboldaeff, M., *Palynologie Camerounais I. Pollen de la mangrove et des fourrés arbustifs côtiers*. C, 1980.
104. Halbritter H. *Acacia dealbata*. In: *PalDat - A palynological database*. 2016, Mai 01 [cited 2020; Available from: [https://www.paldat.org/pub/Acacia\\_dealbata/300892](https://www.paldat.org/pub/Acacia_dealbata/300892)].
105. Choukry, K., *Les plantes à pollen allergisant en Algérie*. ALGERIAN JOURNAL OF NATURAL PRODUCTS, 2017. **5**(1): p. 405-416.
106. Kosenko, V., *Pollen morphology in the family Asphodelaceae (Asphodeleae, Kniphofieae)*. Grana, 1999. **38**(4): p. 218-227.
107. ; Available from: [https://www.researchgate.net/figure/Pollen-grains-of-Asphodelus-aestivus-at-different-stages-a-Young-microspore-b-Proximal\\_fig5\\_254257677](https://www.researchgate.net/figure/Pollen-grains-of-Asphodelus-aestivus-at-different-stages-a-Young-microspore-b-Proximal_fig5_254257677).
108. Boughediri, S. and M. Benslama, *Pluie pollinique et inventaire floristique dans la ville d'Annaba (Algérie)*. Nature & Technology, 2020(23): p. 63-73.
109. Radaeski, J., A. Evaldt, and S. Bauermann, *Anthropic pollen indicators: poaceae pollen of non-native species in Southern Brazil*. Open Access J Sci, 2018. **2**(2): p. 137-144.
110. Bombosi, P. *Calendula officinalis*. In: *PalDat - A palynological database*. 2016; Available from: [https://www.paldat.org/pub/Calendula\\_officinalis/301538](https://www.paldat.org/pub/Calendula_officinalis/301538).
111. Azizi, H., M. Sheidai, and M. Nouroozi, *Palynological study of the genus Carduus L. (Asteraceae) in Iran*. Iran J Bot, 2013. **19**(2): p. 211-220.
112. Halbritter, H. *Catananche caerulea*. In: *PalDat - A palynological database*. 2020; Available from: [https://www.paldat.org/pub/Catananche\\_caerulea/305815](https://www.paldat.org/pub/Catananche_caerulea/305815).
113. Halbritter, H. *Cercis siliquastrum*. In: *PalDat - A palynological database*. 2016; Available from: [https://www.paldat.org/pub/Cercis\\_siliquastrum/301556](https://www.paldat.org/pub/Cercis_siliquastrum/301556).

- 
114. Pollen wiki. *Chamaerops humilis*. 2018, Mai 10; Available from: [https://pollen.tstebler.ch/MediaWiki/index.php?title=Chamaerops\\_humilis](https://pollen.tstebler.ch/MediaWiki/index.php?title=Chamaerops_humilis).
  115. Asma, N., *Etude aéropalynologique de l'atmosphère de la région de Annaba (Cas des taxons allergisants)*. 2016, UNIVERSITE BADJI MOUKHTAR ANNABA.
  116. Al-Anbari, A.K., et al. *Pollen grain morphology of Citrus (Rutaceae) in Iraq*. in *International Conference on Plant, Marine and Environmental Sciences (PMES-2015)*, Jan. 2015.
  117. Dugrand-Judek, A., *Contribution à l'étude phytochimique et moléculaire de la synthèse des coumarines et furocoumarines chez diverses variétés d' agrumes du genre Citrus*. 2015. p. 48.
  118. Ashfaq, S., et al., *Microscopic investigations of palynological features of convolvulaceous species from arid zone of Pakistan*. *Microscopy Research and Technique*, 2018. **81**(2): p. 228-239.
  119. D'Ávila, V., et al., *Morphological characterization of pollens from three Apiaceae species and their ingestion by twelve-spotted lady beetle (Coleoptera: Coccinellidae)*. *Brazilian Journal of Biology*, 2016. **76**(3): p. 796-803.
  120. Chakass, M.A., F. Boussioud-Corbières, and J.-P. Reduron, *Étude palynologique de quatre espèces d'Apiacées alimentaires et médicinales (Coriandrum sativum L., Eryngium creticum Lam., Foeniculum vulgare Mill., Petroselinum crispum (Mill.) Fuss) au Liban*. *Acta botanica gallica*, 2011. **158**(1): p. 37-46.
  121. *Rebelle-santé, votre mensuel de santé naturelle*. avril 2004.
  122. Atta, A.E.-T.M., et al., *Cytological Studies on Some Egyptian species of Anthemideae (Asteraceae)*. *Egyptian Journal of Botany*, 2017. **57**(7th International Conf.): p. 103-110.
  123. Halbritter, H. *Cupressus sempervirens*. In: *PalDat - A palynological database*. 2005 [cited 2020; Available from: [https://www.paldat.org/pub/Cupressus\\_sempervirens/100309](https://www.paldat.org/pub/Cupressus_sempervirens/100309).
  124. Aboulaïch, N., et al., *Male phenology and pollen production of Cupressus sempervirens in Tetouan (Morocco)*. *Grana*, 2008. **47**(2): p. 132.
  125. H, H. *PalDat-A palynological database*. septembre 2016.
  126. Pollen Atlas. *Diplotaxis erucoïdes*. [cited 2020; Available from: <https://pollenatlas.net/brassicaceae/diplotaxis/diplotaxis-erucoïdes>.
  127. García-Ortega, P., et al., *Allergy to Diplotaxis erucoïdes pollen: occupational sensitization and cross-reactivity with other common pollens*. *Allergy*, 2001. **56**(7): p. 679-683.
  128. Loos, C.H., Heidemarie. *Echium vulgare*. In: *PalDat - A palynological database*. 2016; Available from: [https://www.paldat.org/pub/Echium\\_vulgare/302279](https://www.paldat.org/pub/Echium_vulgare/302279).
  129. Goda, D.I.G., *Taxonomic Importance of Pollen Morphology for Some Species of Brassicaceae*. *Pakistan journal of biological sciences: PJBS*, 2018. **21**(5): p. 215-223.
  130. PalDat - Palynological Database. *Genista hispanica*. 2016, Novembre 28; Available from: [https://www.paldat.org/pub/Genista\\_hispanica/302463](https://www.paldat.org/pub/Genista_hispanica/302463).
  131. Hanum, U., S. Wahyuni, and R.E. Susetyarini. *Studi Variasi Morfologi Pollen pada Beberapa Spesies dari Genus Hibiscus*. in *Proceeding Biology Education Conference: Biology, Science, Environmental, and Learning*. 2014.
  132. Halbritter, H. *Iris latifolia*. In: *PalDat - A palynological database*. 2018; Available from: [https://www.paldat.org/pub/Iris\\_latifolia/303194](https://www.paldat.org/pub/Iris_latifolia/303194).
  133. Noor, M.J., et al., *Palynological studies of cultivated plant species at University of Arid Agriculture, Rawalpindi, Pakistan*. *Asian Journal of Plant Sciences*, 2004. **3**(4): p. 476-479.
  134. Atalay, Z., et al., *Pollen morphology of the genus Lamium L. (Lamiaceae) and its systematic implications*. *Flora*, 2016. **219**: p. 68-84.
  135. Pollen wiki. *Malope trifida*. 2019, Aout 12; Available from: [https://pollen.tstebler.ch/MediaWiki/index.php?title=Malope\\_trifida](https://pollen.tstebler.ch/MediaWiki/index.php?title=Malope_trifida).
  136. Halbritter, H. *Malva sylvestris*. In: *PalDat - A palynological database*. 2016; Available from: [https://www.paldat.org/pub/Malva\\_sylvestris/302878](https://www.paldat.org/pub/Malva_sylvestris/302878).
  137. Javady T, A.K., *Pollen morphology of five Iranian olive (Olea europaea L.)*. 2001.
-

- 
138. H.khouani, M.C., N.Fajraoui, *épidémiologie de l'allergie à l'olivier, arbre méditerranéen symbole de paix et d'allergie*. 2008.
  139. Perveen, A. and M. Qaiser, *Pollen Flora of Pakistan XXII. Oxalidaceae*. Pakistan. Journal of Botany, 2003. **35**: p. 3-6.
  140. Oberschneider, W. *PalDat-A palynological database*. octobre 2016.
  141. Abu-Asab, M.S. and P.D. Cantino, *Systematic implications of pollen morphology in subfamilies Lamioideae and Pogostemonoideae (Labiatae)*. Annals of the Missouri Botanical Garden, 1994: p. 653-686.
  142. Al-Omar, M. and N. Al-Najjar, *PALYNOLOGICAL STUDY OF phlomis L.(LABIATAE) SPP. GROWN IN IRAQ AND ITS TAXONOMIC USES*. Iraqi Journal of Science, 2009. **50**(Supplement): p. 11-14.
  143. Heigl, H. *Pinus halepensis*. In: *PalDat - A palynological database*. 2020; Available from: [https://www.paldat.org/pub/Pinus\\_halepensis/303742](https://www.paldat.org/pub/Pinus_halepensis/303742).
  144. Klimko, M., et al., *Pollen morphology of Plantago species native to Poland and their taxonomic implications*. Acta Societatis Botanicorum Poloniae, 2004. **73**(4).
  145. Halbritter, H. *Prunus cerasifera*. In: *PalDat - A palynological database*. 2016; Available from: [https://www.paldat.org/pub/Prunus\\_cerasifera/301597](https://www.paldat.org/pub/Prunus_cerasifera/301597).
  146. Geraci, A., et al., *Investigation on the pollen morphology of traditional cultivars of Prunus species in Sicily*. Acta Societatis Botanicorum Poloniae, 2012. **81**(3).
  147. Halbritter, H. *Punica granatum*. In: *PalDat - A palynological database*. 2016; Available from: [https://www.paldat.org/pub/Punica\\_granatum/302847](https://www.paldat.org/pub/Punica_granatum/302847).
  148. Moon, H.-K., et al., *A search for phylogenetically informative pollen characters in the subtribe Salviinae (Mentheae: Lamiaceae)*. International journal of plant sciences, 2008. **169**(3): p. 455-471.
  149. Bombosi, P. *Sinapis alba*. In: *PalDat - A palynological database*. 2016; Available from: [https://www.paldat.org/pub/Sinapis\\_alba/301054;jsessionid=C92B8BDE68A149495ADB2742E589D084](https://www.paldat.org/pub/Sinapis_alba/301054;jsessionid=C92B8BDE68A149495ADB2742E589D084).
  150. Halbritter, H. and S. Ulrich. *Thymus* . In: *PalDat - A palynological database*. 2016-2019; Available from: <https://www.paldat.org/search/genus/Thymus;jsessionid=DDEB3A888FBDA8DEDAEE6E7E4DE93CB6>.
  151. Harley, M.M. and W.J. Baker, *Pollen aperture morphology in Arecaceae: Application within phylogenetic analyses, and a summary of record of palm-like pollen the fossil*. Grana, 2001. **40**(1-2): p. 45-77.
  152. O.H.ADEKANMBI, *Pollen grains of Asteraceae and analogous Echinete grains*. 2009.

---

# *Annexes*

---

---

## Annexe 1

### Réactifs utilisés

#### 1. Fuchsine de Ziehl (Préparation selon la firme JEULIN) :

Fuchsine basique	10g
Alcool à 90°	10ml
Eau bidistillée	90ml
acide phénique cristallisé	5g

#### 2. Vert de méthyle :

En solution aqueuse, acidifiée à l'acide acétique :

Eau bidistillée	100ml
Vert de méthyle	5g
acide acétique glacial	1cc

---

## Annexe 2

### Méthode d'Acétolyse :

L'acétolyse est une décomposition provoquée par l'action de l'acide acétique visant à éliminer les tissus des grains de pollen pour laisser intacte l'exine. Elle est considérée comme technique de conservation des pollens. C'est une fossilisation artificielle du pollen décrite par ERDTMAN en 1960.

Les différentes étapes de l'acétolyse sont :

- Placer les anthères ou sacs polliniques dans un tube à centrifuger et les écraser légèrement.
- Ajouter avec précautions, sous la hotte, quelques ml du mélange Anhydride acétique + acide sulfurique (9 parties + 1partie).
- Mettre au bain marie à froid et chauffer, enlever dès l'ébullition.
- Laisser refroidir
- Centrifuger à froid à 1800 tours/mn pendant 10 minutes
- Rincer à l'acide acétique : répéter deux fois la centrifugation et rinçage à l'acide acétique.
- Rincer à l'eau distillée puis centrifuger.
- Répéter le rinçage et centrifugation.
- Monter entre lame et lamelle dans la glycérine.
- Luter et observer.

---

## Résumé

### Résumé :

Le travail réalisé est une étude palynologique qui consiste en des observations microscopiques des grains de pollen de différentes espèces végétales de la flore de Tlemcen. Les observations ont été effectuées au microscope optique : d'abord sur pollen frais (espèces récoltées directement) ou secs (espèces récoltées et séchées) ; puis après coloration à la Fuschine de Ziehl (méthode de WODEHOUSE) ou parfois au vert de méthyl. Des fiches descriptives ont été élaborées avec des photographies du pollen (atlas pollinique) et les lames colorées ont été conservées et arrangées en palynothèque.

Ce travail nous a permis de montrer la diversité des grains de pollen. L'étude a concerné 38 espèces végétales de la région de Tlemcen appartenant à 21 familles : deux Gymnospermes et 36 Angiospermes dont 5 sont des Monocots. Les Gymnospermes étudiées : *Cupressus sempervirens* et *Pinus halepensis* ont montré un pollen sphérique et inaperturé avec deux ballonnets aérifères pour *Pinus halepensis*. Pour les Angiospermes, les observations ont montré un pollen monoaperturé (monoporé et monocolpé) pour les Monocots, seule exception *Chamaerops humilis*, et une prédominance du type triaperturé chez les Eudicots. D'autres types aperturaux ont été observés : hexacolpé chez les Lamiaceae, périporé chez les Malvaceae...L'étude a montré également une diversité d'ornementations (réticulée, verruquée, striée, rugulée, échinulée). Le choix du pollen de plusieurs espèces par famille nous a permis de constater des familles à caractères polliniques communs citons les Malvaceae, Asteraceae, Brassicaceae, Apiaceae, et d'autres pas, citons l'exemple des Fabaceae dont la morphologie du pollen diffère d'une sous-famille à une autre.

**Mots clés :** pollen, Tlemcen, atlas pollinique, palynothèque, étude microscopique.

### Absract :

The work carried out is a palynological study which consists of microscopic observations of the pollen grains of different plant species of the flora of Tlemcen. Observations were made under an optical microscope: First on fresh pollen (species collected directly) or dry (collected and dried species); then after staining with Zihels Fuschine (WODEHOUSE method) or sometimes with methyl green. Descriptive sheets were drawn up with photographs of the pollen (pollen atlas) and the colored slides were kept and arranged in a palynoteque.

This work allowed us to show the diversity of pollen grains. The study concerned 38 plant species from the Tlemcen region belonging to 21 families: two Gymnosperms and 36 Angiosperms, 5 of which are Monocots. The Gymnosperms studied: *Cupressus sempervirens* and *Pinus halepensis* showed a spherical and unapertured pollen with two air balloons for *Pinus halepensis*. For Angiosperms, observations showed a monoapertured pollen (monoporate and monocolpate) for monocots, the only exception being *Chamaerops humilis*, and a predominance of the triapertured type in Eudicots. Other apertural types have been observed: hexacolpate in Lamiaceae, periporate in Malvaceae ... The study also showed a diversity of ornamentation (reticulate, verrucate, streaked, rugulate, echinulate). The choice of the pollen of several species by family has enabled us to observe families with common pollen characters let's quote the Malvaceae, Asteraceae, Brassicaceae, Apiaceae, and other not, let us quote the example of Fabaceae whose pollen morphology differs from a sub-family to another.

**Keywords:** pollen, palynology, Tlemcen, pollen Atlas, palynothèque, microscopicstudy.

### الملخص :

الدراسة التي قمنا بها عبارة عن دراسة مجهرية لحبوب الطلع لأنواع نباتية مختلفة لمدينة تلمسان. أجريت هذه الملاحظات بواسطة المجهر الضوئي : أولاً على حبوب الطلع الطازجة ( بعد جمع النباتات مباشرة ) أو الجافة ( نباتات مجمعة و مجففة ) ؛ ثم بعد تلوينها بالفوشين (طريقة Wodehouse ) أو أحياناً بأخضر الميثيل . تم إنجاز قوائم مع صور لحبوب اللقاح ( أطلس حبوب اللقاح ) ، و الاحتفاظ بالشرائح الملونة و ترتيبها في مكتبة حبوب اللقاح .

سمح لنا هذا العمل بإظهار التنوع الكبير لحبوب الطلع .تناولت الدراسة 38 نوعاً نباتياً من منطقة تلمسان تنتمي إلى 21 فصيلة: اثنتان عاريات البذور و 36 كاسيات البذور، 5 منها أحادية الفلقة. أظهرت عاريات البذور: *Pinus halepensis* و *Cupressus sempervirens* بحبوب طلع كروية عديمة الفتحات مع أكياس هوائية بالنسبة لـ *Pinus halepensis* . بخصوص كاسيات البذور ، أظهرت الملاحظات وجود حبوب طلع أحادية الفتحة ( أحادية الثقب و أحادية الأخدود) لأحاديات الفلقة ، باستثناء *Chamaerops humilis* ، مع سيادة النوع ثلاثي الفتحات عند ثنائيات الفلقة الحقيقية . و قد لوحظت أنواع أخرى من الفتحات: سداسية الأخاديد عند Lamiaceae و متعددة الثقوب عند Malvaceae..... و أظهرت الدراسة أيضاً تنوعاً في زخرفة الجدار الخارجي لحبة اللقاح ( شبكية، ثللولية، مخططة، متعرجة، خشنة ) . مكنتنا دراسة حبوب اللقاح لعدة أنواع نباتية من كل فصيلة من ملاحظة فصائل ذات خصائص مشتركة نذكر منها: Apiaceae, Brassicaceae, Asteraceae, Malvaceae و أخرى غير متشابهة مثل Fabaceae، حيث يختلف شكل حبوب اللقاح من فصيلة فرعية إلى أخرى.

**الكلمات المفتاحية :** حبوب اللقاح ، تلمسان ، أطلس حبوب اللقاح ، مكتبة حبوب اللقاح ، دراسة مجهرية .

---