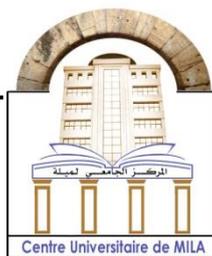


الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



N°Ref :.....

Centre Universitaire Abdelhafid BOUSSOUF- Mila

Institut des Sciences et de la Technologie

Département des Sciences de la Nature et de la Vie

**Mémoire préparé en vue de l'obtention du diplôme de
Master**

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Biotechnologie

Spécialité : Biotechnologie végétale

Thème :

**ETUDE POLLINIQUE DE QUELQUES
ESPECES BOTANIQUES**

Présenté par :

- **KERROUCHE Besma**
- **BOUSBAA Maissa**
- **TRIA Moufida**

Devant le jury :

Dr. BELATTAR	Hakima	MCA	Présidente
Dr. ZERFAFA	Chafia	MCB	Examinatrice
Dr. BOUSMID	Ahlem	MCB	Promotrice

Année Universitaire : 2021/2022

Remerciement

*Tout d'abord, nous voudrions remercions **ALLAH** tout puissant, qui nous avons aidé dans notre carrière universitaire. Nous avons atteint ce stade malgré les différents obstacles rencontrés, et nous le remercions de nous avoir donné la capacité et la patience sur ce long chemin.*

*Nous tenons à exprimer nos vifs remerciements à notre promotrice **Madame le Docteur BOUSMID Ahlem**. Pour ses judicieux conseils et surtout pour avoir proposé ce sujet et de l'avoir pris en charge.*

Nous remercions les membres du jury d'avoir accepté de critiquer et d'améliorer ce travail.

Dr. BELATTAR Hakima et Dr. ZERFA Chafia.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail:

*À Pour l'esprit de ma mère rabbi yerhemha elle est toujours dans mon cœur, à mon père **AHMED** leur amour, leur tendresse, leur sacrifice, et leur patience envers moi. Je ne saurais jamais comment exprimer mes sentiments pour avoir veillé sur mon éducation, jamais je ne peux les remercier assez d'avoir donné le meilleur d'eux même que Dieu les protège*

*A mes très chers frères **WAIL** et **WASSIM** qui n'ont pas cessée de me conseiller, encourager et soutenir tout au long de mes études. Que Dieu les protège et leur offre la chance et le bonheur.*

*A mon adorable petite sœur **WIAM** qui sait toujours comment procurer la joie et le bonheur pour toute la famille.*

*A mes chère binôme **MAISSA** et **MOUFIDA** pour les beaux moments vécus tout a long de notre cursus universitaire et aussi pour l'aide, les conseils et le soutien morale. Que dieu protège notre chère amitié.*

A toute ma famille

A tous ceux qui me sont chers.

A tous ceux qui m'aiment.

A tous ceux que j'aime.

Avec tous mes souhaits de bonheur, de santé et de prospérité.

BESMA

Dédicace

C'est avec une très grande émotion et un immense plaisir que

je dédie ce modeste travail :

*A mes très **CHERS PARENTS** qui m'ont soutenu durant
toute la durée de mes études.*

*A Mes frères **Ilyes** et **Sayf**.*

*A Mes soeures **Nerdjiss** , **Kenza** , **Amira** , **Amina** , **Afef** et
Imen pour leurs encouragements permanents, pour leur appui
et leur soutien moral que dieux les protège et leurs offre lan
chance et le bonheur.*

*A mes chère binôme **BESMA** et **MOUFIDA***

*A mes chers amies **Hind**, **Rima**, **Roumaïssa***

A ma grande mère

A tous les membres de ma famille, petits et grands.

MAISSA

Dédicace

C'est avec un très grand honneur que je dédie ce modeste travail :

À mes très chers biens aimés

Mon père et ma mère

Ma grande mère

*À mes sœurs **Afaf, Nadjet et Lamia***

*À mes frères **Moussa et Aymen***

*À tout mes amis en particulier, mes belles **Besma Et Maissa***

A tous ceux que j'aime.

À tout la famille Tria et kadja.

MOUFIDA

Table des matières

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction

CHAPITRE I : ÉTUDE BIBLIOGRAPHIQUE

PARTIE I : LES ANGIOSPERMES

1. Définition	5
2. Origine des Angiospermes	5
3. Cycle de reproduction des Angiospermes	6
4. Fleurs et inflorescences	7
4.1. La fleur	7
4.1.1. Les pièces florales	8
a. Le réceptacle floral	8
b. Les sépales	8
c. Les pétales	8
d. Les tépales	9
e. Le périanthe	10
4.1.2. Types de fleur	10
4.2. Inflorescence	10
4.2.1. Les différents types inflorescences	10
a. Les inflorescences indéfinies	11
b. Les inflorescences définies.....	11
c. Les inflorescences composées	11
5. Les organes reproducteurs (Appareil reproducteur).....	12
5.1. Les organes reproducteurs femelles (les carpelles)	12

5.1.1. Organisation des carpelles	12
5.1.2. Nombre de carpelles	14
5.1.3. Disposition des carpelles	14
5.2. Les organes reproducteurs mâles (les étamines)	14
5.2.1. Organisation des étamines	14
5.2.2. Nombre d'étamines	15
5.2.3. Disposition des étamines	15

PARTIE II : LES GRAINS DE POLLEN

I. Gamétophyte mâle (Les grains de pollen)	18
1. Définition	18
2. Caractères microscopiques de pollen	18
2.1. Forme.....	18
2.2. Taille.....	19
2.3. Structure.....	19
2.3.1. L'intine.....	20
2.3.2. L'exine	20
2.3.3. Apertures.....	21
2.4. Morphogénèse du pollen	21
3. Types polliniques	22
4. Propriétés physico-chimique	24
4.1. Les lipides	25
4.2. La teneur en eau.....	25
4.3. Acidité et pH.....	25
5. Propriétés organoleptiques	25
5.1. La couleur	25
5.2. La taille	25
5.3. Odeur	25

5.4. Gout	26
5.5. Apparence	26
6. Le développement des organes reproducteurs males	26
6.1. La formation de l'anthere	26
6.2. La formation du pollen	27
6.3. Libération des grains de pollen.....	28
6.3.1. Pollinisation	28
6.3.2. Les modalités de la pollinisation	28
6.3.3. Les étapes de la pollinisation	29
7. Tube pollinique	30

CHAPITRE II : MATERIELS ET METHODES

I. Présentation de la zone d'étude.....	34
1. Localisation géographique de Mila	34
2. Limites territoriales	34
2.1. Organisation administrative.....	34
2.2. Climat	35
2.3. Relief	35
2.4. Hydrographie	35
II. Matériels et méthodes	37
1. Matériels	37
IV. Méthodes	39
1. Etude pollinique	39
1.1. La date de floraison	39
1.2. L'échantillonnage	39
1.3. Extraction des grains de pollen	40
1.4. Préparation du pollen pour l'observation microscopique.....	41
a- Dégraissage.....	41

b- Lavage	42
c- La coloration de masse des grains de pollen	43
d- Montage entre lame et lamelle.....	44
e- Observation microscopique	45
2. Méthodes d'analyses physico-chimiques	45
2.1. Détermination de la teneur en eau	45
2.2. Le pH	47

CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION

1. <i>Prunus armeniaca</i> L.....	52
2. <i>Pyrus communis</i> L.....	53
3. <i>Citrus sinensis</i> L.....	54
4. <i>Citrus limon</i> .L	55
5. <i>Citrus aurantium</i> L.....	56
6. <i>Olea europaea</i> L.	57
7. <i>Phoenix dactiferam</i> L. :.....	58
8. Pollen apicole	59
9. Evaluation de la viabilité des grains de pollen (coloration d'Alexander)	60
10. Le pH	61
11. La détermination de la teneur en eau	62
Conclusion.....	64

Références bibliographiques

Résumé

Abstract

الملخص

Liste des figures

Figure	Titre	Page
01	cycle de reproduction chez les Angiospermes..	6
02	Organisation d'une fleur type d'Angiospermes	7
03	Les principaux types d'inflorescences	12
04	Etapés génétiques de la formation de gamétophyte femelle	13
05	Formation d'un gamétophyte femelle d'Angiospermes. Modifiés d' après	14
06	a. Schéma représentatif d'une étamine, b. Section transversale d'une anthère mûre de lis (<i>l'ilium sp</i>)	15
07	Etapés génétiques de la formation de gamétophyte mâle	16
08	Formation d'un gamétophyte male d'angiospermes. Modifié d'après	16
09	Ornementations du pollen	20
10	Composition du grain de pollen	21
11	Principaux type de pollen en fonction du type d'aperture (VE= vue équatoriale, VP= vue polaire)	23
12	Principaux type d'ornementation	24
13	le développement de l'anthère	27
14	Représentation schématique temporelle des stades d'interaction entre les grains de pollen d'une Angiosperme et les différents tissus récepteurs femelles.	30
15	Structure du tube pollinique	32
16	Localisation géographique de la wilaya de Mila	34
17	Découpage administratif de la wilaya de Mila	35
18	Barrage de Béni-Haroun	Erreur ! Signet non défini.

19	La collecte des fleurs	40
20	Extraction mécanique de pollen	40
21	Observation au binoculaire des étamines	41
22	Dégraissage des grains de pollen.	42
23	lavage des grains de pollen	43
24	Action de colorants divers.	44
25	Montage de pollen entre lame et lamelle.	45
26	Observation microscopique des grains de pollen de <i>Phoenix dactylifera</i> L.	45
27	Séchage des grains de pollen dans l'étuve.	47
28	La détermination de pH .	48
29	Préparation de coloration d'Alexander.	49
30	Coloration de pollen.	50
31	Photographie microscopique des grains de pollen <i>Prunus armeniaca</i> L. (Gr 40x10).	52
32	Photographie microscopique des grains de pollen <i>Pyrus communis</i> L. (Gr 40x10)	53
33	Photographie microscopique des grains de pollen <i>Citrus sinensis</i> L. (Gr 40x10).	54
34	Photographie microscopique des grains de pollen <i>Citrus limon</i> L. (Gr 40x10).	55
35	Photographie microscopique des grains de pollen <i>Citrus aurantium</i> L. (Gr 40x10).	56
36	Photographie microscopique des grains de pollen <i>Olea europaea</i> L. (Gr 40x10).	57
37	Photographie microscopique des grains de pollen <i>Phoenix dactyliferam</i> L. (G 40x10).	58
38	Photographie microscopique des grains de pollen (Gr 40x10).	59

39	Coloration des grains de pollen en fonction de la méthode utilisée.	60
40	Le pH des espèces étudiés	61
41	La teneur en eau des échantillons du pollen	62

Liste des tableaux

Tableau	Titre	Page
1	Matériels et produits utilisées	37
2	Espèces étudiés	38
3	La solution colorante a été préparée selon la formulation d'Alexander (1969) en mélangeant	49

Liste des abréviations

µm : micromètre

VE: vue équatoriale.

VP : vue polaire.

A: cellules archésporiales.

Co: connectif.

Ep: épiderme.

Fc : faisceau conducteur.

Pa: assise pariétale.

Sp: cellule sporogène.

Ci: couche intermédiaire.

En: endothécium.

Ms: cellule mère de spores.

St: stomium.

Tae: tapis extern.

Sp: sac pollinique.

Td: tétrade.

Tai: Tapis interne.

Msp: microspore.

Po: pollen.

PME: pectines methylesterases

H% : Humidité ;

M1 : Masse de la capsule plus la matière fraîche avant étuvage ;

M2 : Masse de l'ensemble après étuvage ;

P : Masse de la prise d'essais.

Ms : La matière sèche du pollen en pourcentage.

INTRODUCTION

Introduction

Les Angiospermes (*Angio* : récipient fermé, *sperma* : graine) sont les plantes à fleurs, apparus il y a 130 millions d'années. Elles sont 350000 espèces herbacées et arborescentes.

Les Angiospermes se divisent en deux classes : les monocotylédones et les dicotylédones, ces derniers sont caractérisés par des graines ayant deux cotylédons.

L'organe reproducteur femelle le pistil, se compose d'un ovaire gonflé à sa base, d'un style long et d'un stigmate les ovules présents à l'intérieur de l'ovaire. L'organe reproducteur mâle appelé l'étamine, est constituée d'un mince filament avec une anthère à l'extrémité. Au sein de l'anthère, la cellule mère du pollen se divise par méiose pour produire des microspores qui mûrissent en grains de pollen (**Ressayre et al., 2002**).

Le pollen des Angiospermes est composé de deux cellules entourées d'une paroi d'exine. Les apertures sont des régions où la paroi est amincie, permettant les échanges entre le pollen et le milieu extérieur, la germination et la formation du tube pollinique et limitant les risques de rupture de la paroi (**Ressayre et al., 2002**).

Les Angiospermes présentent une très grande diversité dans le nombre et la disposition des apertures. On observe deux ensembles morphologiques distincts :

- Les pollens mono-apertures qui sont observés chez les Monocotylédones ;
- Les pollens tri-apertures qui sont observés chez les Eudicotylédones (**Erdtman, 1952**).

Le pollen contribue à la biodiversité :

- Par la diversité de sa forme et de son ornementation
- Par son rôle reproducteur stock génétique avec des caractères qui s'exprimeront ou non dans l'embryon obtenu après la fécondation (**Bousmid, 2019**).

Dans notre travail, nous apprendrons les caractéristiques morphologiques des grains de pollen, leurs propriétés physico-chimiques et on a terminer par l'évaluation leur viabilité.

Le présent travail est structuré en trois chapitres :

Le premier chapitre sera consacré pour les données bibliographiques sur les Angiospermes (Définition, origine, cycle de développement, fleurs et inflorescence, les organes reproducteurs) et aussi sur les grains de pollen (Définition, Caractères microscopiques de pollen, Propriétés

physico-chimique, Propriétés organoleptiques, Le développement des organes reproducteurs males, Tube pollinique)

Le deuxième chapitre comprend l'expérimentation qui a été réalisé au laboratoire et les techniques utilisées pour la réalisation de notre objectif.

Le troisième chapitre on présentera la discussion de notre résultats obtenus, et les perspectives et enfin la conclusion.

CHAPITRE I

ÉTUDE

BIBLIOGRAPHIQUE

PARTIE I

LES

ANGIOSPERMES

1. Définition

Les Angiospermes sont des végétaux dont les organes reproducteurs sont condensés en une fleur, à la différence des Gymnospermes dont la graine est nue. Ainsi, les Angiospermes sont communément appelées « plantes à fleurs ».

Les Angiospermes forment un ensemble d'environ à 350000 espèces de plantes qui sont essentiellement caractérisées par le fait qu'elles produisent des graines incluses, dès leur origine, à l'intérieur d'un fruit.

C'est le groupe le plus récent, les premiers restes Angiospermiens indiscutables remontant au Barrémien (Crétacé inférieur), donc le plus évolué, et aussi le plus riche. Les Angiospermes sont si communes que c'est habituellement à certaines d'entre elles que l'on pense d'abord, quand on évoque le monde végétal. (**plantes-botanique.org**)

Il existe aussi bien des Angiospermes dioïques (dont les fleurs mâles et femelles sont portées par des pieds différents) que monoïques (dont les fleurs mâles et femelles sont portées par le même pied). Mais la plupart des fleurs sont hermaphrodites. Au centre des fleurs, on retrouve ainsi à la fois l'organe reproducteur femelle, le pistil, et l'organe reproducteur mâle, l'étamine.

2. Origine des Angiospermes

Les Angiospermes, ou Plantes à fleurs, seraient apparues au Crétacé inférieur, près de l'équateur, il y a environ 130 millions d'années. Les Angiospermes auraient d'abord été confinées à des niches écologiques délaissées par les autres groupes alors dominants puis, à partir du Crétacé moyen, elles auraient envahi le reste du globe par radiation adaptative grâce à leurs appareils végétatifs et reproducteurs particulièrement performants. La coévolution avec les insectes et les vertébrés a certainement contribué à leur expansion rapide et à leur succès sur les autres lignées. Il ne faut cependant pas négliger l'avantage évolutif que constituerait le raccourcissement du cycle de reproduction (**Kleiman, 2001**).

3. Cycle de reproduction des Angiospermes

L'appareil reproducteur des Angiospermes est la fleur dont les microsporophylles mâles sont les étamines et dont les macrosporophylles femelles sont les carpelles.

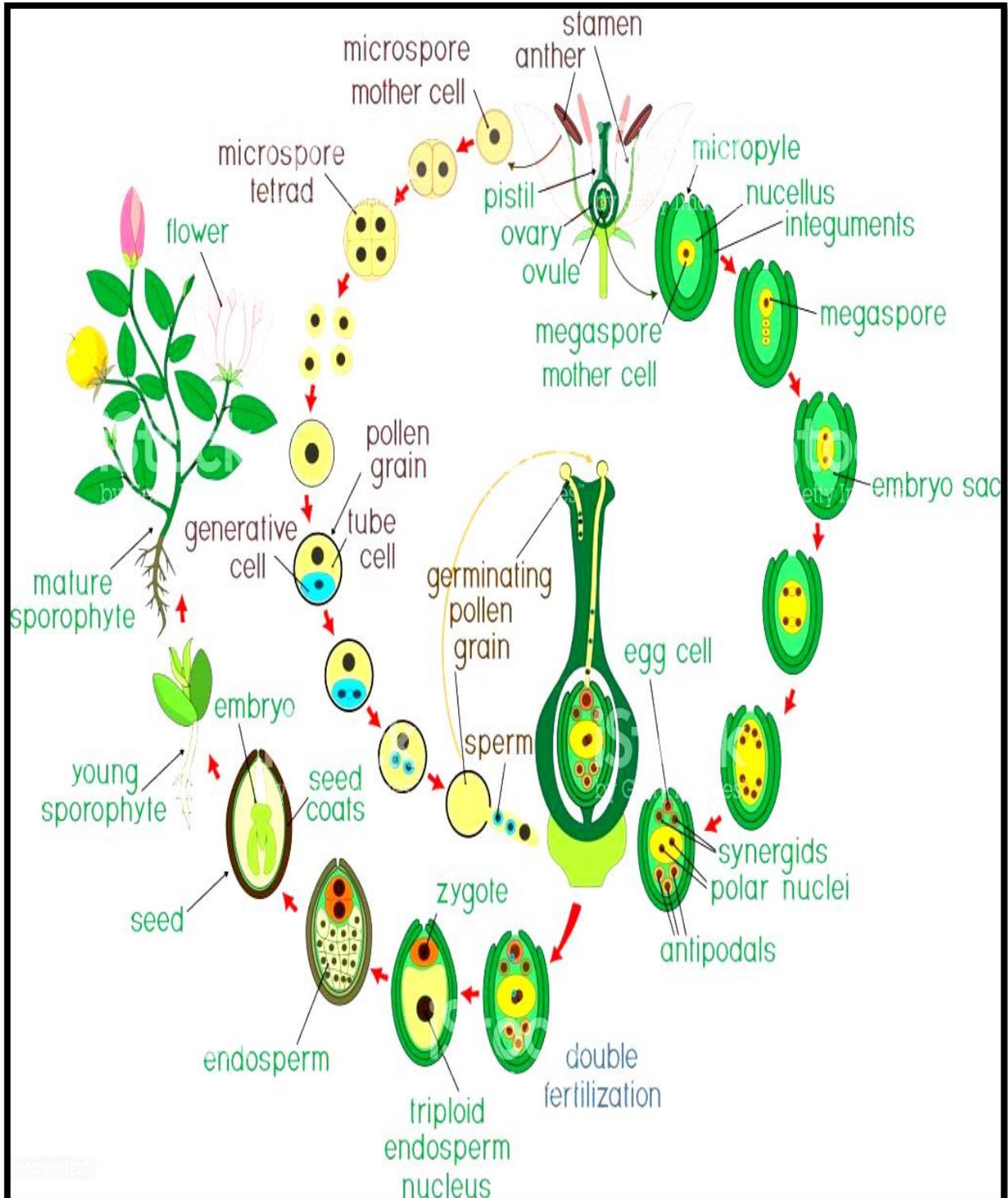


Figure 01 : cycle de reproduction chez les Angiospermes. (shutterstock.com).

Dans les étamines, quatre microsporangies (sacs polliniques) produisent par méiose des tétrades de microspores haploïdes (cellules-mère, du pollen). Chaque microspore se divise à son tour pour donner le micro gamétophyte mâle, ou grain de pollen, c'est-à-dire un noyau végétatif et un noyau spermato gène; ce dernier se divisera encore pour donner deux noyaux reproducteurs.

Dans l'ovule (macrosporange), une cellule-mère de la macrospore subit une méiose pour donner quatre macrospores haploïdes dont trois dégènèrent. La macrospore survivante subit alors trois mitoses successives pour donner une cellule avec huit noyaux: c'est le sac embryonnaire à huit noyaux, seuls les deux noyaux polaires et l'oosphère fusionneront avec les deux noyaux reproducteurs mâles. Après pollinisation et germination du tube pollinique, un des noyaux reproducteurs mâles fusionne avec l'oosphère pour donner le zygote, tandis que le second fusionne avec les deux noyaux polaires pour donner un tissu nourricier triploïde, l'albumen. Le zygote donne un embryon qui se développe dans le sac embryonnaire, tandis que les téguments de l'ovule forment la paroi de la graine (Spichiger et al ., 2002).

4. Fleurs et inflorescences

4.1. La fleur

La fleur est un ensemble composite constitué de diverses pièces spécialisées. Elle contient les organes sexuels de la plante et se trouve en position terminale ou latérale sur la tige.

C'est un organe qui a servi et sert encore d'élément de reconnaissance et de classification pour de nombreux botanistes. En effet, le nombre de pièces florales, leur couleur, leur disposition varient d'une fleur à l'autre. Cependant les caractères généraux de l'appareil reproducteur sont relativement constants. (Dunod, 2010).

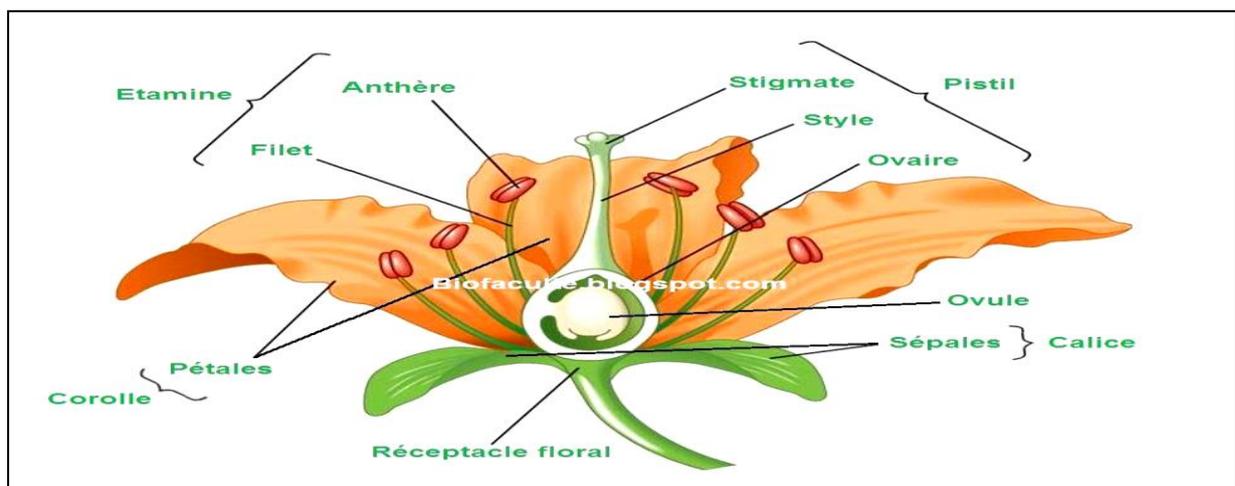


Figure02 : Organisation d'une fleur type d'Angiospermes (khaymasvt.ma).

4.1.1. Les pièces florales

a. Le réceptacle floral

C'est la partie terminale de l'axe portant une fleur (pédoncule floral). Il peut être plus ou moins bombé. Et parfois très allongé (Renonculacées et Magnoliacées).

Les pièces florales sont insérées sur ce réceptacle florale, soit suivant une spirale, soit le plus souvent, suivant des cycles ou verticilles (fleure cyclique). Quelque fois, les pièces les plus externes sont en verticilles et les plus internes en spirale (fleure hémicycliques rencontrées chez certaines Renonculacées). Le nombre de verticilles des pièces florales est un critère important en systématique traditionnelle. Quand les pièces florales verticilles, elles sont le plus souvent disposées en alternance d'un verticille à l'autre (loi de l'alternance).

Quand une fleur à plusieurs plans de symétrie, elle est dite actinomorphe (en étoile).

Quand elle n'a qu'un seul plan de symétrie (en principe verticale), elles sont dit zygomorphe dans certaines cas, il n'existe aucun plan de symétrie : la fleure est dite asymétrique (**Guignard, 2014**).

Le réceptacle floral porte parfois des glandes nectarifères ou un disque nectarifère.

b. Les sépales :

L'ensemble des sépales constitue le calice. Ce sont, le plus souvent, des pièces vertes mais ils peuvent être également plus ou moins colorés (on parle alors de sépales pétaloïdes). Ils peuvent tomber à l'ouverture du bouton floral : sépales caduques ; le plus souvent, ils disparaissent au moment de la formation du fruit mais ils peuvent persister (fréquent chez les Solanacées : tomate) (**Green et al ., 2015**).

Les sépales sont le plus souvent libres (calice dialysépale) mais ils peuvent être également plus ou moins soudés (calice gamosépale).

Dans certaines fleurs, le calice est doublé, à l'extérieur, par des pièces vertes en nombre variable (ex: Malvacées, Rosacées).

On attribue aux sépales un rôle de protection des pièces internes plus fragiles.

c. Les pétales

L'ensemble des pétales forme la corolle. Ce sont des pièces discrètes et verdâtres, comme chez les fleurs polonisées par le vent. Le plus souvent ce sont des pièces colorées portant parfois des ornements remarquables (**Green et al ., 2015**).

Un pétale comprend théoriquement deux parties : une partie plus ou moins étroite (l'onglet) et une partie en général élargie (le limbe). Certains possèdent des cellules sécrétrices de nectar. Comme les sépales, les pétales peuvent être libres (corolle dialypétale, ou plus au moins soudés (corolle gamopétale).

Quand ils sont présents et colorés, les pétales interviennent dans la pollinisation. Leur couleur est adaptée aux insectes (plantes entomogames) ou autres animaux pollinisateurs. Même lorsqu'il s'agit de pétales blancs, ils contiennent des molécules (des flavonoïdes) qui émettent dans l'ultraviolet et sont donc visibles par certains insectes. Chez les espèces politisées par le vent (anémogames), les pétales sont inutiles à la pollinisation, ils sont soit absent soit réduits et verdâtres (**Robert, 1998**).

Il existe plusieurs types de corolle : en croix, étoilé, en roue, tubuleux, en entonnoir, en trompette, en cloche, unilobé, bilabié, en languette, papilionacé... Couleur des pétales.

Les flavonoïdes sont présent dans de très nombreuses espèces végétales, dans les feuilles, les fleurs, le pollen et les fruits .Leurs concentration augmente avec l'exposition au soleil, constituant de ce fait un écran protecteur contre les photos et thermo dégradation (**Larson, 1988**).

Les flavonoïdes agissent principalement comme antioxydants primaires (**Macheix & Fluriet, 1993**).

Bien que le vert soit la couleur prédominante du monde végétale, c'est la coloration chatoyante des pétales des fleurs, des fruits, des bractées ou éventuellement des feuilles qui attirent surtout l'homme et les animaux.

Ces teintes qui varient de l'écarlate, au rose, au violet et au bleu, sont dues à la présence de pigments dénommés anthocyanes qui appartiennent aux flavonoïdes. D'autres classes de flavonoïdes (les chalcones et les aures par exemple) contribuent à la coloration jaune de certaines fleurs. Cependant d'autres composés, les flavones, sont responsables de la coloration blanche de pétale de certaines fleurs (**Macheix et al ., 1990**).

Les hétérosides des cyanidines, pelargonidine et delphinidine sont les plus fréquents et contribuent à la coloration rose, rouge écarlate, rouge orangée, pourpre et bleu de toutes les fleurs. Les hétérosides des seules cyanidines se trouvent dans plus de 80 % des fleurs colorées et dans 50 % des fleurs (**Hopkins, 2003**).

d. Les tépales

Signifie sépales et pétales sont morphologiquement identiques.

e. Le périanthe

Il est composé le plus souvent de sépales formant le calice et de pétales forment la corolle.

On utilise des termes précis pour indiquer le nombre des pièces au niveau des verticilles du périanthe :

Fleur dimère (ou de type deux) : deux pièces par verticille (deux sépales plus deux verticilles pétales chacun). Exemple d'Ophrys musciferaHuds ; Fleur trimère (ou de type trois) : trois pièces par verticille (trois sépales plus trois pétales chez la plupart des Monocotylédones. Ex: Liliacées (tulipe, ail), Amaryllidacées, Iridacées; Fleur tétramère (ou de type quatre) ; quatre pièces par verticille chez les Brassicacées (choux, radis) ; Fleur pentamère (ou de type cinq) : cinq pièces par verticille chez la plupart des Dicotylédones : Rosacées (cerisier, prunier) (Coutanceau, 1962).

4.1.2. Types de fleur

Les fleurs des plantes dioïques possèdent des étamines pour les mâles et des pistils pour les femelles, au contraire des plantes monoïques qui ont les fleurs mâles et femelles sur le même pied. La reproduction de ces plantes étant plus complexe, seulement 6% des végétaux sont dioïques, et 7% sont monoïques, alors que les plantes hermaphrodites sont les plus nombreuses, affichant pistils et étamines sur le même fleur. (gammvert.fr).

4.2. Inflorescence

Les fleurs se groupent souvent en inflorescence dont on distingue deux types fondamentaux :

- La grappe et ses variétés dont l'axe principal ne portent généralement pas de fleur (inflorescence indéfinie).
- La cyme ou un fleure termine chaque fois axe principale (inflorescences définie) le passage d'une tige à développement végétatif elle forme alors indéfiniment des bourgeons à l'origine de nouvelle ramification végétatives à inflorescences (les bourgeons se transforment en fleur) est sus dépendances génétiques.

4.2.1. Les différents types inflorescences

Chez la plupart des espèces, plusieurs fleurs sont produites sur une même plante et sont regroupées en inflorescences.

a. Les inflorescences indéfinies

Les inflorescences indéfinies ne possèdent pas de fleur terminale : les bourgeons qui se trouvent à l'apex de l'axe initial ne se transforment pas en fleur et peuvent théoriquement conduire à une croissance illimitée de l'axe initial.

Les fleurs apparaissent à partir de bourgeons latéraux, les plus âgées se trouvant au bas de l'inflorescence.

Dans certains cas, une fleur terminale peut finir par apparaître, mais elle se différencie en dernier.

Dans les inflorescences on distingue :

- les grappes
- les épis
- les corymbes
- les ombelles
- les capitules

Toutes inflorescences indéfinies dérivent de la grappe.

b. Les inflorescences définies

L'axe initial porte une fleur terminale qui est la première formée : il ne s'accroît donc plus.

Des axes secondaires se développent et se comportent comme l'axe primaire les inflorescences définies sont des cymes.

c. Les inflorescences composées

Sont des inflorescences qui portent des inflorescences secondaires à la place des fleurs et dont les combinaisons sont très variées. Les inflorescences secondaires peuvent être :

- De même type que l'inflorescence principale : ce sont par exemple des grappes de grappes (Brassicacées, dont Arbidopsis) des ombelles d'ombelles (Ombellifères ou Apiacées). des épis d'épis (Carminées ou Poacées).

-D'un type différent : ce sont par exemple des grappes d'épis (nombreuses poacées) des corymbes ou des cymes de capitules (composés ou Astéracée).

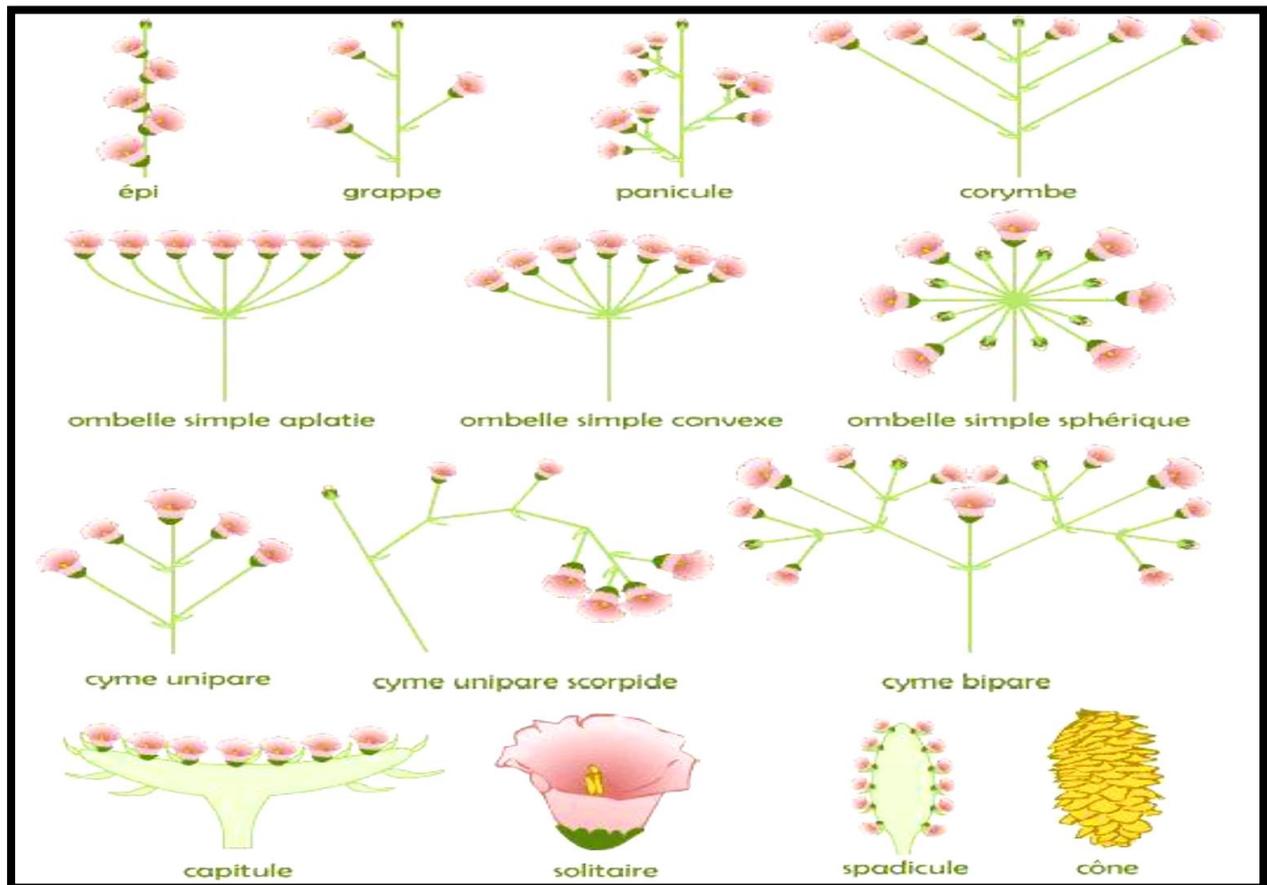


Figure 03 : Les principaux types d'inflorescences (i.pinimg.com)

5. Les organes reproducteurs (Appareil reproducteur)

L'appareil reproducteur est « constitué par une ou plusieurs fleurs dont la fonction sera de Produire de nouvelles graines qui assureront la dissémination de l'espèce, l'appareil Reproducteur apparaît dans le dernier temps de la vie des angiospermes. ». L'appareil Reproducteur est représenté par l'inflorescence des plantes, les fleurs ainsi que les graines et Les fruits (filleul, 2018).

5.1. Les organes reproducteurs femelles (les carpelles)

Les organes reproducteurs femelles sont les ovules contenant un gamétophyte femelle (Chantale, 2001).le point central de la fleur est le pistil (gynécée), qui est formé d'au moins un carpelle (Wolfgang & Dieter, 2013).

5.1.1. Organisation des carpelles

Un carpelle est formé d'une partie basale renflée contenant le ou les ovules, l'ovaire. Le plus Souvent, l'ovaire se continue par un filament, le style (la voie de passage du tube pollinique

vers la cavité De l’ovaire), qui se termine par une partie plus ou moins renflée, le stigmate. C’est au niveau du stigmate Que se dépose le pollen (**Heller, 1998**).

L’ovaire contient un ou plusieurs ovules (méga sporanges) pourvus d’un ou de deux téguments Et insérés sur des placentas (**Ozenda, 2000**).

L’ovule est de forme ovoïde et est limité extérieurement par deux téguments (parfois d’un seul) Interrompus par un micropyle. Cet ovule contient le gamétophyte femelle haploïde, quiet inclus dans Les tissus diploïdes appartenant à la plante-mère. C’est le sac embryonnaire. Cet individu haploïde est Généralement octonuclés. Les 8 noyaux résultent de trois divisions successives d’une méga spore (**Yadegari & Drews, 2004**).

Après une méiose suivie d’une mitose, il y a 7 cellules qui généralement s’agencent en 3 cellules Au pôle micropylaire (une oosphère flanquée de deux synergides), 3 autres au pôle opposé (les antipodes) et deux noyaux centraux surnommés selon les auteurs de polaires, secondaires ou accessoires (**Laberche, 2004**).

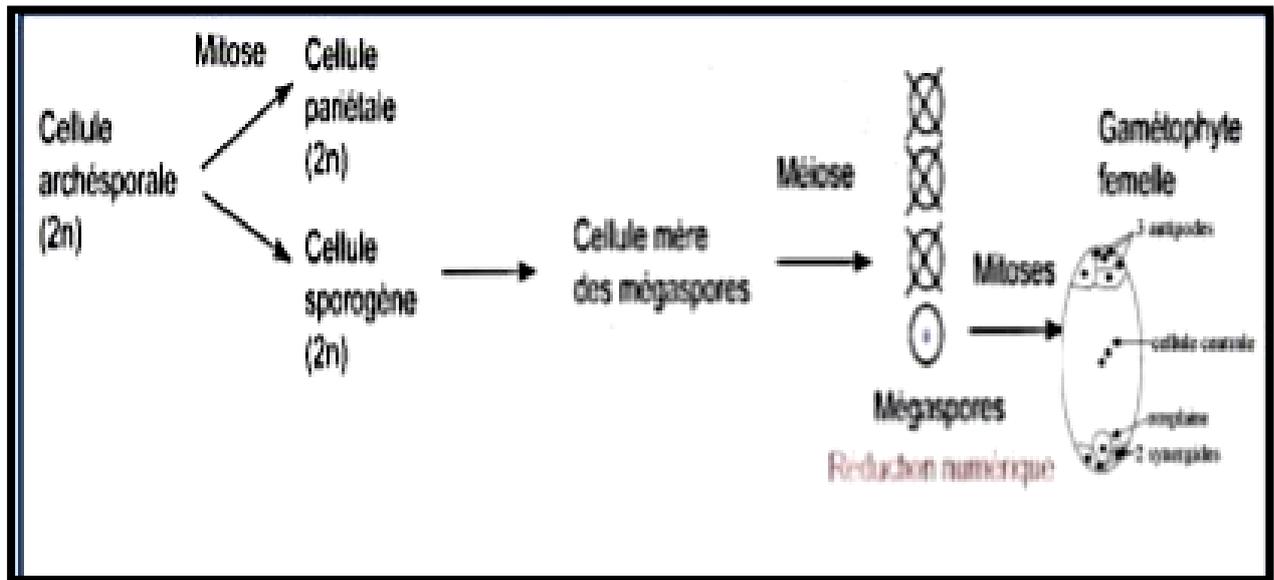


Figure 04 : Etapes génétiques de la formation de gamétophyte femelle (**Richard et al ., 2014**).

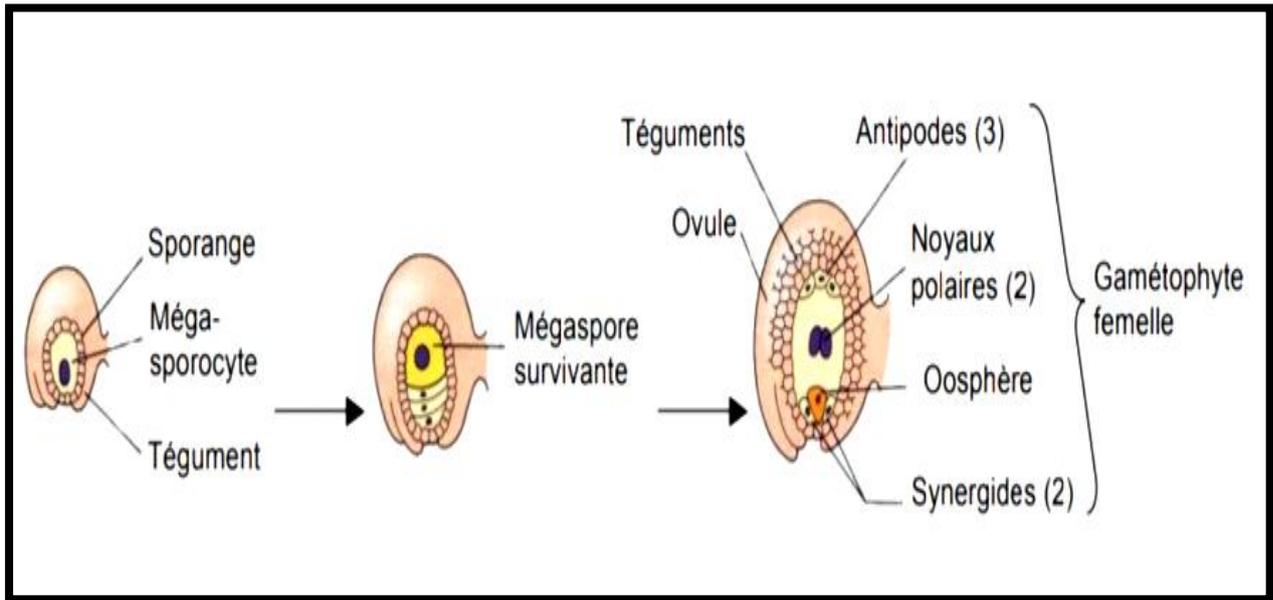


Figure 05 : Formation d'un gamétophyte femelle d'Angiospermes. Modifiés d' après (Campbell & Reece, 2004).

5.1.2. Nombre de carpelles

La fleur peut posséder un seul carpelle ou plusieurs dizaines. Il n'y en a pas dans le cas des fleurs Unisexuées mâles.

5.1.3. Disposition des carpelles

Quand il y a plusieurs carpelles, ceux-ci peuvent être libre (dialycarpie) ou soudés (gamocarpie). Divers cas sont à envisager suivant le degré de cette soudure (Pacini, 2000).

5.2. Les organes reproducteurs mâles (les étamines)

Les organes reproducteurs mâles contiennent des microsporangies déhiscentes qui libèrent des gamétophytes mâles ou grains de pollen. Les organes reproducteurs mâles peuvent être assimilés à des étamines (Chantale, 2001).

5.2.1. Organisation des étamines

L'étamine est constituée de deux parties, le filet et l'anthère. Le filet est rattaché au réceptacle Florale porte l'anthère. Cette dernière est formée deux thèques contenant chacune deux sacs Polliniques. Elle est constituée de quatre couches qui sont, de l'extérieur vers l'intérieur, L'épiderme, l'endothecium c'est-à-dire la future assise mécanique, la couche moyenne qui Formera les assises transitoires et le tapis. Ces quatre couches entourent un loculé qui est Rempli d'un liquide, le fluide loculaire (Dibos, 2010).

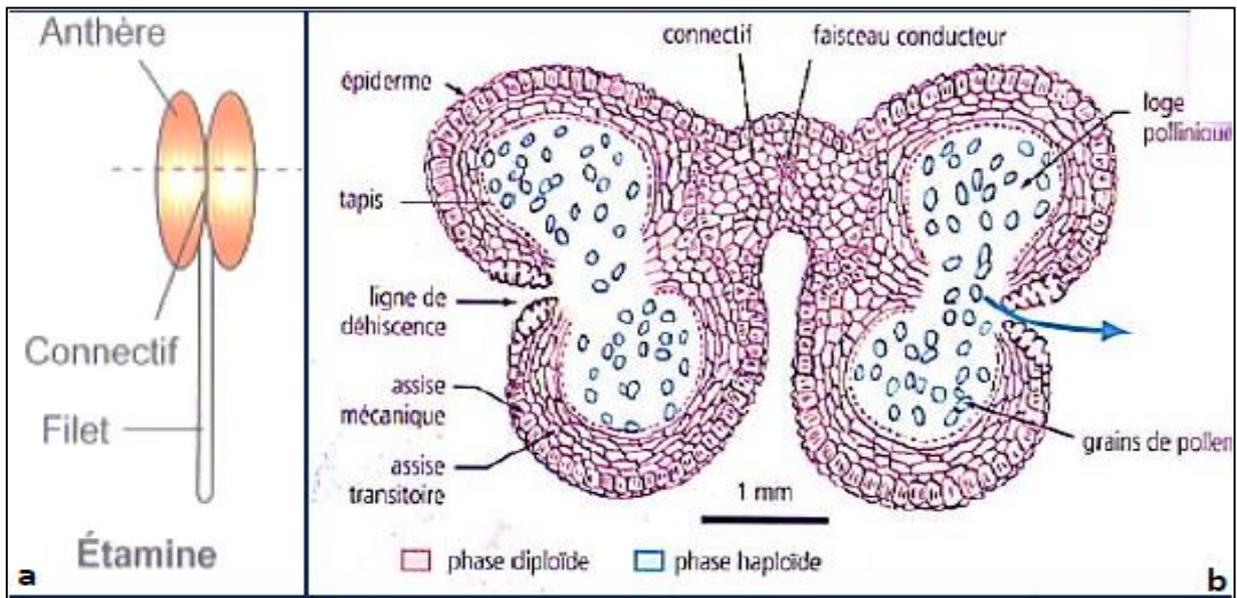


Figure 06 : a. Schéma représentatif d'une étamine, b. Section transversale d'une anthère mûre de lis (*l'ilium sp*) (D'après Came fort & Boué, 1985).

5.2.2. Nombre d'étamines

Le nombre varie, selon les espèces, d'une seule étamine à plusieurs dizaines. Chez les espèces unisexuées femelles, il n'y a pas ou bien elles sont stériles.

5.2.3. Disposition des étamines

Les étamines nombreuses peuvent être toutes libres, disposées en faisceaux ou soudées des différentes façons (Pacini, 2000). Les grains de pollen se forment dans les étamines. A l'origine se trouvent des microspores Diploïdes entourées de cellules nourricières (Bedinger, 1992). Par la méiose ces microspores évoluent En tétra spores haploïdes qui vont continuer à se diviser, au moins une fois, par une simple mitose avant De s'entourer d'une enveloppe rigide épaisse constitué de deux couche contenant de la cellulose : l'exine Et l'intine (Laberche, 2004) .

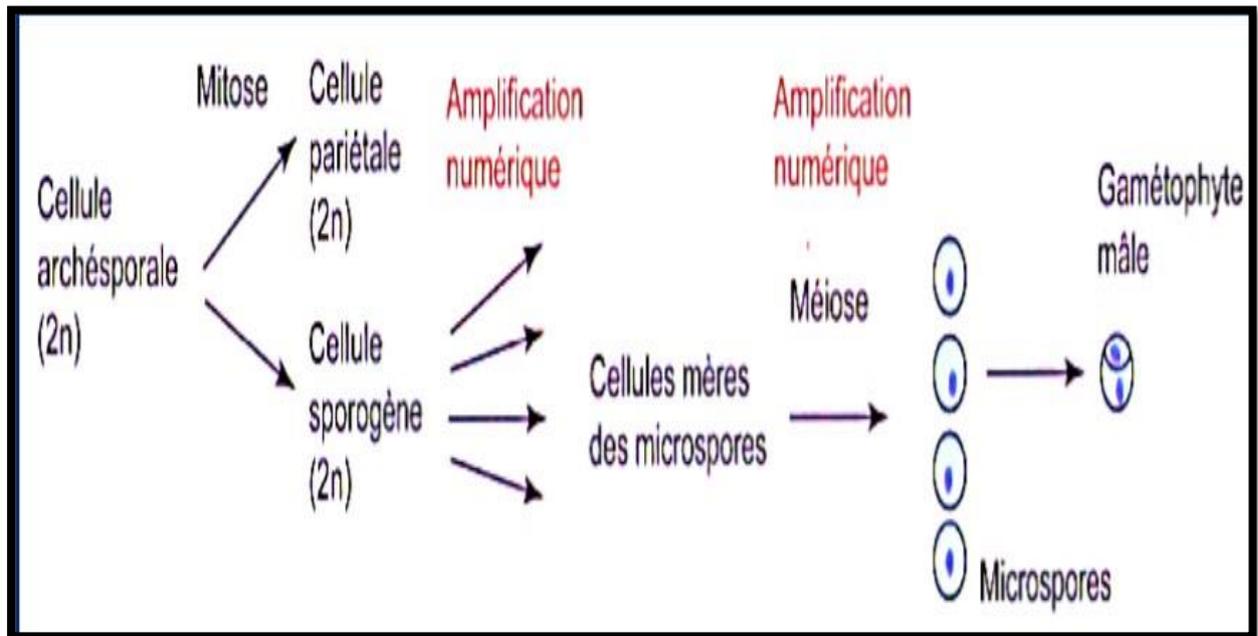


Figure 07 : Etapes génétiques de la formation de gamétophyte mâle (Richard et al., 2014).

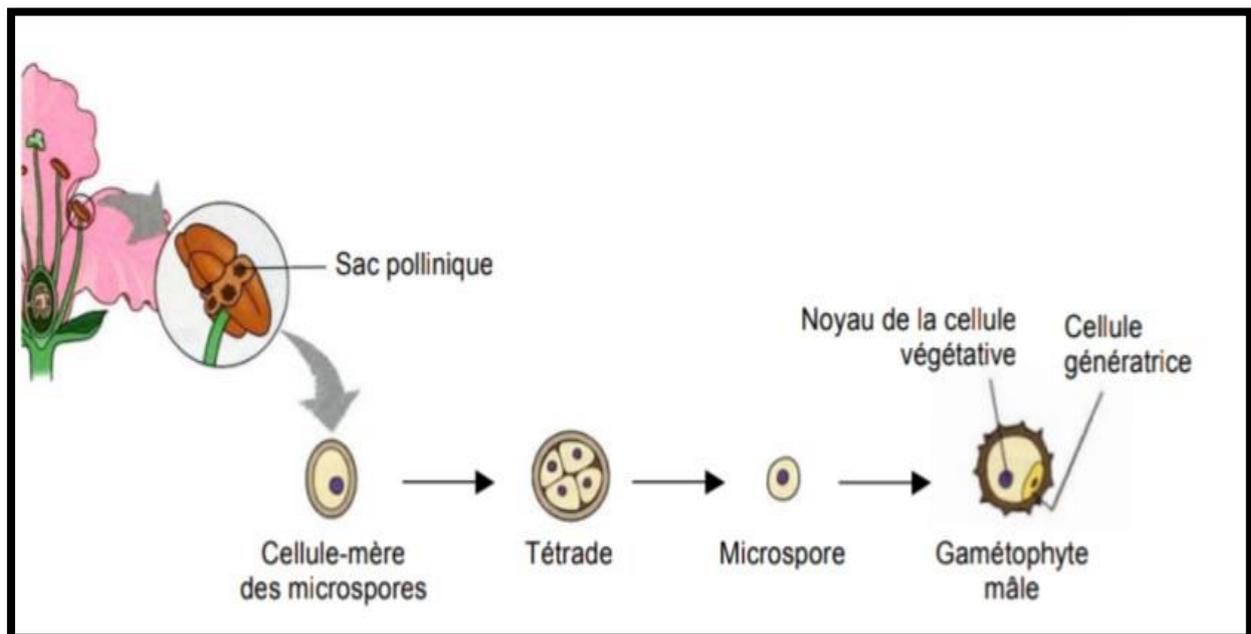


Figure 08 : Formation d'un gamétophyte male d'angiospermes. Modifié d'après (Campbell & Reece, 2004)

PARTIE II

LES GRAINS DE

POLLEN

I. Gamétophyte mâle (Les grains de pollen)

Plus à l'intérieur, à la suite du périanthe, on trouve un ou plusieurs verticales d'étamines, composées d'un filet généralement grêle et des anthères, espèces de sachets qui renferment la poussière fécondante appelée pollen (**Wolfgang & Dieter, 2013**)

Le grain de pollen (du grec palé : farine ou poussière). C'est la poussière séminale des auteurs des XVII et XVIIIe siècles. Son rôle est connu grâce aux travaux de Camerarius (1664), de Miller (1751) et de Kolreuter (1752). Ses premières descriptions liées au développement du microscope sont dues en particulier à Nedham (1745) et à Adanson (1763), dont il utilise la viabilité de la forme pour sa classification (**Bousmid, 2019**)

1. Définition

Le grain de pollen, ou microgamétophyte, est un petit organisme haploïde, produit par le sporophyte lors de la reproduction (**Charlotte, 2015**).

Le grain de pollen est la cellule sexuelle mâle de forme diverse et la taille d'une plante à fleur. C'est un corps microscopique qui contient la cellule reproductrice mâle d'une plante. Il est essentiel dans le processus de fertilisation d'une plante (**Pushpa, 2019**). Elles proviennent des étamines des fleurs visitées, plus précisément, du tissu sporogène, contenu par les sacs polliniques eux-mêmes portés par les anthères situées au sommet des étamines. Le pollen est l'unique source de protéines dans la ruche ce qui en fait un alimentant dispensable pour la colonie (**Cousin, 2014**).

2. Caractères microscopiques de pollen

2.1. Forme

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

Les grains de pollen sont sphériques ou ovales, plus ou moins déformés généralement jaunes, parfois rouges, noirs ou bleuâtres (**Laaidi et al ., 1997**).

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

Certains pollens sont bréviaxes ($P < E$).

D'autres sont longiaxes ($P > E$).

D'autres sont équiaxes ($P = E$).

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

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

2.2. Taille

La taille des grains de pollen varie de 5 μm à 250 μm pour certaines. Un grand nombre de pollens anémophiles mesurent entre 20 et 60 μm . (**Charpin, 1986**).

2.3. Structure

Le pollen a une structure microscopique à nombre de cellules haploïdes réduit. Chez les Angiospermes (plantes à fleurs) le pollen est bicellulaire dans 70% des cas (Astéracées, etc.) ou tricellulaire dans 30% des cas (Apiacées, Bouraginacées, etc.) (**Marouf, 2007**) (**Richard et al., 2012**). Le pollen est adapté à un transport dans le milieu aérien de par une paroi protectrice et une vie ralentie liée à sa déshydratation (**Chassany et al., 2012**). L'ensemble de ces cellules est protégé par une paroi constituée d'une couche interne, l'intine, de nature pectocellulosique et d'une couche externe, l'exine, imprégnée de sporopollénine. Deux gros ballonnets remplis d'air, formés par un décollement de l'exine, favorisent sa dispersion par le vent (**Chassany et al., 2012**).

Chez les Angiospermes les grains de pollen bicellulaires sont constitués : d'une cellule végétative de grande taille avec un gros noyau et une vacuole et d'une cellule spermatogène accolée à la cellule végétative, ou incluse dans celle-ci. La cellule spermatogène donne, par mitose, les deux noyaux spermatiques haploïdes lors de la croissance du tube pollinique (**Richard et al., 2012**). Les grains de pollen tricellulaires résultent de la division précoce de la cellule spermatogène, dans les anthères avant la libération du pollen. Le grain de pollen est entouré d'une paroi dont l'origine est double : l'intine et l'exine (**Richard et al., 2012**).

L'enveloppe pollinique est appelée sporoderme, (**Kefti, 2016**) comportant essentiellement deux couches concentriques : l'intine et l'exine (**Charpin, 1986**).

2.3.1. L'intine

Est la couche interne, mince et composée de cellulose et des molécules pectiques. Elle s'épaissit au niveau des ouvertures. Cette enveloppe est synthétisée par le tétra spore elle même. (Richard et al., 2012).

2.3.2. L'exine

La couche externe, plus épaisse et complexe, constituée d'une substance caractéristique, la sporopollénine (polymérisation oxydative de caroténoïdes et d'esters de caroténoïdes) et porte des glycoprotéines qui interviennent dans les processus de compatibilité lors de la germination du pollen (Richard et al., 2012).

L'exine est subdivisée en deux sous-couches :

- L'endexine, homogène et continue.
- L'ectexine très ornementée l'ectexine est formée de columelles dont le développement et la distribution forment la structure. Ces columelles peuvent être isolée cylindriques ou renflées, plus ou moins hautes. D'après leurs formes, elles portent différents noms (gemmales, bacules, clavules, échinules...).

Elles peuvent être fusionnées latéralement et au sommet pour former un mur et un toit ou tectum. Le tectum peut également supporter des éléments de sculpture. Lorsque la fusion des columelles est complète, l'ectexine n'est plus qu'une couche continue et homogène (Charpin, 1986).

- L'exine joue un rôle de protection.

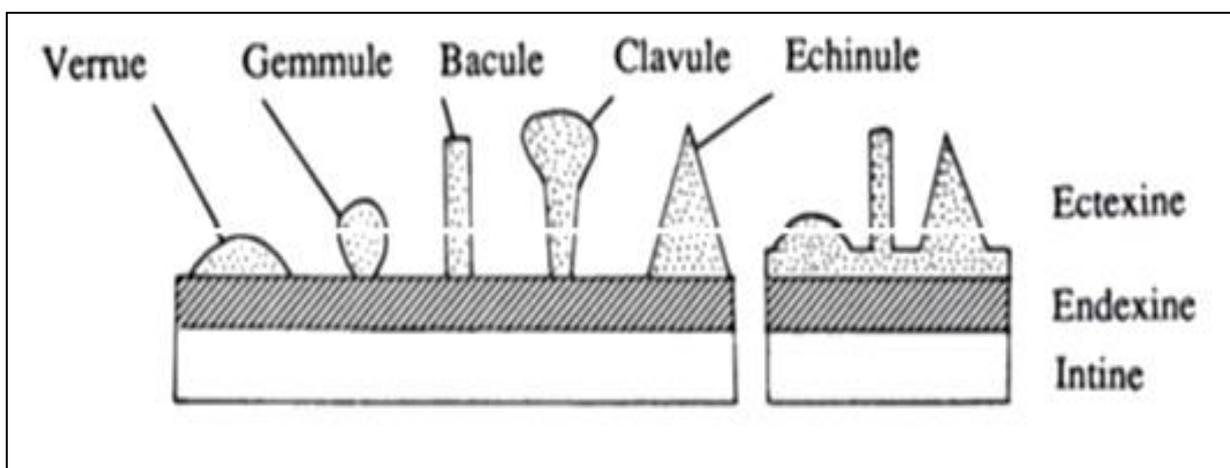


Figure 09 : Ornements du pollen (Reille, 1990).

2.3.3. Apertures

Les grains de pollen sont pourvus ou non d'apertures : ce sont des ouvertures dans l'exine par où sort le tube pollinique au moment de la germination. Ces ouvertures permettent également la régulation du volume des grains de pollen en fonction de l'humidité ambiante. Quand les apertures sont arrondies, ce sont des pores, quand elles sont allongées, ce sont des sillons ou colpi. Ces apertures sont situées au pôle quand le grain n'a qu'un seul pore ou qu'un seul sillon, elles sont sur toute la surface du grain quand celui-ci est polyporée ou polycolpé. Dans la majorité des cas, les apertures sont régulièrement réparties au niveau de l'équateur et sont au nombre de trois. Le type d'aperture le plus courant est la superposition d'un sillon et d'un pore : le pollen est coloré (**Charpin, 1986**).

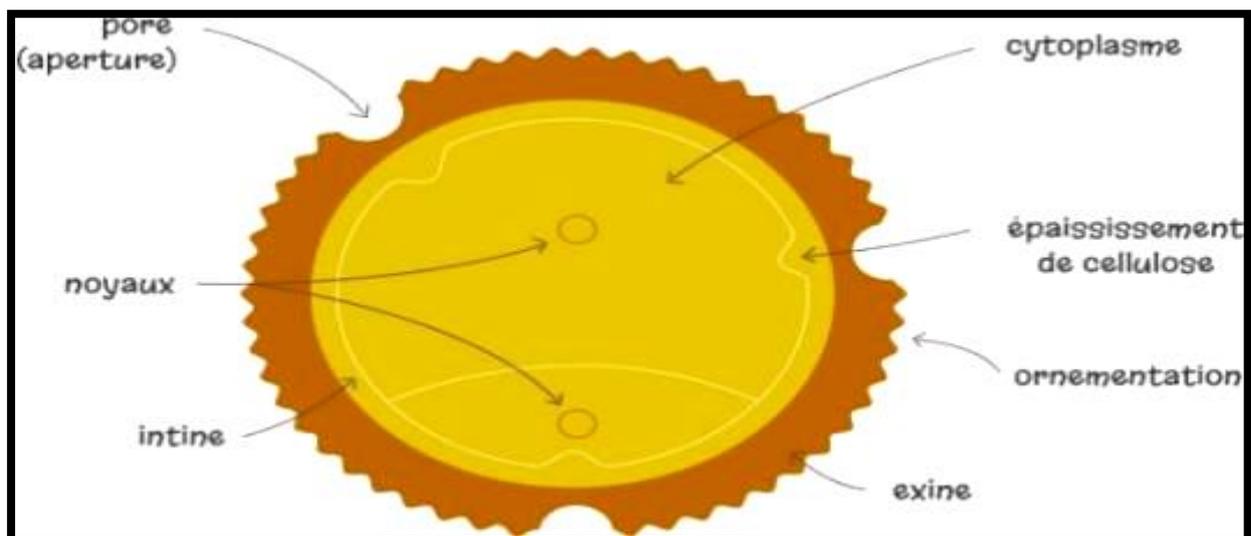


Figure 10 : Composition du grain de pollen (encyclopollens.fr)

2.4. Morphogénèse du pollen

Les pollens sont responsables de la transmission du matériel génétique mâle, chez les végétaux supérieurs. Ils sont produits dans les sacs polliniques à partir des cellules mères aux noyaux diploïdes volumineux. Chaque cellule mère subira deux divisions successives pour donner quatre cellules filles haploïdes appelées microspores qui par la suite se différencieront en grains de pollen (**Renault-Myskovsky & Petzold, 1992**).

Le pollen se développe dans des sacs polliniques, qui s'ouvrent à maturité pour les libérer dans l'atmosphère (**Guérin & Michel, 1993**). Chez les Angiospermes, les étamines (organes

reproducteurs mâles) sont au centre de la fleur entourant le pistil (organe reproducteur femelle). Chaque étamine comporte une anthère (partie fertile) formée de 2 loges renfermant chacune 2 sacs polliniques où se forment les grains de pollen (**Roland et al ., 2008**) (**Kessler & Harly, 2011**).

Lorsqu'il est immature, un sac pollinique ne contient pas encore de pollen mais un tissu sporogène formé de cellules mères diploïdes (**Chassany et al ., 2012**). Chaque cellule mère diploïde subit une méiose donnant quatre petites cellules haploïdes restant transitoirement groupées : ce sont les microspores. (**Chassany et al ., 2012**) Chaque microspore, subit une (à 2) mitose(s) formant une cellule végétative et une cellule génératrice.

La séparation des jeunes microspores après les différentes divisions peut être incomplète, le grain de pollen peut donc contenir plusieurs cellules attachées l'une à l'autre : deux cellules (diade), quatre cellules (tétrade) 8 ou 16 cellules (polyades) (**Reille, 1992**).

La plupart des grains de pollen ont en général une courte durée de vie, quelques jours au mieux.

3. Types polliniques

La figure 11 ci-dessous illustre une partie de la diversité des apertures observées chez les Angiospermes. Nous voyons que le nombre, la forme, mais aussi la disposition des apertures sont variables : par exemple, chez les espèces tricolpées et tricolporées les apertures sont équatoriales, tandis qu'elles sont réparties sur toute la surface du grain de pollen chez les espèces pantocolpées et pantoporées.

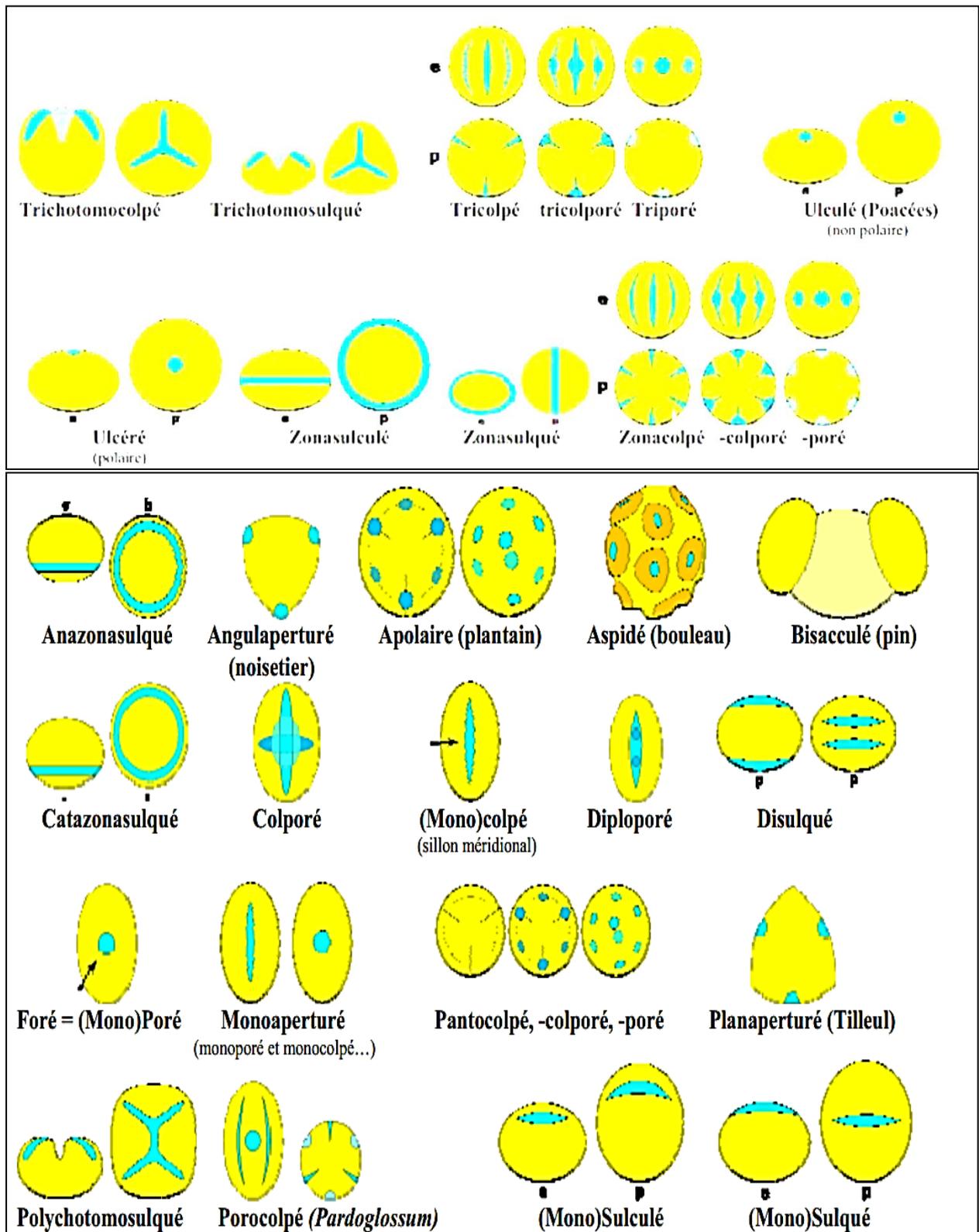


Figure 11 : Principaux type de pollen en fonction du type d'aperture (VE= vue équatoriale, VP= vue polaire) (Douzet, 2007).

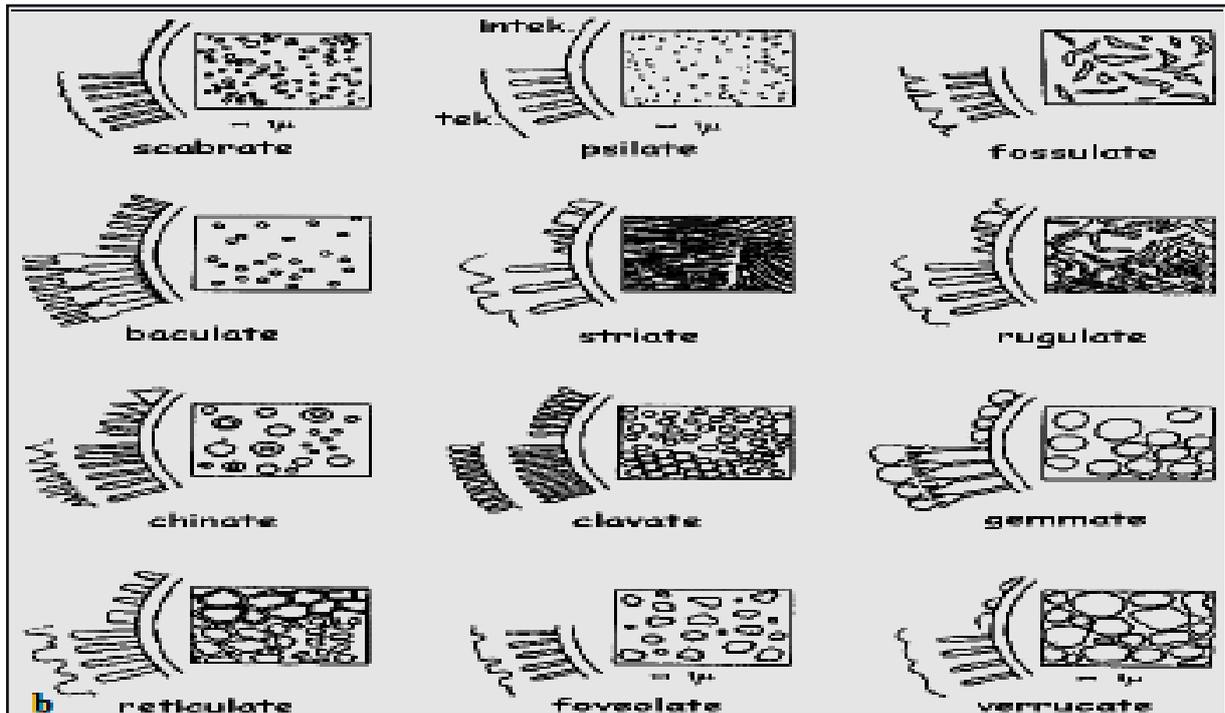


Figure 12 : Principaux type d'ornementation (Vaughn, 2008)

4. Propriétés physico-chimique

Il existe plusieurs paramètres physico-chimiques dont certains permettent de différencier entre le pollen, parmi ces paramètres (le pH, la teneur en eau ... etc.).

Le pollen contient un certain pourcentage d'eau : 10-12% pour le pollen fraise 4% pour le pollen asséché.

Les taux de glucides dans le pollen varient suivant l'espèce de 15 % à 75 %, il est environ de 30 % en moyenne pour la plupart des fleurs et de 50 % par exemple pour le pollen de datte. Ces glucides sont les fructoses, les glucoses et le saccharose en moindre proportion. Le pollen contient des lipides avec une teneur entre 1 et 20%, dont une grande partie d'acides gras essentiels et une forte proportion de protéines (de 16 à 40 %) contenant tous les acides aminés connus (pollen-syndicat apicole artésien.html).

Le pollen contient également :

- Un grand nombre de vitamines (vitamine du groupe B, vitamine C, D, E)
- Des substances minérales et oligoéléments (calcium, chlore, cuivre, magnésium, manganèse, phosphore, potassium, silicium, soufre). (Donadieu, 1982)

- Un certain nombre d'enzymes comme l'amylase, l'invertase et certaines phosphatases.
- Des substances antibiotiques actives.
- Une substance accélératrice de la croissance. (**Donadieu, 1982**) On y trouve aussi des coenzymes, stérols, flavonoïdes, des pigments, des arômes et des huiles volatiles. (pollen-syndicat apicole artésien.html).

4.1. Les lipides

Ils sont principalement issus de l'exine du grain de pollen. Le pollen regroupe une grande variété de lipides comme : des acides gras essentiels (linoléique, linoléique, arachidonique), des cires, des glycérides, des hydrocarbures, des phospholipides, des stérols et même des terpènes (qui sont des lipides à l'origine des arômes de certains pollen).

4.2. La teneur en eau

L'indice de réfraction est une mesure optique qui varie en fonction de la concentration en eau du produit à analyser et de la température (**Bogdanov et al ., 2009**).

4.3. Acidité et pH

Le pH ou le potentiel d'hydrogène est la mesure du coefficient caractérisant l'acidité d'un milieu, il représente la concentration des ions H⁺ d'une solution (**Nair, 2014**).

5. Propriétés organoleptiques

La couleur, l'apparence, l'odeur, la taille et le goût varient en fonction de l'origine botanique d'un pollen (**campos et al ., 2008**)

5.1. La couleur

Le pollen peut avoir des couleurs très différentes suivant les fleurs qui sont, butinée, ces couleurs varient des tons de jaune, orange et même rouge sang ou violet jusqu'aux tons verts ou même très sombres, Presque noire.

5.2. La taille

La taille des pelotes de pollen varie en fonction de la récolte de l'abeille mais on peut estimer sa moyenne à 2,5mm de diamètre

5.3. Odeur

Odeur de foin varient sil s'agit d'un pollen frais ou congelé, typique

5.4. Gout

Sucré, aigre, amer épicé et texture farineuse

5.5. Apparence

Grains hétérogènes, avec différentes formes et taille.

6. Le développement des organes reproducteurs males

6.1. La formation de l'anthère

Aux 4 anglées de l'ébauche de l'étamine qui correspond à un bombement cellulaire du méristème florale se produit simultanément le même phénomène : quelque cellule sous-épidermique appelées *cellules archésporiales* subissent des divisions péricline ; elles produisent du coté interne les *cellules sporogones*, et du coté externe une assise pariétale. L'assise pariétale produit à son Toure une seconde assise plus externe pare division pericline, laquelle produira une troisième assise située sous l'épiderme. Ces 3 assises correspondent de l'extérieure vers l'intérieures à l'endothécium, à la couche intermédiaire et au tapis externe. Les cellule sporogone grossissent et se comportent comme des cellules mères de spores, après une éventuelle série de divisions cellulaires. Les cellules mère de spores sont à l'origine des microspores, qui évolueront ensuite en grains de pollen à l'intérieure des saque polliniques.

Les 4 sacs polliniques grossissent, et les assises pariétales évoluent.

- a- Le tapis dégénère : après une éventuelle phase de sécrétion, les parois des cellules sont lysées. Les protoplastes ainsi formés dégèrent : leurs déprits sont libérés dans le sac pollinique et se déposent sur le pollen en formation. Le tapis joue ainsi un rôle dans la nutrition des microspores et du pollen et dans la fabrication de la paroi pollinique.
- b- L'assise intermédiaire dégénère également rapidement et est écrasée entre l'endothécium et le tapis.
- c- L'endothécium subit une maturation très tardive : juste avant la déhiscence, les cellules s'allongent radialement et leur parois interne et latérale acquièrent des épaissements de paroi secondaire ; dans la région de stomium, les cellules de l'endothécium ne pressentent pas d'épaissements secondaire et quelque fois disparaissent.

Juste avant la libération des graines de pollen, les 2 sacs polliniques d'un lobe de l'anthère se réunissent, formant une loge unique (**Chantale ,2001**).

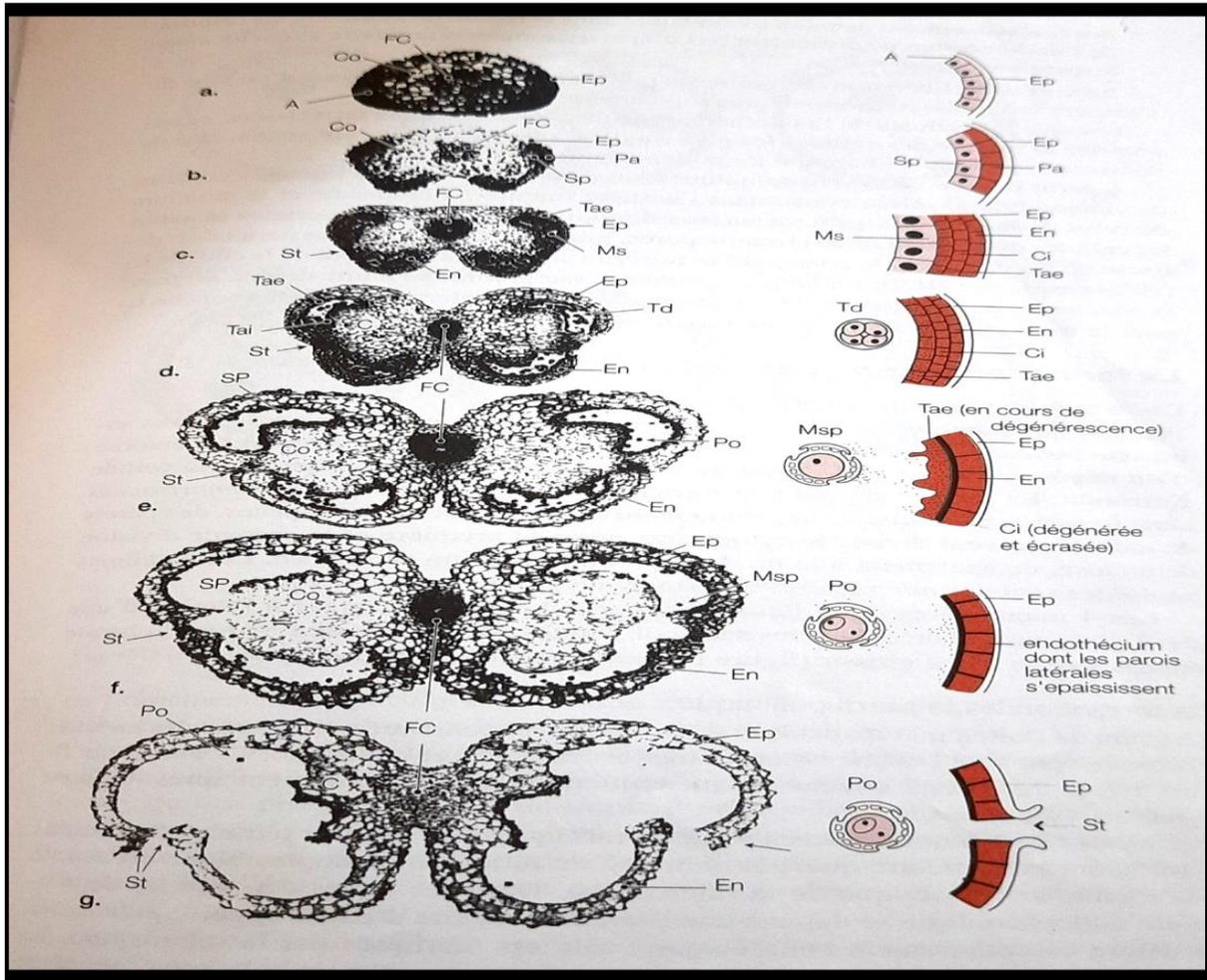


Figure 13 : le développement de l'anthere (Chantale ,2001).

A gauche, photographies au microscope photonique de coupe transversales d'anthere de tabac à différents stades. A droite, schémas d'interprétation montrant la mise en place et l'évolution des différents tissus de l'anthere, au même stade de développement.

a. A, cellules archésporiales ; Co, connectif ; Ep, épiderme ; Fc, faisceau conducteur. **b.** Pa, assise pariétale ; Sp, cellule sporogène. **c.** Ci, couche intermédiaire ; En, endothécium; Ms, cellule mère de spores; St, stomium; Tae, tapis externe. **d.** Sp, sac pollinique; Td, tétrade; Tai, yapis interne. **e.** Msp, microspore. **f.** Po, pollen. (Chantale, 2001).

6.2. La formation du pollen

La gaméto-genèse mâle se déroule dans les anthères où le pollen va subir différentes étapes de maturation. Celle-ci démarre par une méiose de la cellule mère aboutissant à la formation d'une tétrade. Sous l'action conjointe d'enzymes comme des pectines méthylesterases (PME) (Francis *et al.* , 2006), des Polygalacturonases (Rhee *et al.* , 2003) et des glucanases (Hird *et al.* , 1993) issues du tapis staminal, la paroi de la tétrade est dégradée afin de libérer les

microspores. Il s'en suit une première mitose asymétrique dépendant du réseau de microtubules qui aboutit à la formation de la cellule génératrice qui formera après une seconde mitose les deux gamètes males (**Revue par Twell ,2011**). Cette seconde mitose, peut se dérouler soit après pollinisation et donc dans les tissus femelles (pollen binucléé, soit dans les anthères avant la pollinisation (pollen trinucleé (**Edlund et al ., 2004 ; Twell et al ., 2006**)). Par la suite, le tapis staminal dégénéré et son contenu est déposé sur la paroi externe du pollen mature.

6.3. Libération des grains de pollen

A maturité des grains de pollen, tous les tissus de l'anthère se déshydratent, ce qui réduit la surface des parois externes des cellules de l'assise mécanique. La tension accumulée provoque la déhiscence de l'anthère (l'anthèse), généralement en deux fentes longitudinales.

Les grains de pollen sont ainsi libérés dans le milieu environnant (**Marouf, 2007**).

6.3.1. Pollinisation

La pollinisation est le transport naturel ou artificiel du pollen (gamétophyte mâle) de l'étamine jusqu'aux stigmates (élément récepteur femelle) des Angiospermes, ou du sac pollinique à l'ovule nu des Gymnospermes ; dans une même fleur (autopollinisation) ou à la fleur d'un autre individu de même espèce (pollinisation croisée) permettant ainsi la fécondation de la fleur receveuse (**Marouf, 2007**). L'acheminement des noyaux spermatique se fait par la formation d'un tube pollinique à partir de la cellule végétative. (**Reece et al ., 2012**)

Les plantes ont des périodes de pollinisations différentes, de janvier à septembre, divers pollens se succèdent dans l'air. De plus, le pollen est plus au moins abondant selon les espèces et sa taille est elle-même très variable. Ces caractéristiques sont en relation étroite avec les types de pollinisation.

6.3.2. Les modalités de la pollinisation

Les plantes sont immobiles et utilisent des vecteurs pour acheminer le pollen. (**Richard et al ., 2012**). On distingue différents types de pollinisation :

_ *La pollinisation anémophile* (du grec « *anemos* » = vent) : les grains de pollen sont dispersés par le vent (**alk.abello.com**). La pollinisation par le vent : concerne toutes les Gymnospermes et environ 20% des espèces d'Angiospermes. La plupart des arbres et des Graminées des régions tempérées sont pollinisées par le vent (**Reece et al ., 2012**).

Les pollens anémophiles sont les principaux responsables des allergies polliniques dans nos régions tempérées.

_ *La pollinisation entomophiles* (du grec « *entomon* » = insecte) : les grains de pollen sont transportés par des insectes (**alk.abello.com**). Environ 65% des plantes à fleurs ont besoin d'insectes pour la pollinisation. Les abeilles sont les insectes pollinisateurs les plus importants, cette pollinisation peut se faire également par les papillons ou les mouches. (**Reece et al ., 2012**).

_ *La pollinisation ornitophile* : les fleurs sont pollinisées par les oiseaux.

_ *La pollinisation chiroptérophiile* : par les chauves-souris.

_ *La Pollinisation hydrophile* (par l'eau) : quelques rares espèces de plantes à pollinisation aquatique dispersent leur pollen dans l'eau (**techno-science.net**).

_ *La pollinisation artificielle* par intervention de l'homme dans le processus de pollinisation (**techno-science.net**) (**konet.com**).

6.3.3. Les étapes de la pollinisation

1- La germination des grains de pollen intervient au contact des papilles stigmatiques couvertes de mucilage.

2- L'eau stigmatique est alors absorbée au niveau des parties amincies de l'exine (ouvertures). Le gonflement du cytoplasme, qui était déshydraté, permet l'émergence de tube pollinique, limité par l'intine, au niveau de l'une des ouvertures (**Bawa, 1995**).

3- Après l'attaque enzymatique de la cuticule et de la paroi des cellules stigmatiques, le tube pollinique pénètre dans le style. Son allongement résulte d'une intense synthèse pariétale à son extrémité, accompagnée de l'écoulement progressif du cytoplasme (**Robert & Catesson ., 2000**).

4- La zone cytoplasmique distale est particulièrement riche en dictyosomes de l'appareil de Golgi et en mitochondries. Le noyau végétatif est situé immédiatement en arrière, suivi de deux gamètes mâles.

5- La croissance de tube pollinique est très importante à cette échelle : jusqu'à 10 mm par heure. Ce développement nécessite donc une intense activité métabolique qui ne peut provenir des faibles réserves du grain de pollen (**Valade, 1999**).

La nutrition de tube pollinique en cours de croissance et donc essentiellement assurée par les produits prélevés sur les cellules et les tissus du style. A ce titre, le gamétophyte mâle est considéré comme un parasite du sporophyte (**Ducreux, 2002**).

6- Entrée dans l'ovaire et fécondation.

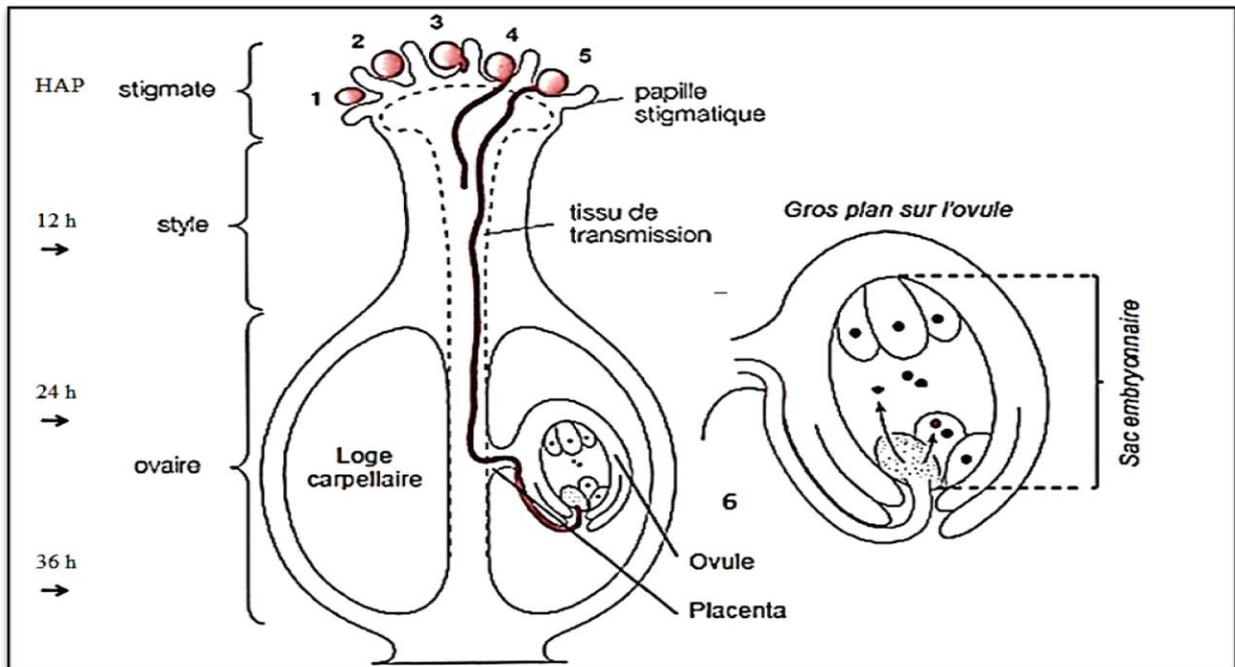


Figure 14 : Représentation schématique temporelle des stades d'interaction entre les grains de pollen d'une Angiosperme et les différents tissus récepteurs femelles.

1- Adhésion des grains de pollen. 2- Hydratation. 3- Germination. 4- Pénétration des tubes polliniques. 5- Croissance à travers le tissu transmissif. 6- Entrée dans l'ovaire et fécondation. HAP : heures après pollinisation. Le temps est une approximation (**D'après Kleman, 2001**).

7. Tube pollinique

Est un prolongement tubulaire du grain de pollen. En botanique, le tube pollinique est une extension en forme de tube qui émet les grains de pollen après l'atterrissage sur les stigmates des fleurs et agit comme moyen de transport des gamètes mâles du grain de pollen à l'œuf. L'excroissance tubulaire du grain de pollen fonctionne par siphonogamie, mais il peut être monosiphonné.

Chez les Angiospermes, il s'étend du stigmate à l'oosphère et sert de voie de guidage aux anthérozoïdes.

Le tube pollinique germe dans le stigmate, se développe à travers le style et va vers le sac embryonnaire ou une cellule de gamétophyte femelle des Angiospermes, qui est situé à l'intérieur de l'ovule. Des noyaux générateurs ou des gamètes mâles voyagent à travers le tube. En atteignant la zone de micropyle, le tube pollinique passe à travers et libère son contenu près de l'une des synergies du sac embryonnaire. Une fois le contenu déchargé, les noyaux générateurs fusionnent avec l'oosphère et avec les noyaux polaires dans un processus connu sous le nom de double fécondation. Alors que de nombreux grains de pollen atteignent la stigmatisation et germent, un seul produit la fécondation. Le cytoplasme, les gamètes et le noyau de la cellule végétale se trouvent dans la partie apicale du tube pollinique. Au-dessus, une vacuole géante augmente en taille par l'incorporation constante d'eau.

Les parois cellulaires ou les lamelles moyennes sont dissoutes par les enzymes de pectine produites à l'extrémité du tube. Le tube pollinique se développe par allongement, essentiellement par un processus de synthèse de la paroi cellulaire à son extrémité, effectué par des dictyosomes qui contribuent à leur contenu (pectine et hémicelluloses) pour constituer la paroi cellulaire. Le tube continue son développement sur le tissu transmetteur ovarien et atteint l'ovule, qui peut habituellement pénétrer à travers le micropyle (porogamie) ou, exceptionnellement ailleurs (apogamie, comme par exemple les téguments d'*Ulmus* ou chez *Casuarina*).

Les ovules de certaines plantes (*Beta*, *Gasteria*, *Paspalum*, *Ornithogalum* comme l'**asperge des bois** ou **aspergette**) présentent un exsudat micropilaire visqueux contenant des protéines et des glucides qui peuvent servir de source nutritionnelle et servir de guide pour le tube pollinique, par exemple pour un chimiotropisme positif.

Autrement dit, le tube pollinique fait partie du gamétophyte mâle des plantes à graines et permet le transport du sperme à partir du grain de pollen afin de féconder les ovules femelles. Il est formé par la cellule végétative (cellule du tube à pollen) et l'intérieur du grain de pollen sur la cicatrice lors de la germination. Il est utilisé chez les Gymnospermes plus primitifs (*Ginkgo*, *Cycadopsida*), ainsi que dans la nutrition du gamétophyte mâle, dans les autres plantes à graines des cellules sexuelles mâles de l'ovule et donc dans la fécondation. En conséquence, le noyau végétatif et les noyaux générateurs du grain de pollen peuvent croître dans la direction de la cellule œuf de manière à atteindre la cellule œuf dans l'ovule. Cela se produit lorsque le grain de pollen a atteint un stigmate compatible.

Rudolf Virchow a d'abord étudié la structure et la fonction des tubes polliniques. La relation entre le tube pollinique et l'intine du grain de pollen n'a pas été complètement clarifiée. Avec un microscope optique, le tube semble pousser la couche intine (par opposition à l'exine) dans l'ouverture du grain de pollen sur les côtés; avec un microscope électronique, on voit l'intine continue avec la paroi du tube. (chantale, 2001).

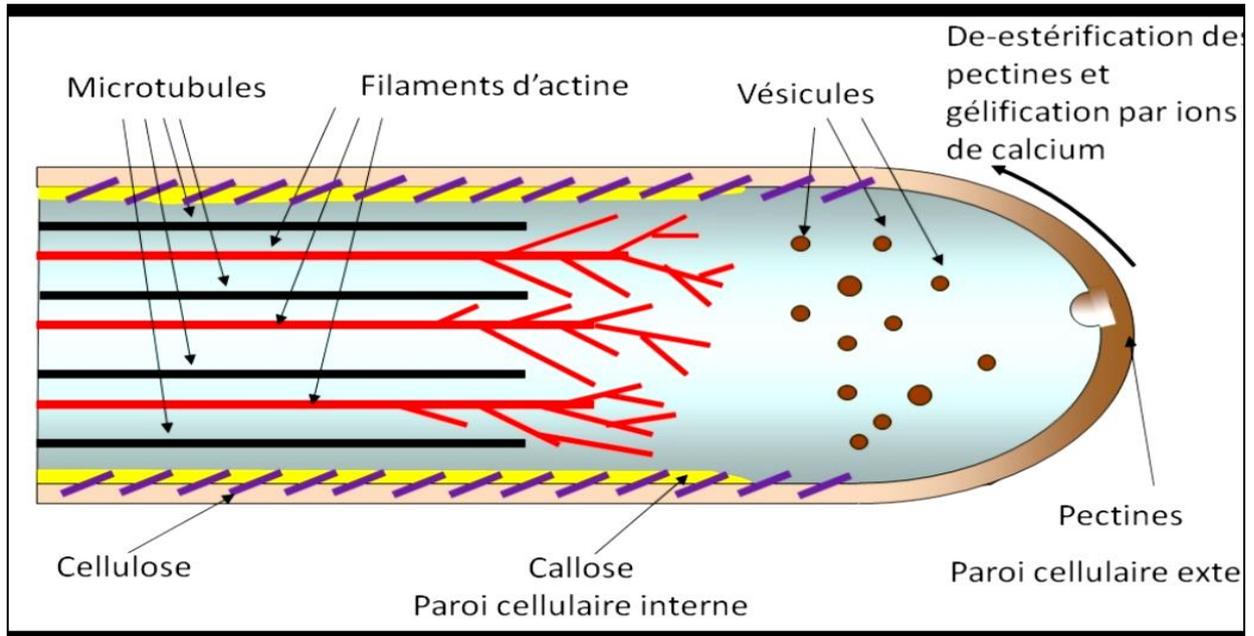


Figure 15 : Structure du tube pollinique (Fayant, 2010).

CHAPITRE II
MATERIELS ET
METHODES

I. Présentation de la zone d'étude

1. Localisation géographique de Mila

La wilaya de Mila est située à l'Est Algérien, à 464 km d'Alger et à 70 km de la mer méditerranéenne.

Elle fait partie de l'Est de l'Atlas tellien, avec une chaîne de montagnes qui s'étend d'Ouest en Est sur l'ensemble du territoire nord du pays (Andi, 2013).

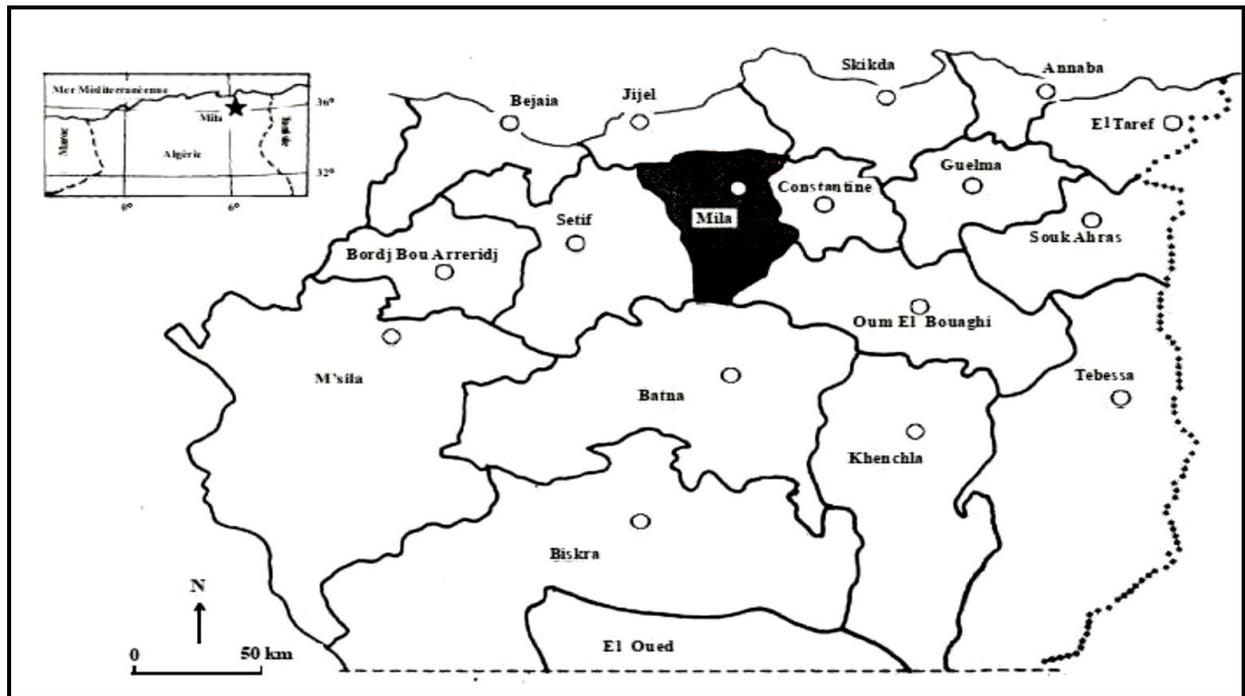


Figure 16 : Localisation géographique de la wilaya de Mila (Soukehal, 2017).

2. Limites territoriales

La wilaya de Mila est située au Nord-est du pays. Elle est limitée au Nord par la wilaya de Jijel, au Nord-est par la wilaya de Skikda, à l'Ouest par la wilaya de Sétif, à l'Est par la wilaya de Constantine, au Sud-est par la wilaya d'Oum El bouaghi et au Sud par la wilaya de Batna (Andi, 2013).

2.1. Organisation administrative

La wilaya est créée lors du dernier découpage administratif Algérien de 1984, avec la ville de Mila comme chef-lieu de la wilaya 43, elle est divisée en 13 Daïra et 32 Communes (Figure) (Andi, 2013).



Figure 17 : Découpage administratif de la wilaya de Mila (Soukehal ,2017).

2.2. Climat

La wilaya de Mila est caractérisée par trois étages bioclimatiques, calqués sur l'agencement de trois grands ensembles morphologiques : un climat humide pour les reliefs montagneux du Nord et de la partie médiane qui s'étend de Bouhatem à Ain Tine, un climat semi-aride à subhumide pour la partie médiane de la wilaya (dépression et ses versants) et un climat semi-aride pour les hautes plaines (Andi, 2013).

2.3. Relief

Il est structuré en trois ensembles morphologiques, au Nord un ensemble de hautes montagnes caractérisées par des altitudes très élevées et des pentes excessivement marquées, au centre un ensemble associant vallées-collines et piémonts, voire même quelques hauts versants alors qu'au Sud, il ya un ensemble de hautes plaines (plaines et collines) (Andi, 2013).

2.4. Hydrographie

La wilaya abrite un important réseau hydrographique composé des rivières et de barrages: le plus grand barrage d'eau au niveau national, barrage de Béni-Haroun qui alimente une grande partie de l'est algérien en eau potable et en eau d'irrigation, ainsi que le barrage d'Oued Athmania, et celui d'Oued Segouène. Les Oueds Rhumel et Oued Endja (Oued El Kebir) sont les principales sources d'alimentation du barrage de Béni Haroun (Abid, 2014).

On dénombre au niveau de la wilaya 415 sources d'eau ; 57 puits et 87 forages situés dans la partie méridionale de la wilaya (Soukehal & Cherrad, 2011).

Le barrage de Béni Haroun situé au cœur d'un immense complexe hydraulique, d'une capacité de stockage de 960 millions de m³, et d'une hauteur de 120 m (**Figure 20**) (**Seddiki et al ., 2013**).

Il constitue la plus grande retenue artificielle Algérienne et la seconde du continent africain (après le barrage d'Al Sad El Alli en Egypte) avec une réserve de 1 milliard de m³ d'eau atteinte en février 2012 (soit 40 Millions de m³ au-delà de sa capacité d'objectif), répartis sur 3 900 ha , situé sur l'Oued el Kébir, il est alimenté Par deux bras principaux, avec les Oueds Rhumel et Oueds Endja (**Seddiki et al ., 2013**).

II. Matériels et méthodes

Notre travail a été effectué au laboratoire des Sciences Naturelles et Matériaux, Centre Universitaire Abdelhafid Boussouf, Mila.

1. Matériels

Tableau 1 : Matériels et produits utilisées

Matériels	Produite	Les appareille
- loupe binoculaire	- H3PO4	- Centrifugeuse
- microscope photonique	- éthanol 95	- La hotte biologique
- appareille photo	- hexane	- L'étuve
- balance de précise	- acide lactique	
- agitateur	- glycérolé	
- pH mètre	- phénol	
- bécher	- vert de méthyle	
- capsule	- rouge neutre	
- boîte de pétrie	- basique de fuchsine	
- tube de teste	- l'eau d javèle	
- mortier	- l eau distillé	
- lame et lamelle		
- l'éprouvette		
- l'entonnoir		
- sac papier kraft		
- papier filtre		
- viole		
- pissette		

III. Espèces étudiées

Tableau 2 : Espèces étudiés

La famille	Nom Français	Nom Scientifique	Date D'échantillonnages	Cite D'échantillonnages
Rosacées	Abricotier	<i>Prunus armeniaca</i> L.	16 mars 2022	Mila (Ahmed Rachedi)
	Poirier	<i>Pyrus communis</i> L.	20 mars 2022	Ain Tine
Rutacées	Oranger	<i>Citrus sinensis</i> L.	29 mars 2022	Mila (Grarem Gouga)
	Citronnier	<i>Citrus limon</i> L.	18 avril 2022	Mila Centre
	Bigaradier	<i>Citrus aurantium</i> L.	19 avril 2022	Mila (Zeghaya)
Oléacées	Olivier	<i>Olea europaea</i> L.	8 mai 2022	Mila (Ahmed Rachdi)
Arècacèes – Palmacées	Palmier dattier	<i>Phoenix dactylifera</i> L.	11 mai 2022	Mila (Centre univ)
	Pollen apicole		15 mai 2022	Mila

IV. Méthodes

1. Etude pollinique

1.1. La date de floraison

D'une année à l'autre, la date de floraison et de libération des grains de pollen peut varier de plus de 30 jours. La raison de ces différences se réfère aux conditions climatiques qui dictent le développement annuel des plantes, en règle générale depuis l'automne qui précède la floraison.

1.2. L'échantillonnage

Dans cette étude, les échantillons utilisés ont été récoltés durant 3 mois successives (Mars, Avril et Mai 2022) dans la région de Mila.

En raison de l'impact négatif que peut avoir l'eau sur la viabilité du pollen, la récolte doit toujours se dérouler en l'absence de précipitations. La pluie a tendance à projeter le pollen au sol, ce qui réduit le rendement en pollen au moment de la récolte (Nuce *et al.*, 1980).

- La récolte est réalisée à maturité juste avant la déhiscence des sacs polliniques.
- Déposer les fleurs dans des sacs en papier Kraft durant 16 h à la température de la pièce.
- Placer les sacs dans une glacière.
- Dès leur arrivée au laboratoire, les fleurs doivent subir un premier séchage destiné à éliminer l'eau libre contenue dans les sacs polliniques.
- La technique retenue pour le séchage préalable à l'extraction consiste à laisser les fleurs dans les sacs en papier utilisés pour la récolte.

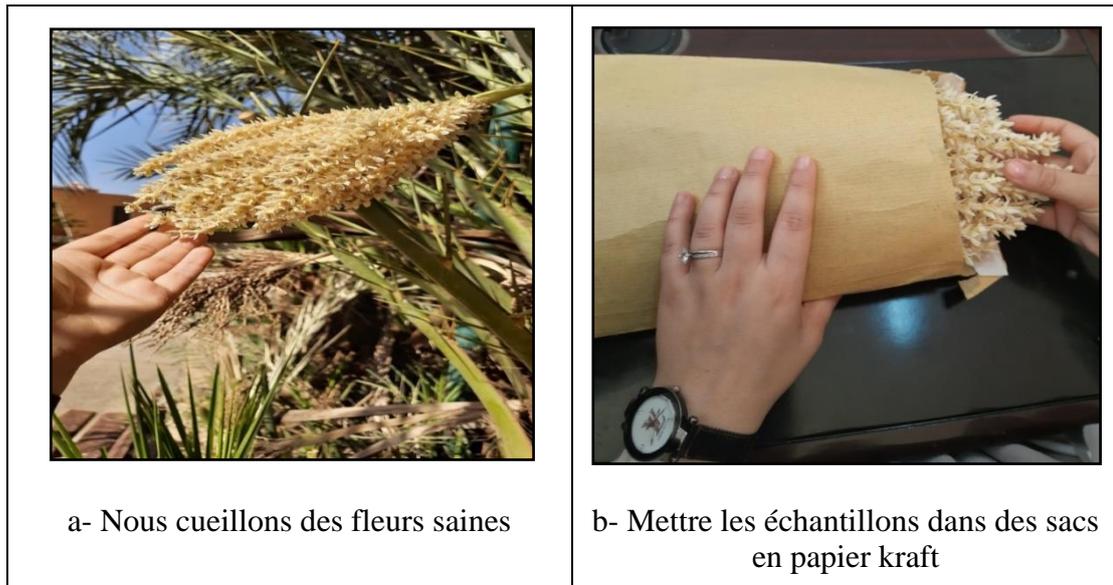


Figure 18 : La collecte des fleurs (**original**).

1.3. Extraction des grains de pollen



Figure 19 : Extraction mécanique de pollen (**original**).



Figure 20 : Observation au binoculaire des étamines (**original**).

1.4. Préparation du pollen pour l'observation microscopique

a- Dégraissage

- 3 g de pollen sont pesés dans un bécher et on y ajoute 10ml d'hexane.
- On agite la solution avec un agitateur magnétique pendant 10min sans chauffage.
- Après 10 min on laisse la solution pendant quelque minutes pour la décantation, le surnageant est éliminé ainsi on récupère le résidu dans un bécher puis on ajoute 5ml d'hexane.
- Les mêmes étapes sont répétées pour récupérer le résidu.
- Le résidu est récupéré dans une capsule, il est mis dans une étuve à 65°C pendant 1 heure (jusqu'à évaporation totale de l'hexane).

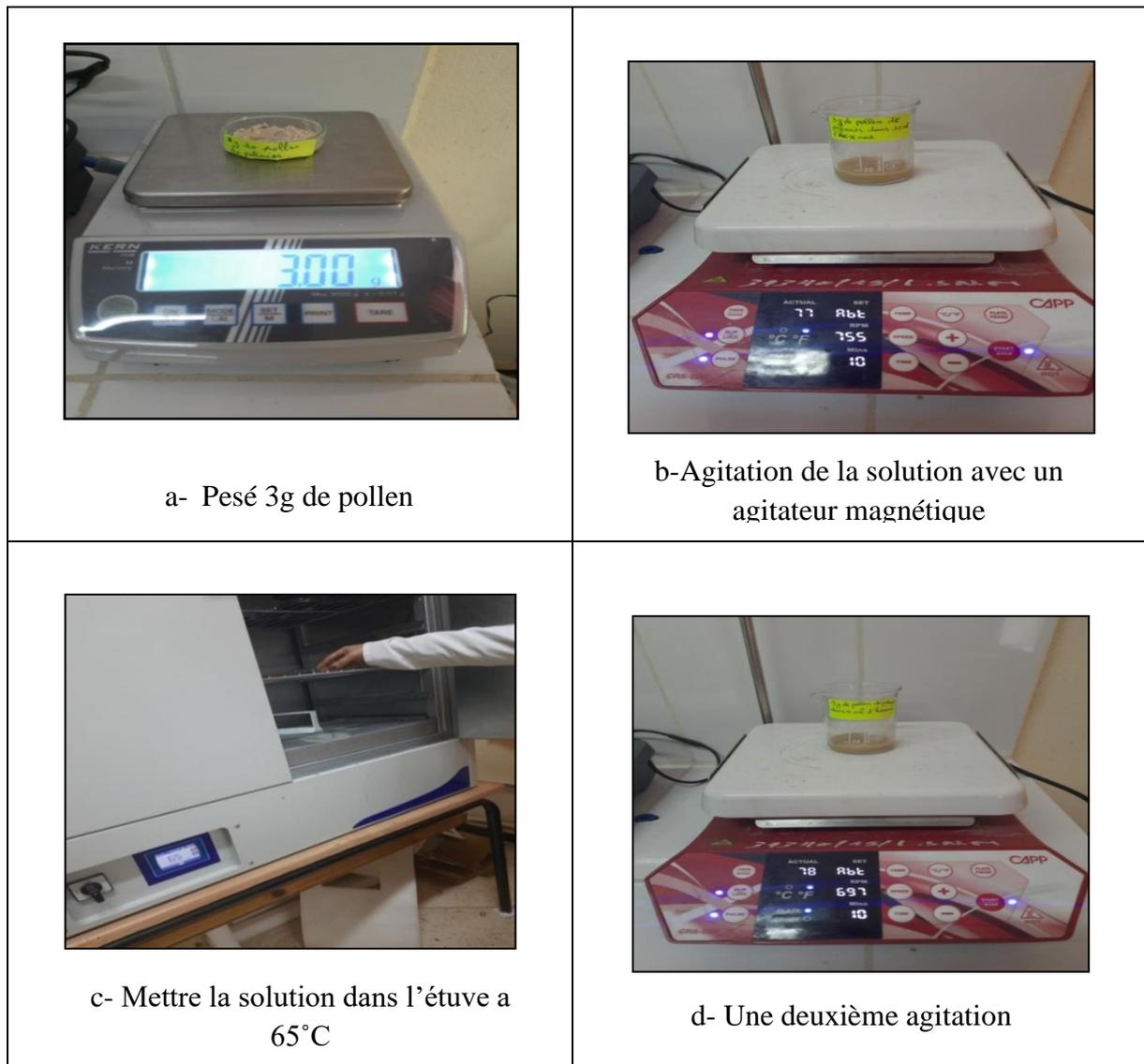


Figure 21 : Dégraissage des grains de pollen.

b- Lavage

- Le résidu séché est mis dans un bécher,
- On y ajoute 10 ml d'eau acidulée (on ajoute quelque ml de H_3PO_4 à raison de 3%),
- Après on fait l'agitation pendant 10 min.
- On sépare la solution par centrifugation à 3600 tr/min pendant 10 min, ensuite on récupère le culot de centrifugeuse dans un bécher puis on ajoute 5 ml d'eau acidulée.
- Les mêmes étapes sont répétées pour récupérer le résidu bien lavé.
- On transfère le résidu récupéré dans une capsule et on le sèche dans une étuve à 65°C pendant 1 heure (jusqu'à évaporation de l'eau).

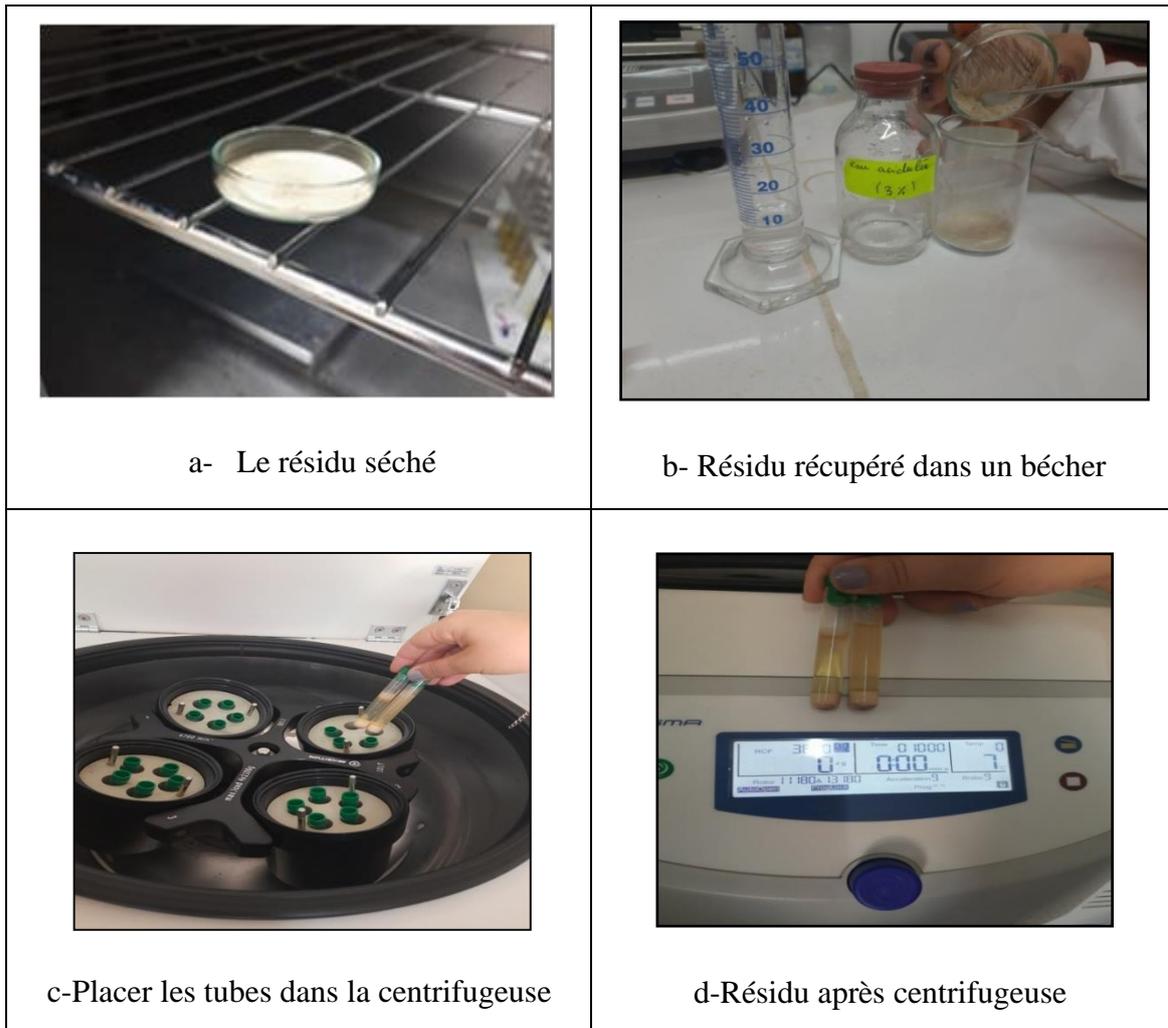


Figure 22 : lavage des grains de pollen

c- La coloration de masse des grains de pollen

Nous sommes dirigé vers la méthode de Wodehouse (1935), qui nous paraît la plus simple. Après la collecte du pollen, on le réunit au centre de la lame de verre avec une lame de rasoir puis on a déposé délicatement une goutte d'éthanol à 95° sur le pollen (ne pas placer la goutte en contact direct avec le pollen, qui risque de rentrer dans la pipette et polluer ainsi tout le flacon). Ce traitement est appliqué afin de nettoyer l'enveloppe du grain de la couche huileuse qui masque les détails ornementaux et empêcherait le colorant de pénétrer. Nous répétons 2 fois l'opération afin de bien déshydrater.

On passe au nettoyage des précipités ou cristaux formés à l'extérieur de la goutte (sous forme d'auréole), en utilisant pour cela une coton tige ou un bout d'essuie-tout imbibés légèrement de méthanol.

- Déposer délicatement une goutte de colorant et laisser agit durant 2 à 5 minutes (mêmes précautions que pour l'alcool, sous peine de trop étaler le pollen).
- Déshydrater 3 fois de suite à l'alcool à 95°.

En profiter pour étaler la goutte en carré et enlever avec un essuie-tout les traces d'humidité que l'alcool a générées sur le pourtour de la zone.

- Poser 2 gouttes de Glycérine (les petites bulles d'air disparaissent assez rapidement, car il est très avide d'oxygène).
- Poser la lame couvre objet avec les précautions d'usage, afin d'éviter au maximum les bulles d'air.
- Poser les étiquettes d'identification et les vernir également.

Nous avons indiqué sur la préparation le nom de la plante et éventuellement la date de préparation ainsi que le colorant utilisé (figure 24).

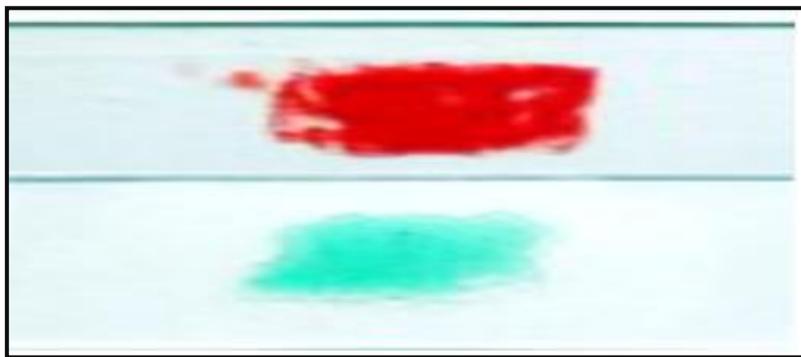


Figure 23 : Action de colorants divers.

d- Montage entre lame et lamelle

- Lorsque les grains sont bien secs on procède au montage entre lame et lamelle,
- on remet en suspension 1 g de pollen homogénéisé dans 5 ml d'eau,
- puis on mélange pendant 2 à 3 min.
- ensuite à l'aide d'une micropipette on prélève 10 μ l de cette suspension qu'on met sur une lame propre sous forme d'un cercle de 10 mm de diamètre.
- la lame est séchée sur une plaque chauffante à 40°C jusqu'à évaporation totale de l'eau.
- lorsque la lame est séchée on dépose de la glycérine sur la lamelle et on couvre la zone de dépôt, il faut laisser la glycérine s'étaler complètement et laisser un peu refroidir.
- enfin on scelle avec du vernis à ongle et on observe la lame sous microscope.



Figure 24 : Montage de pollen entre lame et lamelle.

e- Observation microscopique



Figure 25 : Observation microscopique des grains de pollen de *Phoenix dactylifera* L.

2. Méthodes d'analyses physico-chimiques

Les méthodes utilisées pour la caractérisation des pollens étudiés sont les suivantes :

2.1. Détermination de la teneur en eau

Principe

La teneur en eau consiste en un étuvage d'un échantillon d'un gramme à 105 °C jusqu'à l'obtention d'un poids constant (**Human et al, 2006**).

Méthode

Les capsules vides sont séchées à l'étuve pendant 20 minutes. Un gramme d'échantillon (à 0.01 près) est pesé dans chaque capsule et placé dans l'étuve à 105 °C durant 3 heures.

Les capsules sont retirées de l'étuve puis placées dans le dessiccateur afin d'être pesées après refroidissement. L'opération est répétée jusqu'à l'obtention d'un poids constant.

La teneur en eau du pollen est déterminée par la « méthode gravimétrique » (54).

- Elle consiste en l'étuvage d'un échantillon d'un gramme de pollen à 65±0,5°C.
- Les capsules vides sont séchées à l'étuve pendant 20 min à 65±0,5°C avant analyse.
- A 0,0001g de précision, un gramme d'échantillon est pesé dans chaque capsule et placé à l'étuve à 65±0,5°C durant 3 heures pour le séchage.
- Les capsules sont retirées de l'étuve puis placées dans le dessiccateur afin d'être pesées après refroidissement.
- L'opération est répétée jusqu'à l'obtention d'un poids constant (en réduisant la durée de séchage à 30 mn).

La teneur en eau est déterminée selon la formule suivante :

$$H\% = [(M1 - M2) * 100] / P$$

Où :

H% : Humidité ;

M1 : Masse de la capsule plus la matière fraîche avant étuvage ;

M2 : Masse de l'ensemble après étuvage ;

P : Masse de la prise d'essais.

La matière sèche est déduite selon la formule suivante :

$$Ms\% = 100 - H\%$$

Ms : La matière sèche du pollen en pourcentage

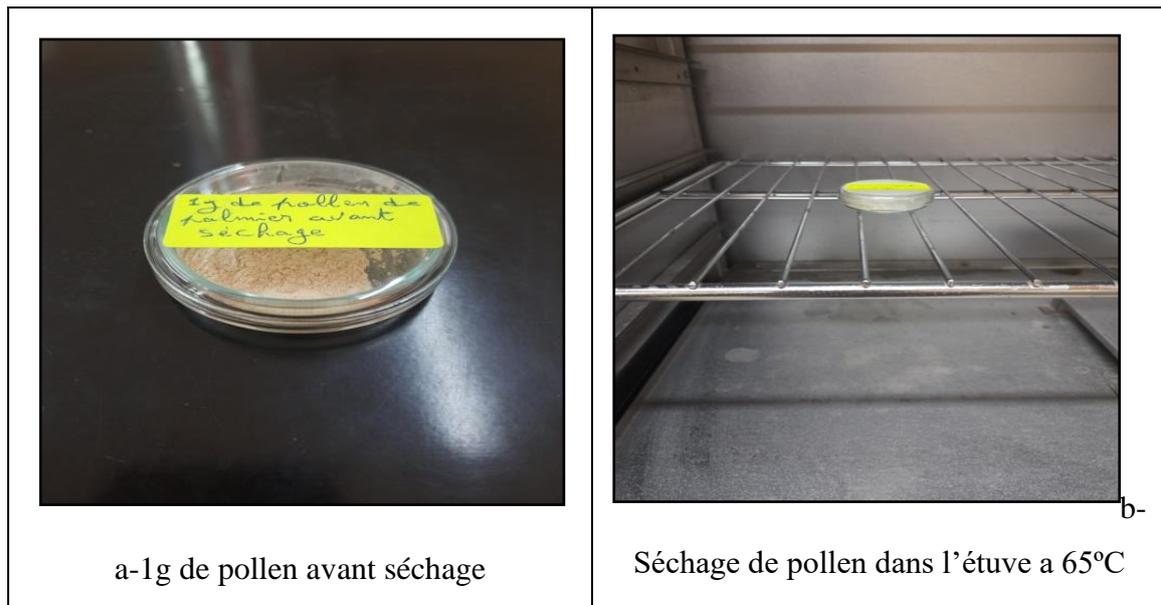


Figure 26 : Séchage des grains de pollen dans l'étuve.

2.2. Le pH

La détermination du pH a été faite selon la méthode décrite par (AFNOR 1982).

Principe

Le principe de cette méthode est basé sur une détermination en unité de pH de la différence de potentiel existante entre deux électrodes en verre plongées dans une solution aqueuse du pollen broyé.

Méthode

- Une quantité du pollen est broyée dans un mortier. Un gramme de broyat (à 0.01 près) est mis dans un bécher de 200 ml auquel est ajouté 100 ml d'eau distillée, suivi d'une agitation pendant une minute.
- La solution est laissée au repos pendant 15 min, puis agitée de nouveau quelques instants,

- la mesure de pH est prise

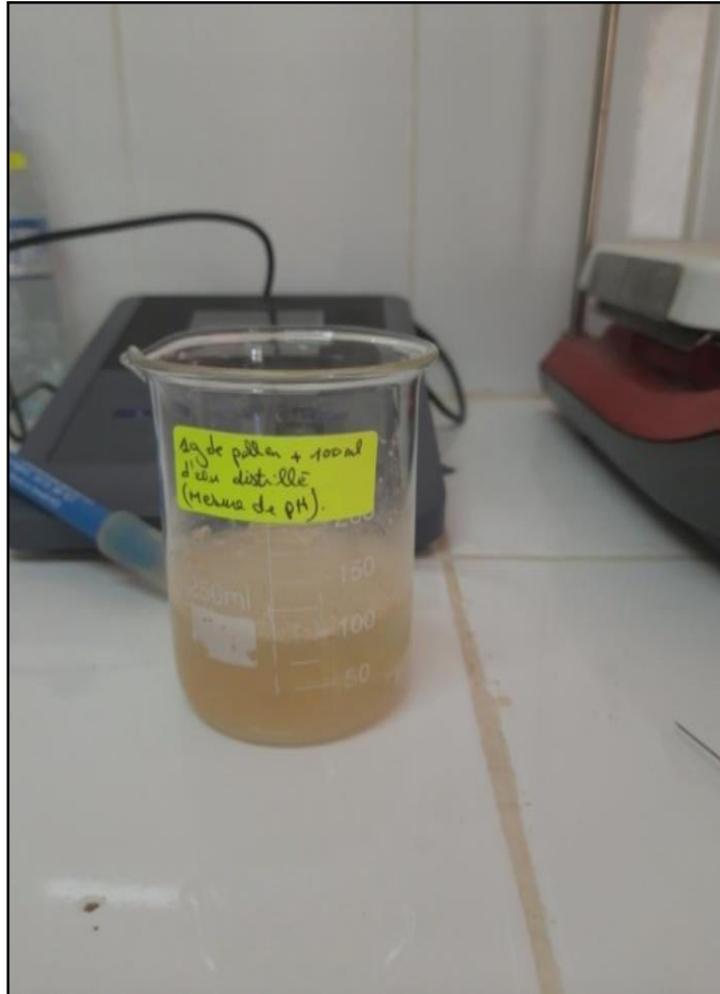


Figure 27 : La détermination de pH .

3. Evaluation de la viabilité des grains de pollen (Coloration d'Alexander)

La viabilité de pollen peut influencer par de multiples facteurs. Ils dépendent aussi bien des conditions climatiques lors de la récolte ,de l'âge de plante, de type de pollen, de ses conditions d'extraction et de conservation

(Teneur en eau, température, présence d'oxygène), de la réacclimatation préalable ay test, de la présence de lumière, des changements brusques dans les conditions environnementales et du niveau de pollution des sites de récoltes (Colas, 1998).

L'étude Porte sur le pollen issu des espèces de quelques familles des Angiospermes qui ont un intérêt économique.

Tableau 3 : La solution colorante a été préparée selon la formulation d'Alexander (1969) en mélangeant

Produits	Quantité
Alcool éthylique 95%	20 ml
Vert de malachite	2 ml (1% dans l'éthanol à 95%)
Eau distillée	50 ml
glycérol	40 ml
phénol	1 g
Fuchsine acide	10 ml (1% dans de l'eau distillée)
Acide lactique	2 ml

Cette solution colorante a été stockée, à l'obscurité et à température ambiante, 3 semaines avant l'utilisation.

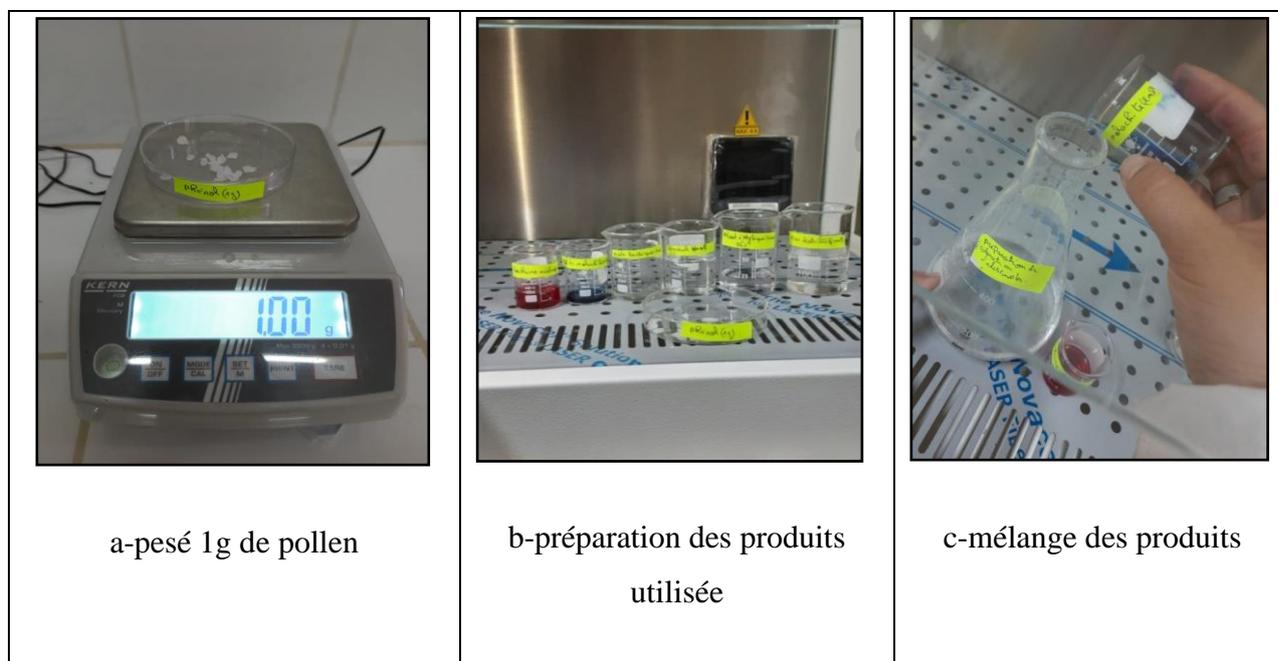


Figure 28 : Préparation de coloration d'Alexander.

Pour chaque test, le pollen a été mis en suspension dans la solution colorante. L'ensemble a été soniqué 30 secondes, puis centrifugé 40 secondes pour sédimenter le pollen.

Une goutte (20 μ l) prélevée dans le fond du tube a été déposée sur lame. La lame a été chauffée par cinq passages au-dessus d'une flamme et a été ensuite recouverte d'une lamelle.

Après cinq minutes de réaction entre le pollen et la coloration, les lames ont été observées sous microscope.

Après trois semaines en utilise la solution préparée :

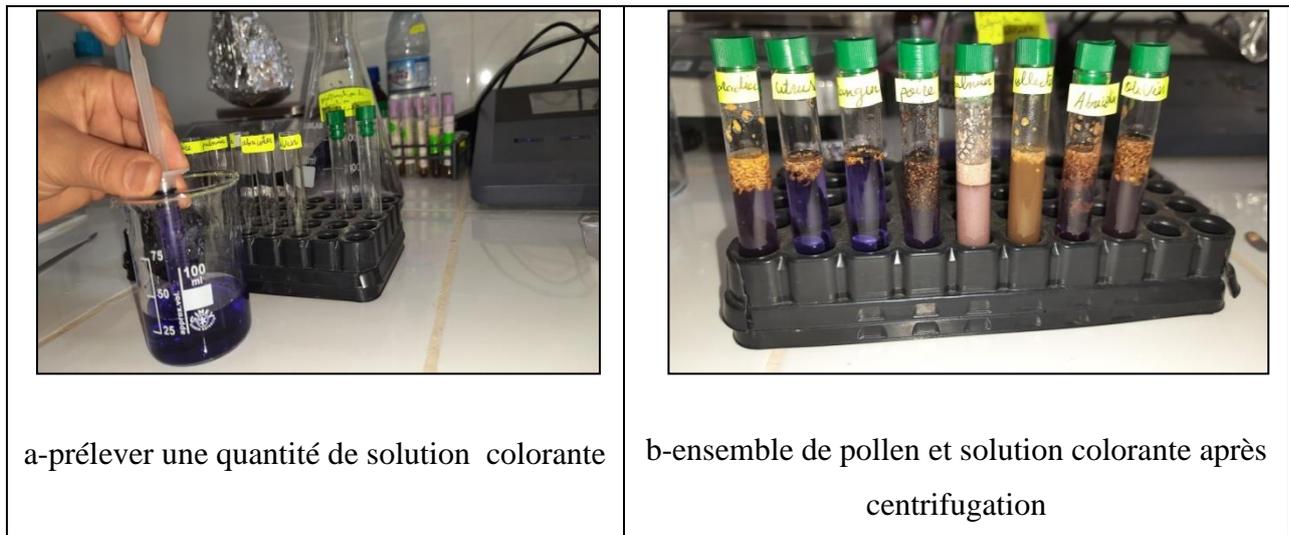


Figure 29 : Coloration de pollen.

Les grains de pollen colorés en violet foncé étaient considérés comme viables alors que ceux colorés en vert clair étaient considérés comme non viables.

CHAPITRE III
RESULTATS ET
DISCUSSION

I. Etude pollinique

Nous avons présentons successivement les différents espèces de différentes familles étudiées :

1. *Prunus armeniaca* L.

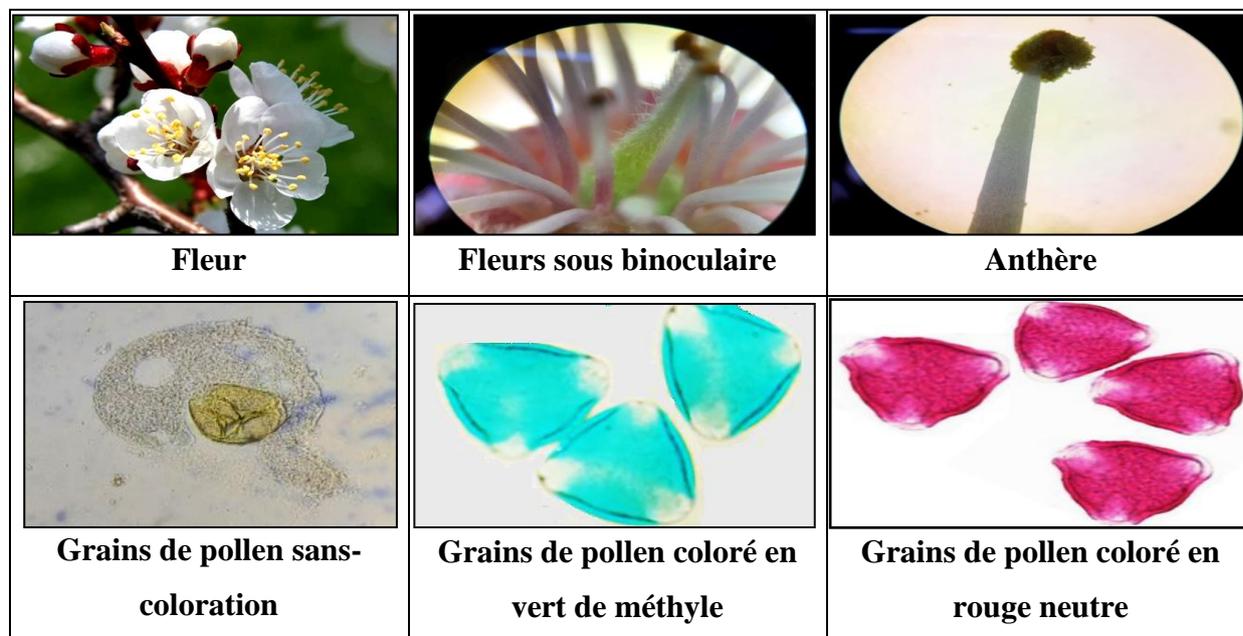


Figure 30 : Photographie microscopique des grains de pollen *Prunus armeniaca* L. (Gr 40x10).

Caractéristique des grains de pollen

Odeur	Couleur	Forme	Aperture (pore+sillon)	Ornementation	La taille
Du fruit (abricotier)	Jaune	Triangulaire	3pores 3sillons tricolporé	Psilate	VP : 14.66µm
					VE : 10µm

Interprétation et discussion

Le pollen d’abricotier a une couleur jaune, l’odeur est du fruit (d’abricotier). L’observation microscopique des grains de pollen nous avons montré que la forme est triangulaire, l’exine est lisse (psilate) avec la présence de 3 pores et 3 sillons (tricolporés). La taille est extrêmement petite.

Nos résultats concernant les grains de pollen d’abricotier conformement avec les résultats obtenus par **Chakcass et al** en **2009** qui a remarque le pollen d’abricotier est triangulaire et tricolporés.

2. *Pyrus communis* L.

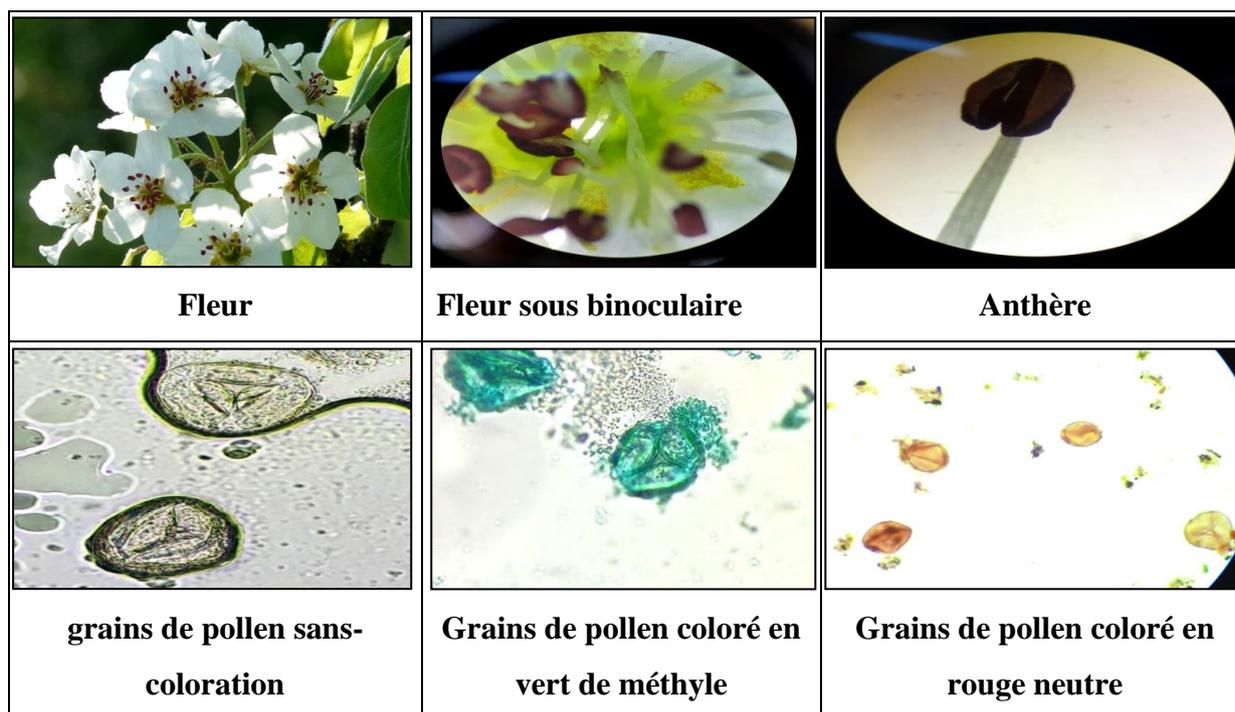


Figure 31 : Photographie microscopique des grains de pollen *Pyrus communis* L. (Gr 40x10)

Caractéristique des grains de pollen

Odeur	Couleur	Forme	Aperture (pore+sillon)	Ornementation	Taille
Du fruit (Poirier)	violet	Triangulaire	3pores 3sillons (tricolporés)	psilate	VP :13.33µm
					VE :9.33µm

Interprétation et discussion

Les pollens de poirier sont violet et s'odeur est du poire. Sous l'observation microscopique nous avons montré la forme triangulaire (avec 3 pores et 3 sillons), donc se sont tricolporé, l'exine et lisse (psilate), leur taille est extrêmement petite.

Nos résultats concernant les grains de pollen de poirier conforment avec les résultats obtenus par **Bousmid et al** en 2016 qui a remarque le pollen d'abricotier est triangulaire et tricolporés.

3. *Citrus sinensis* L.

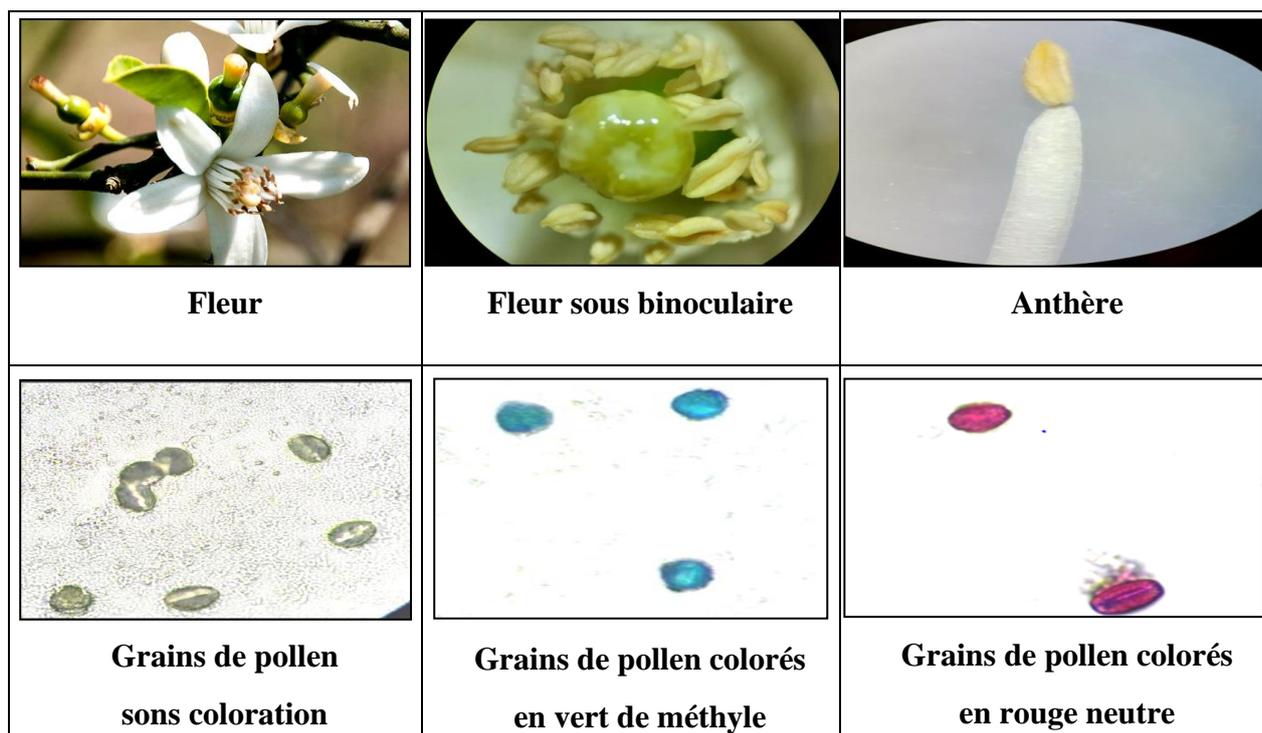


Figure 32 : Photographie microscopique des grains de pollen *Citrus sinensis* L. (Gr 40x10).

Caractéristique des grains de pollen

Odeur	Couleur	Forme	Aperture (pore+sillon)	Ornementation	La Taille
Du fruit (Oranger)	Jaune	Sphérique	Un seul sillon (Monocolpé)	Gemmate	VP :8.66µm VE :6.66µm

Interprétation et discussion

Le pollen d'oranger a une couleur jaune, l'odeur est du fruit (d'orange). L'observation microscopique des grains de pollen nous avons montré que la forme est subsphérique et l'exine est gemmate, avec la présence d'un seul sillon (monocolpé). La taille est extrêmement petite.

Nos résultats est contradictoire avec les résultats obtenus par **Al-Anbri et al** en 2015 qui a remarqué sous microscope électronique la forme du pollen d'oranger est sub-ovale, tétracolporés, avec une taille moyenne.

4. *Citrus limon* L.

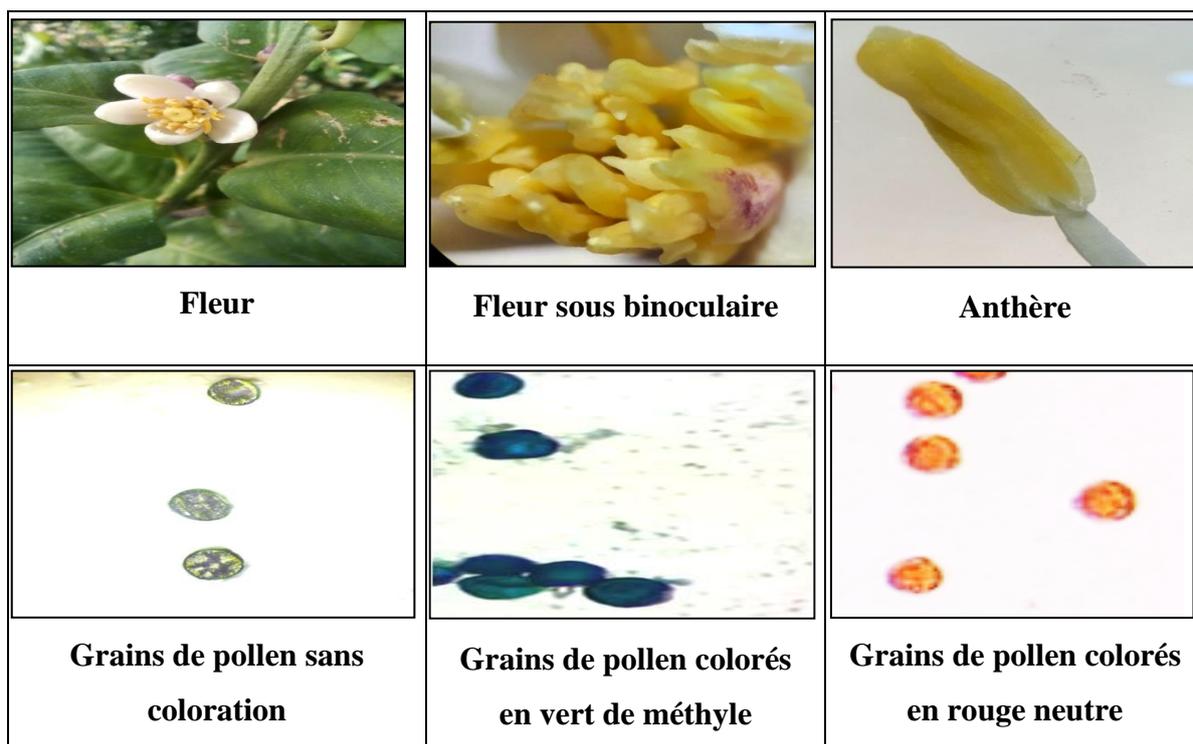


Figure 33 : Photographie microscopique des grains de pollen *Citrus limon* L. (Gr 40x10).

Caractéristique des grains de pollen

Odeur	Couleur	forme	Aperture (pore+sillon)	Ornementation	La Taille
De fruit (Citronnier)	Jaune	Sphérique	Un seul sillon (monocolpé)	Gemmate	VP : 8µm VE :5.33µm

Interprétation et discussion

Le pollen de citronnier a une couleur jaune, l'odeur est du fruit (de citronnier). L'observation microscopique des grains de pollen nous avons montré que la forme est sphérique et l'exine est gemmate, avec la présence d'un seul sillon (monocolpé). La taille est extrêmement petite.

Nos résultats sont en contradictoire avec les résultats obtenus par **Al-Anbri et al** en **2015** qui a remarqué sous microscope électronique la forme du pollen de citronnier est ovale, tétracolporés, avec une taille moyenne.

5. *Citrus aurantium* L.

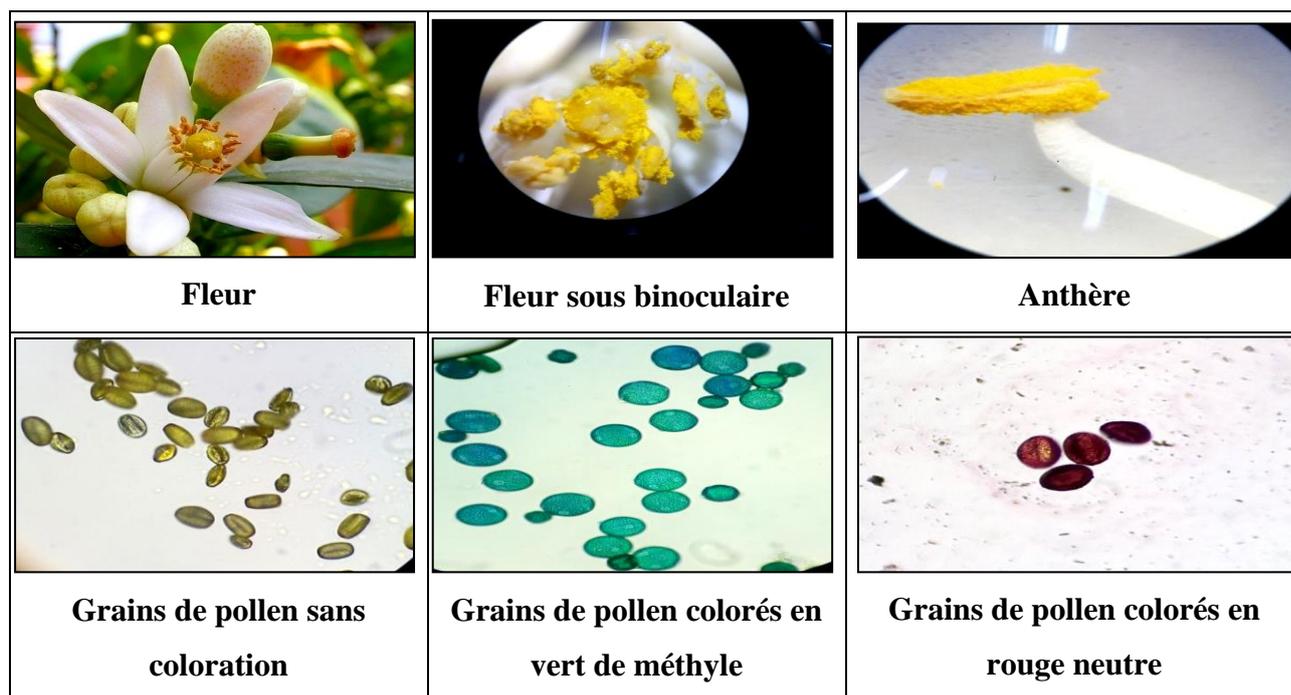


Figure 34 : Photographie microscopique des grains de pollen *Citrus aurantium* L. (Gr 40x10).

Caractéristique des grains de pollen

Odeur	Couleur	Forme	Aperture (pore+sillon)	Ornementation	Taille
Du fruit (Bigaradier)	Jaune	subsphérique	Un seul sillon (monocolpé)	Psilate	VP :9.33 µm
					VE :8 µm

Interprétation et discussion

Le pollen de bigaradier a une couleur jaune, l'odeur est du l'oranger. L'observation microscopique des grains de pollen nous avons montré que la forme est sub-sphérique et l'exine est lisse (psilate), avec la présence d'un seul sillon (monocolpé). La taille est extrêmement petite.

Nos résultats concernant les grains de pollen de bigaradier sont très loin aux résultats obtenus par **Al-Anbri et al** en **2015** qui a remarqué sous microscope électronique la forme du pollen de bigaradier est sub-ovale, tétracolporés, avec une taille moyenne

6. *Olea europaea* L.

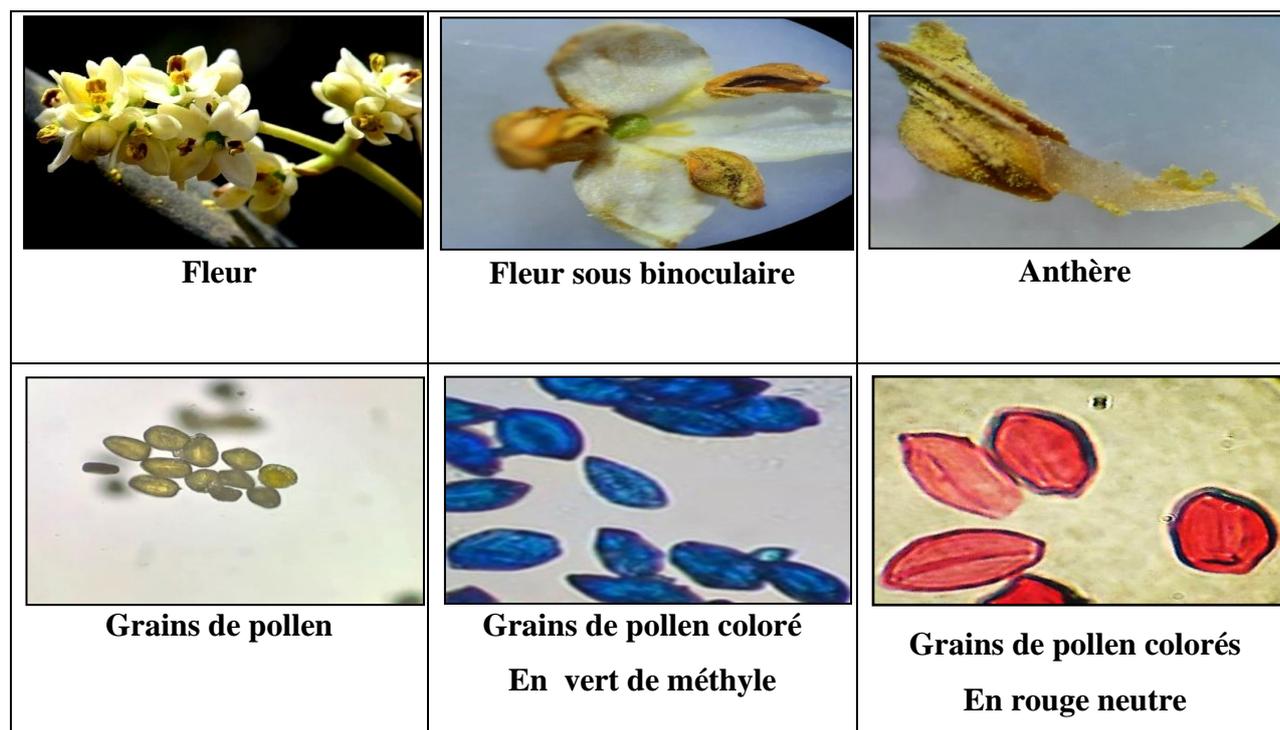


Figure 35 : Photographie microscopique des grains de pollen *Olea europaea* L. (Gr 40x10).

Caractéristique des grains de pollen

Odeur	Couleur	Forme	Aperture (pore+sillon)	Ornementation	Taille
Sans odeur	Jaune	Ovale	Un seul sillon (monocolpé)	psilate	VP :12 µm
					VE :6 µm

Interprétation et discussion

Le pollen d'olivier a une couleur jaune, sans odeur. L'observation microscopique des grains de pollen nous avons montré que la forme est ovale et l'exine est lisse (psilate), avec la présence d'un seul sillon (monocolpé). La taille est extrêmement petite.

Nos résultats concernant les grains de pollen d'olivier sont loin aux les résultats obtenus par **Bousmid** en **2019** qui a remarqué sous microscope optique la forme de pollen d'olivier est triangulaire et tricolpé.

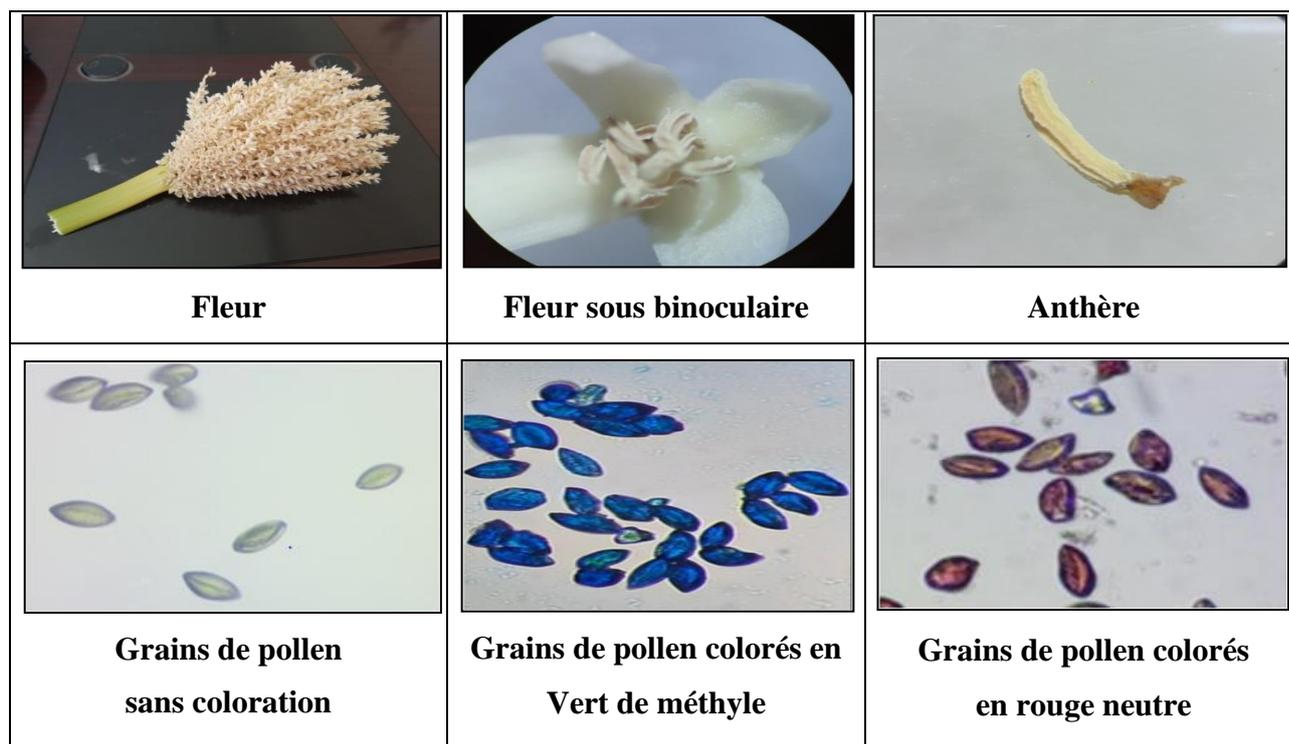
7. *Phoenix dactylifera* L.

Figure 36 : Photographie microscopique des grains de pollen *Phoenix dactylifera* L. (G 40x10).

Caractéristiques des grains de pollen

Odeur	Couleur	Forme	Aperture (pore+sillon)	Ornementation	Taille
Du fruit (datte)	Beige	Ovale	Un seul sillon	psilate	VP : 6.66 μm
					VE : 2.66 μm

Interprétation et discussion

Le pollen de palmier dattier a une couleur beige, l'odeur est du fruit (dattes). L'observation microscopiques des grains de pollen nous avons montré que la forme est ovale et l'exine est lisse (psilate) avec la présence d'un seul sillon (monocolpé). la taille est extrêmement petite.

Nos résultats concernant les grains de pollen de datte comparé par les résultats obtenus par **Sebii et al** en 2019 une morphologie de particules similaire. Les particules observées étaient de tailles différentes, parfois sphériques et parfois ovoïdes, présentant dans les deux cas une surface lisse.

8. Pollen apicole

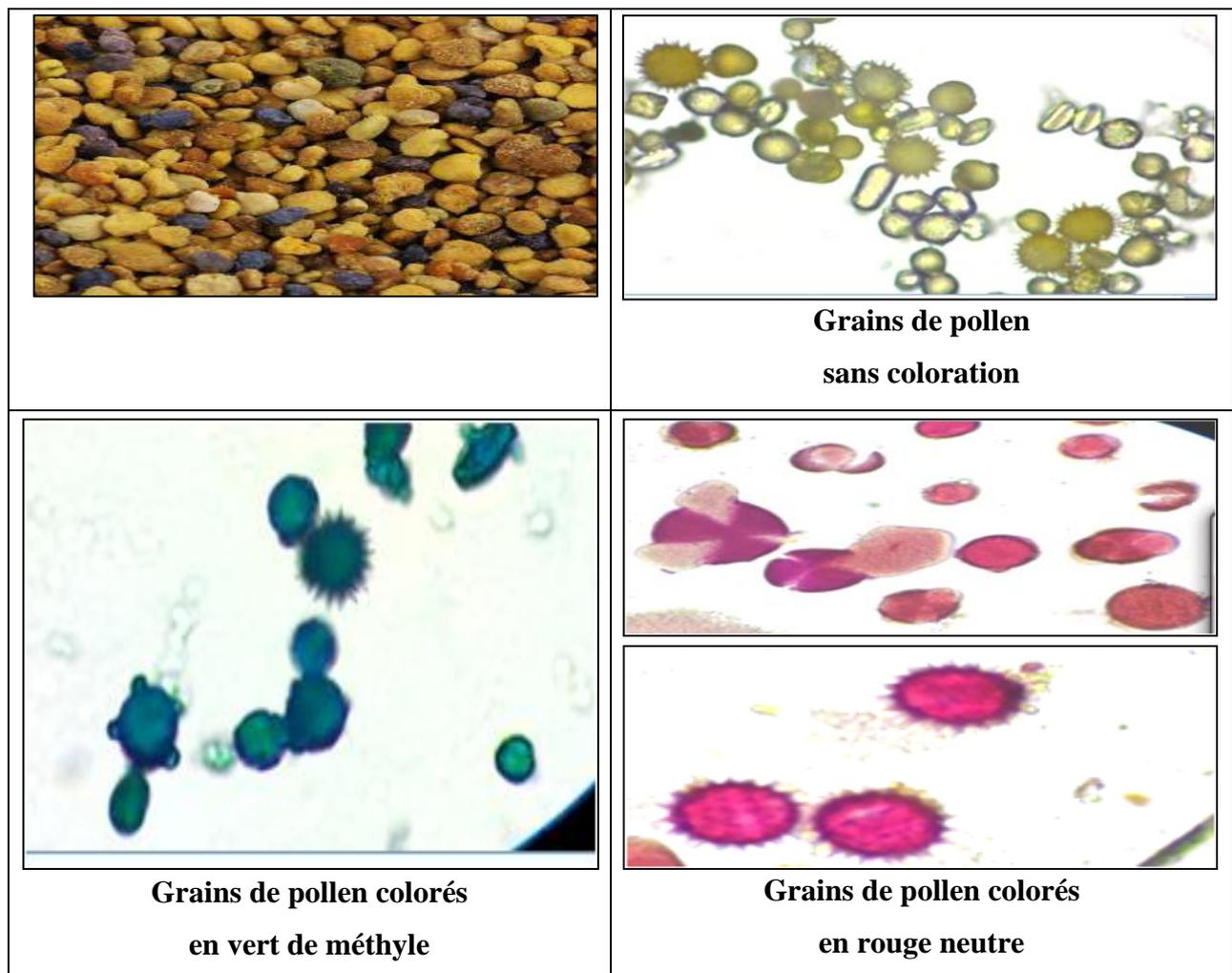


Figure 37 : Photographie microscopique des grains de pollen (Gr 40x10).

Caractéristiques des grains de pollen

Odeur	Couleur	Forme	Aperture (pore+sillon)	Ornementation	Taille
Odeur de "foin"	couleurs très différentes	différentes formes (rond,ovale ,triangulaire)	Périporés	grains hétérogènes, avec différentes formes et tailles. (Chénate ,Gemmate, Psilate)	VP : 4 à 10.66 µm
			Monoporé		VE : 2.5 à 6 µm
			Monocolpé		
			Tricolpé		
			tréporé		

Interprétation et discussion

Le pollen apicole est récolté par les abeilles (Apicole), la plupart de pollen a couleur jaune, mais d'autres couleurs sont variés selon l'origine botanique. Leur odeur de foin variant, s'il s'agit d'un pollen frais. L'observation microscopique nous avons montré plusieurs formes de pollen hétérogènes (sphérique, ovale, triangulaire, ect) selon leur origine botanique. Leurs tailles sont différentes.

Nos résultats des grains de pollen d'apicole conformément avec les résultats obtenus par **Thibault** en **2017** qui a remarqué sous microscope optique le pollen d'apicole est varié, quelques grains possèdent des pores et des sillons et d'autre grains ne possèdent ni pores ni sillons (apipores).

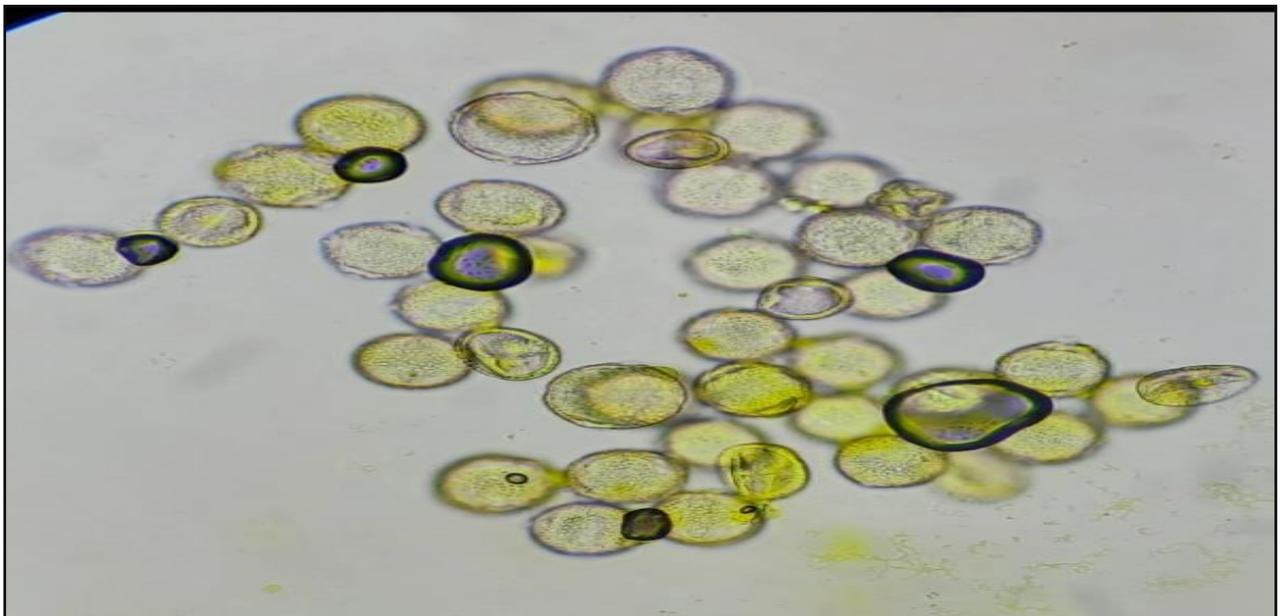
9. Evaluation de la viabilité des grains de pollen (coloration d'Alexander)

Figure 38 : Coloration des grains de pollen en fonction de la méthode utilisée.

10. Le pH

L'acidité est un critère de qualité, le pH de pollen varie de 4 à 6. L'acidité est due à la présence des acides organiques ainsi que d'ions inorganiques (Terrab *et al.*, 2002).

Les résultats que nous avons obtenus qui concernent le pH de différents échantillons de pollen étudiés sont représentés dans la figure au-dessous :

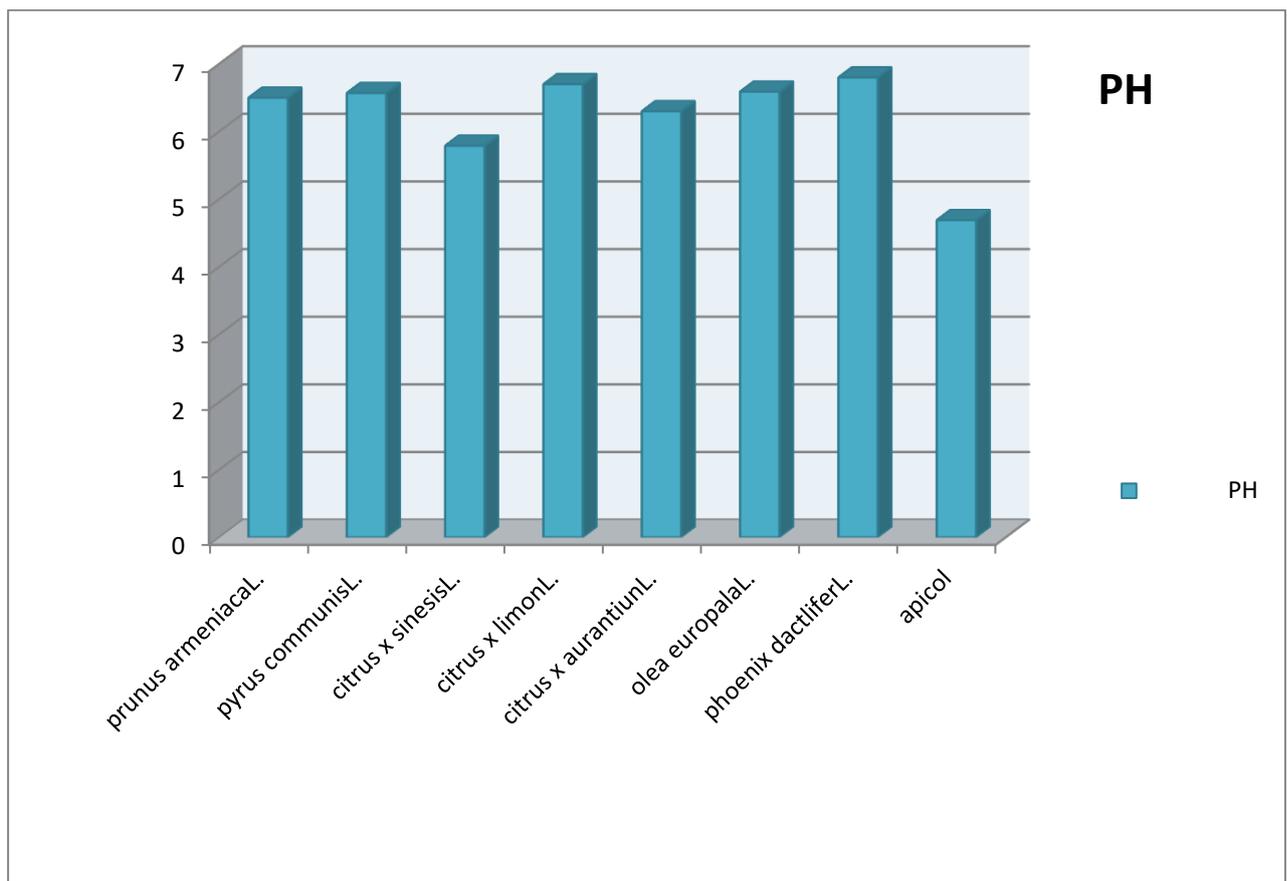


Figure 39 : Le pH des espèces étudiés

Commentaire :

Nous avons remarqué que les valeurs du pH obtenues de tous les échantillons de pollen que nous avons analysés de nature acide. Elles varient entre 4,69 à 6,8. Également, nous avons constaté que le pollen apicole présente un pH plus faible par rapport aux autres espèces, avec une valeur de 4,69. Cependant, les palmacées représentent le pH le plus élevé avec une valeur de 6,8. Tandis que les Rosacées, Rutacées et Oléacées nous avons enregistré des valeurs du pH très proches.

11. La détermination de la teneur en eau

De nombreuses études sont parvenues à quantifier l'eau présente dans le pollen, les résultats différentes d'une famille à l'autre. La teneur en eau est différente selon les analyses pratiquées avant et après séchage du pollen.

La teneur en eau est un facteur hautement important car il permet l'estimation du degré de stabilité des produits au cours du stockage donc elle conditionne la conservation des produits.

Les résultats obtenus de la teneur en eau sont représentés dans la figure ci-dessous :

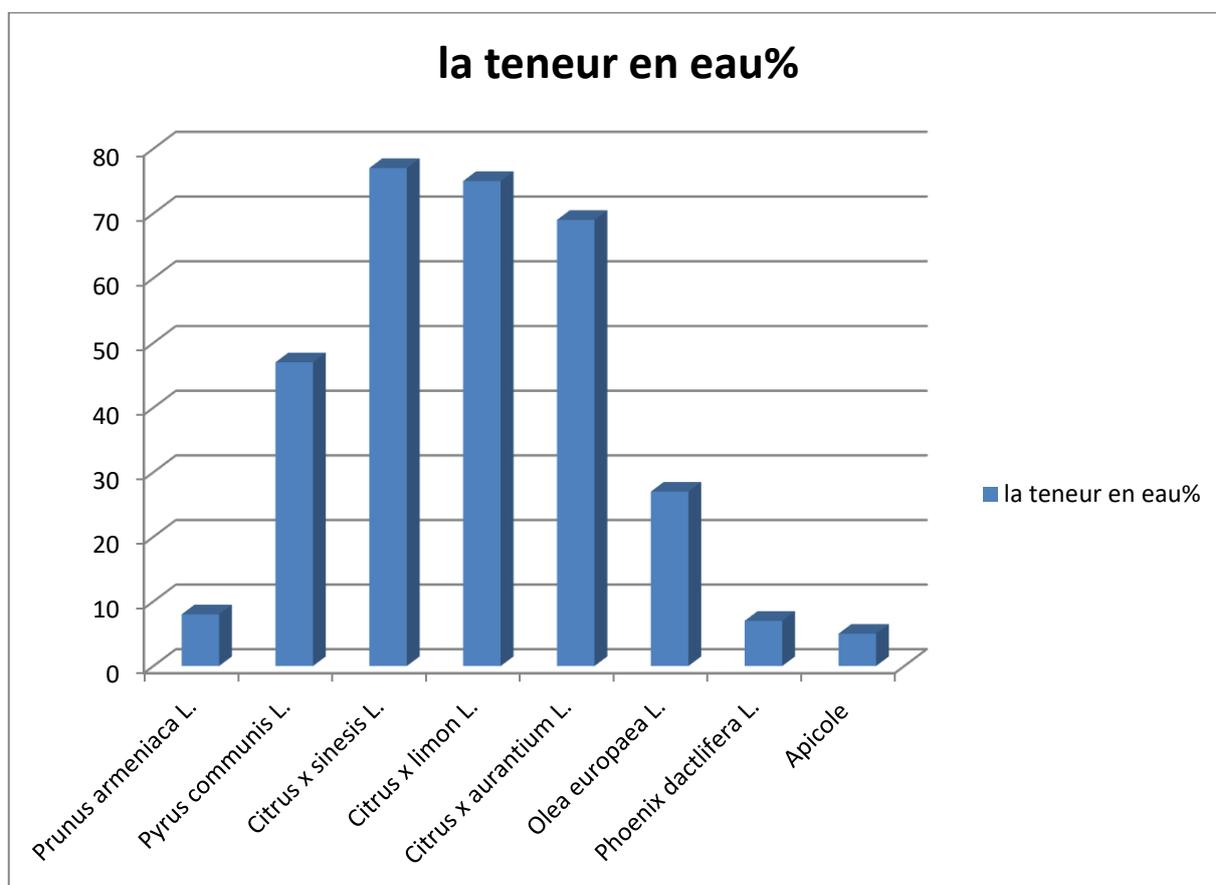


Figure 40 : La teneur en eau des échantillons du pollen

Commentaire :

Les valeurs de la teneur en eau des échantillons de pollen analysés varient entre 5% et 77%. Le pollen des Rutacées présente le taux d'humidité le plus élevé par rapport aux autres familles. Par contre le taux d'humidité le plus faible est enregistré chez les Palmacées, l'Oléacée et l'Apicole.

CONCLUSION

Conclusion

Dans notre travail, nous sommes intéressés à l'étude de quelques espèces botanique de la famille des : Rosacées, Rutacées, Palmacées et Oléacées et nous avons fondé surtout sur l'identification et la caractérisation du pollen.

Nous pouvons dire que la biologie florale des espèces étudiées est assez homogène entre les espèces de la même famille et hétérogène entre les espèces des différentes familles.

La morphologie pollinique est variée d'une famille à l'autre, selon les espèces étudiées :

- Le pollen des Rosacées est traingulaire, tricolporés avec un exine psilate.
- Le pollen des Rutacées est sphérique, subsphérique avec un exine psilate ou gemmate.
- Le pollen des Oléacées est ovale avec un exine psilate.
- Le pollen des Palmacées est ovale avec un exine psilate.

Cependant, on observe une certaine diversité entre les espèces étudiées dans la couleur, l'odeur et la taille de pollen.

L'étude de certaines propriétés physico-chimique des grains de pollen nous avons montré que :

- La teneur en eau varie entre 5% (le pollen apicole) et 75% (*Citrus sinensis* L.).
- Le pH de pollen analysé est acide et sa valeur variant entre 4,69 à 6,8.

La coloration d'Alexander n'était pas la méthode la plus fiable pour l'évaluation de la viabilité du pollen.

Le pollen a une grande importance dans la vie des végétaux, ainsi que de l'homme, ceci est évident à sa richesse en protéine et vitamine.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUE

Références bibliographiques

A

A.N.D.I (Agence Nationale de Développement de l'Investissement), 2013- La spectaculaire chute de Tamdaprès Ahmed Rachedi. Rapport technique.4p

B

Bedinger P., 1992- The remarkable biology of pollen . Plant cell. Volume 4, 879-887.

Bawa S.,1995- Pollinisation, seed dispersal, and diversification of Angiosperms. TREE, 10(8),311-312.

Bousmid A., 2019- Biologie florale et diversité pollinique chez certaines Angiospermes d'intérêt économique. Thèse de doctorat : Bases biologiques de la production et biodiversité végétale. Université des Frères Mentouri Constantine 1, 199 p.

Bousmid A., Boulacel M., Benlaribi M., 2016-Contribution A L'étude De La Biologie Florale De Quelques Rosacees Cultivees De La Region De Constantine (Algerie). Eropcan Scientific Journal , 12(36), 150-152.

C

Coutanceau M., 1962 - Arboriculture fruitière, technique et économie des cultures de Rosacées fruitières ligneuses. 2Ed : Baillièrre et Fils, Paris. 575 P

Cousin, L., 2014- L'abeille et le conseil à l'officine. Thèse de doctorat : En pharmacie. Université de Poitiers, 87p.

Charlotte, P ., 2015- Évolution et développement des graines de pollen chez les Angiospermes. Thèse de doctorat : Biologie. Université Paris – Saclay , 65p.

Charpin Jacques., 1986- *Allergologie*. éd2 p. 218-241.

Chassany Vincent, Potage Mari et Ricou Maud ., 2012- *Mini manuel de biologie végétale*. éd. DUNO. p.121, 122, 125,126, 181,182.

Campbell N. & Reece J., 2004- Biologie. 2Ed : De Boeck. Université Bruxelles, 38-49.

Camefort H. & Boué H., 1985-Reproduction et biologie des principaux groupes végétaux. Ed : Douin, Paris, 211 p.

Commission Brésilienne., 2000- Instruction normative N°11. Publié au Journal officiel de 23/10/2000, Section I, p. 16-17.

Chantale, K ., 2001-la reproduction des Angiospermes. Paris :chirat, p 32 ,106 ,107,127 ,128 .

Chakass ,M A ., Carbonier,M-C .,Verhille,A-M.Reduron,J-P & Boussioud ;F-C .,2013- contribution à la connaissance du pollen de trois espèces de rosacées importantes pour l'arboriculture fruitière au Liban : l'amandier (*Prunus amygdalus Stokes*), l'abricotier (*Prunus armeniaca L.*) et le pêcher (*Prunus persica L.*) ;Acta Botanica Gallica (en ligne)156(2) , 26 apr 2013 ; <https://doi.org/10.1080/12538078.2009.10516159>

D

Dibos, Ch ., 2010- Interaction plante pollinisateur : caractérisation de la qualité du pollen de deux cucurbitacées durant son ontogénèse , sa présentation et son transport sur le corps de l'abeille domestique . Thèse de doctorat : sciences Agronomiques . Université D'avignon et des Pays de Vaucluse ; 191 p.

Dibos C., 2011-Interactions plante – pollinisateur-caractérisation de la qualité du pollen de deux cucurbitacées durant son ontogénèse, sa présentation et son transport sur le corps de l'abeille domestique. Thèse doctorat en sciences agronomiques, Université d'avignon et des pays de vaucluse, 191p.

Douzet R., 2007- Petit lexique de botanique à l'usage du débutant. Ed : Version, Paris, 8-17.

Dibos C., 2010- Interaction plante- pollinisateur : caractérisation de la qualité du pollen de deux Cucurbitacées durant son ontogénèse, sa présentation et son transport sur le corps de l'abeille domestique. Thèse du Doctorat, 178 p

Donadieu Y., 1982- *Le Pollen*. éd. 5 Maloine . p. 17-45.

Dunod, Paris ., 1999, 2004, 2010 -ISBN 978-2-10-054840-8p23

Ducreux G., 2002- Introduction à la botanique. Ed : Belin, Paris, 256 p.

E

Edlund A.F., Swanson R. et Preuss D., 2004- Pollen and Stigma Structure and Function: The Role of diversity in Pollination. In *The Plant cell*. Volume 16, 84–97.

Erdtman G., 1952- Pollen morphology and plant taxonomy: Angiosperms (an introduction to Palynology). Ed: Almqvist and Wiksell, Stockholm, 51-57.

F

Filleul.E ., 2018-les astéracées : description botanique, biologique et étude de plante médicinales et toxiques. Thèse de doctorat :En pharmacie. L'Imoges : Université de L'Imoges, 136p.

Fayant P., 2010- Modélisation par éléments finis de la croissance du tube pollinique. Thèse de Doctorat. Université de Montréal, 175 p.

G

Guignard J. L., 1983- Botanique : Systématique moléculaire. 7Ed : Masson, Paris, 283 p.

Green V., Daimon S., Primo T., 2015- Le Jardinier d'intérieur : familles de plantes.Ed : The IndoorGardener Magazine, Canada. 259 p.

Guérin, B. et Michel, F.B., 1993-*Pollen et Allergie*. Ed. Allerbio, Varennes-en Agronne, 279p

H

Hopkins W.G., 2003- Physiologie végétale. 2ème édition américaine, de Boeck et Lancier S A,Paris.514p.

Horlow. Ch & Doutriaux. M-P ., 2003- Les mécanismes moléculaires de la Meuse chez les plantes. M/S : médecine sciences, 19(6_7), 717_723.

K

Karna-Mlik . P ., 2019- Morphological study of pollen Grains of Angiospermes. *Int. J. Appl. SCI. Biotechnol*,7(3), 354_358.

Ketfi Louisa., 2016- *Le contenu pollinique atmosphérique de la région de Annaba et sa relation avec la pollinose*, Thèse De Doctorat de l'Université Badji Mokhtar Annaba.

Kleman C., 2001- La reproduction des Angiospermes. Ed : Belin, Paris, 175 p.

L

Larson R. A., 1988- The antioxidants of higher plants. *Phytochemistry*, 969-978.

Laberche J.C., 2004- Biologie végétale. 2Ed : Dunod, Paris, 270p.

Laaidi Karine, Laaidi Mohamed et Jean-Pierre Besancenot ., 1997-Pollens, pollinoses et météorologie. *La Météorologie 8e série*. n° 20 p. 42

M

Marghitas L.A., Stanciu O.G., Dezmirean D.S., Bobis O., Popescu O, Bogdanov S., Campos M.G.,2009- In vitro antioxidant capacity of honeybee-collected pollen of selected floral origin harvested from Romania. *Food Chemistry* 115, 878–883.

Machiex J.J., Fluriet A., 1993- Phenolics in fruit and fruit products: progress and prospect.

Macheix J. J., Fleuriet A., Billot J., 1990 - Fruit pheolics. Ed: CRC Press. 132-136pp.

Marouf A., Reynau J., 2007- *La Botanique de A à Z* .éd. DUNOD p. 238, 239.

N

Nair S. ,2014-Identification des plantes mellifères et analyses physicochimiques

O

Ozenda P., 2000- Les végétaux, Organisation et diversité biologique. Ed : Dunod, Paris, 516p.

P

Pacini E., 2000- From anther and pollen ripening to pollen presentation. *Plant systematics and Evolution*, Volume 222(4), 19-43.

R

Robert D., Dumas C., Bajon C., 1998- Biologie végétale volume 3. La reproduction. Ed : Doin, Paris.384p.

Reece, Urry, Cain, Wasserman, Minorsky et Jackson., 2012- *Biologie*. éd 9 p.

Richard Daniel, Chevolet Patrick et Fournel Sylvie., 2012-*Biologie*. éd. 2. p 606-610

Reille, M., 1990- *Leçons de palynologie et d'analyse pollinique*. Ed. CNRS, Paris. 206p.

Renault-Myskovsky, J. et Petzold, M., 1992- *Spores et pollen*. Ed. La Duralie ,248p.

Roland Jean-Claude, Roland Françoise, El Maarouf-Bouteau Hayat et Bouteau François., 2008-*Atlas biologie végétale* .éd. 9 p.140

Richard D., Chevalet P. et Soubaya T., 2014- *Mémo visuel de biologie : l'essentiel en fiches*. 2Ed : Dunod, Paris, 225-233.

Reille, M., 1992- *Pollen et spores d'Europe et d'Afrique du nord*. éd Laboratoire de Botanique Historique et Palynologie. Univ. D'Aix-Marseille III, France. 520p.

Richard Daniel, Chevolet Patrick et Fournel Sylvie., 2012-*Biologie*. éd. 2. p 606-610.

Ressayre W.W., Pesson F. S. Et Steer M., 2002- Observations of Harmomegathy in Pollen of Anthophyta. Grana. Volume 12, 93–98.

S

Spichiger R. E., Savolainen V. V., Figeat M., Jeanmonod D., 2009- Botanique

systématique des plantes à fleurs. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes. Francia.413p.

Soukehal B., 2017- La wilaya de Mila: villes, villages et problématique de l'alimentation en eau potable.Thèse de Doctorat. Université Mentouri Constantine, Algérie, 23p.

Soukehal B., Cherrad S., 2011- Les ressources en eau dans la wilaya de Mila mobilisation, consommation et comportement de ménages. Science et technologie D -N°34.

Seddiki H., Chaalal M., Stambouli I., 2013- Mila la wilaya. Spectaculaire chut de Tamda près Ahmed Rachedi. Rapport technique.Ed : Albayazin. 101p.

T

Thibault M, 2017-Le pollen apicole : ses propriétés et ses utilisations thérapeutiques. Thèse de doctorat : en pharmacie Université de Lorraine, 111p.

V

Vallade J., 1999 – Structure et développement de la plante. Ed : Dunod, Paris .217 p.

W

Wolfgang.L & Dieter. P ., 2013- Gros Plant sur fleurs. Paris : Fernand Nathan p 246.

Y

Yadegari R. & Drews G.N., 2004- Femal gametophyte development. Plant Cell. 16, 33-41.

Quelques sites internet consultés :

- <https://www.futura-sciences.com/planete/definitions/botanique-angiosperme-1382/>
- <https://cdn.mathrix.fr/svt/3eme/fichebilan6.png>
- https://khaymasvt.ma/wp-content/uploads/2020/01/1248px-Mature_flower_diagram-fr.svg-1024x525.png
- www.plantes-botanique.org
- <https://www.gammvert.fr>
- <https://i.pining.com/564x/ea/05/b8/ea05b8c28bf706102e6ea2acb72870a5--flower-plants.jpg>
- <http://www.encyclopollens.fr/la-face-cachee-des-pollens/la-carte-didentite-du-pollen/comment-reconnaitre-et-differencier-le-pollen/>
- www.alk.abello.com
- techno-science.net
- konet.com
- www.aquaportail.com
- <https://microbiologie-clinique.com/hotte-enceinte-securite-biologique-microbiologique.html>
- https://jeulin.com/lelaborantin_fr/le-laborantin/equipement-de-laboratoire/etuves.html
- https://www.labomoderne.com/categorie.Centrifugeuses.MATERIEL_CENTRI_CENTR I.html#lire-plus

Résumé

Résumé

Les grains de pollen sont des organismes essentiels chez les végétaux. Notre étude est réalisée dans le laboratoire des sciences et matériaux.

Cette étude vise la description des grains de pollen de quelques espèces botanique. Elle se base particulièrement sur la morphologie des grains de pollen l'étude physico- chimique, et l'évaluation de la viabilité du pollen avec la coloration d'Alexander.

Après collecte des fleurs des espèces sélectionnées : les Rosacées (Abricotier, Poirier), les Rutacées (Oranger, Citrus, Bigaradier), les Oléacées (Olivier), les Palmacées (Palmier dattier), et le pollen collecté par les abeilles (apicole).

L'observation microscopique des grains de pollen dégage : le pollen triangulaire avec, un psilate chez les Rosacées, la forme sphérique et subsphérique, monocolpés et psilate chez les Rutacées, la forme ovale, monocolpés et psilate chez les Oléacées et les Palmacées, plusieurs formes chez l'apicole.

Les grains de pollen contiennent une teneur importante d'eau chez les Rutacées, par rapport aux autres espèces étudiées.

Les valeurs du pH des échantillons de pollen étudié est varié entre 4 et 6.

Finalement, nos résultats ont montré que la coloration d'Alexander n'est pas la méthode la plus fiable pour estimer la viabilité du pollen.

Mot clés : les grains de pollen, extraction, coloration.

Abstract

Pollen grain is essential organisms in plants. Our study is applied in the laboratory of sciences and materials.

The purpose of this study is to describe the pollen grains of some botanical species. It based special on particular of the morphology of pollen grains, the physico-chemical study, and assessment of pollen viability with Alexander stain.

After collecting the flowers of the selected species: Rosaceae (Apricot, Pear), Rutaceae (Orange tree, Citrus, Bigaradier), Oleaceae (Olive), Palmaceae (date palm), and pollen collected by bees (bee bread).

Microscopic observation of pollen grains releases: the triangular pollen with, a psilate in the Rosaceae, circular and semicircular, monocolped and psilate in Rutaceae, the oval shape, monocolpates and psilate in the Oleaceae and the Palmaceae, several forms in bee bread.

Pollen grains contain a high water content in Rutaceae, compared by the other species studies.

The pH values of the pollen samples studied varied between 4 and 6.

Finally, our results showed that the Alexander coloring is not the most reliable method for estimating pollen viability.

Key words: Pollen grain, extraction, coloring.

الملخص

حبوب اللقاح هي عضيات أساسية عند النباتات، أجريت دراستنا في مخبر العلوم و المواد.

تهدف هذه الدراسة إلى وصف حبوب اللقاح عند بعض الأنواع النباتية ، تركز بشكل خاص على البنية المورفولوجية

لحبوب اللقاح تحت المجهر الضوئي، تركيبها -كيميائية، و أخيرا تقدير حيويتها بواسطة تلوين Alexandre

بعد جمع أزهار الأنواع المختارة وهي les Rosacées (المشمش ، الإجاص) ، les Rutacées (البرتقال ، الليمون و

النانج) ، les Oléacées (الزيتون) ، les Palmacées (النخيل) ، وحبوب اللقاح المجمعة بواسطة النحل Apicole

الملاحظة المجهرية لحبوب اللقاح تعطي الشكل المثلي ، tricolporés أملس عند les Rosacées الشكل الكروي و

شبه الكروي ، monocolpé و أملس عند les Rutacées الشكل البيضاوي، monocolpés و أملس عند les Oléacées و

les Palmacées و عدة أشكال عند حبوب اللقاح الملتقطة بواسطة النحل.

تحتوي حبوب اللقاح على كمية عالية من الماء عند les Rutacées وكمية ضعيفة من الماء عند باقي الانواع النباتية

المدرسة.

قيم ال pH لعينات حبوب اللقاح المدروسة تتراوح بين 4 و6.

و أخيرا أظهرت نتائجنا أن تلوين Alexandre ليس الطريقة الأكثر فعالية لتقدير حيوية حبوب اللقاح.

الكلمات المفتاحية: حبوب اللقاح , استخلاص , تلوين.

Nom : KERROUCHE, BOUSBAA et TRIA

Date de soutenance : 12-07-2022

Prénom : Besma, Maissa et Moufida

Thème :

ETUDE POLLINIQUE DE QUELQUE ESPECES BOTANIKUES

Mémoire préparé en vue de l'obtention du diplôme de Master

Résumé

Les grains de pollen sont des organismes essentiels chez les végétaux. Notre étude est réalisée dans le laboratoire des sciences naturelles et matériaux.

Cette étude vise la description des grains de pollen de quelques espèces botanique. Elle se base particulièrement sur la morphologie des grains de pollen l'étude physico- chimique, et l'évaluation de la viabilité du pollen avec la coloration d'Alexander.

Après collecte des fleurs des espèces sélectionnes : les Rosacées (Abricotier, Poirier), les Rutacées (Oranger, Citrus, Bigaradier), les Oléacées (Olivier), les Palmacées (Palmier dattier), et le pollen collecté par les abeilles (apicole).

L'observation microscopique des grains de pollen dégage : le pollen triangulaire avec, un psilate chez les Rosacées, la forme sphérique et subsphérique, monocolpés et psilate chez les Rutacées, la forme ovale, monocolpés et psilate chez les Oléacées et les Palmacées, plusieurs formes chez l'apicole.

Les grains de pollen contiennent une teneur importante d'eau chez les Rutacées, par rapport aux autres espèces étudiées.

Les valeurs du pH des échantillons de pollen étudié est varie entre 4 et 6.

Finalement, nos résultats ont montré que la coloration d'Alexander n'est pas la méthode la plus fiable pour estimer la viabilité du pollen.

Mot clés : les grains de pollen, extraction, coloration.

Laboratoire de recherche : des sciences naturelles et matériaux.

Département des sciences de la nature et de la vie

Devant le jury :

Dr. BELATTAR	Hakima	MCA	Présidente
Dr. ZERAFA	Chafia	MCB	Examinatrice
Dr. BOUSMID	Ahlem	MCB	Promotrice