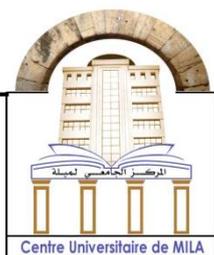


الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

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 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 : Biotechnologies

Spécialité : Biotechnologie végétale

Thème :

Etude des caractéristiques physico-chimiques du pollen de quelques espèces importantes pour l'arboriculture fruitière à Mila

Présenté par :

- **BOUDJEMLINE Zina.**
- **GUECHI Fatima.**

Devant le jury :

Président	Dr. TORCHE Y.	Grade : (MCB) Centre universitaire de Mila.
Examinatrice	Dr. HIMOUR S.	Grade : (MCB) Centre universitaire de Mila.
Promotrice	Dr. BOUSMID A.	Grade : (MCB) Centre universitaire de Mila.

Année Universitaire : 2022/2023

Remerciements

*Tous mes remerciements vont à tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce travail en particulier, nous remercions avant tous Dieu « **ALLAH** » le Tout Puissant de nous avoir donné le courage et la santé pour achever ce travail.*

*Nous exprimons d'abord nos profonds remerciements et notre vive connaissance au **Dr. BOUSMID A**, pour avoir encadré et dirigé ce travail avec une grande rigueur scientifique, sa disponibilité, ses conseils et la confiance qu'il nous accordé nous ont permet de réaliser ce travail.*

Nous remercions également les membres de jury d'avoir accepté d'examiner et de juger le contenu de ce mémoire :

***Dr. TORCHE Y**, Maitre de conférences qui a accepté de présider notre jury ;*

***Dr. HIMOUR S**, Maitre de conférences qui a accepté de juger et d'examiner notre travail.*

Nous remercions toute personne qui nous a aidées pour réaliser notre travail.

Dédicace

Avec tous mes sentiments de respect, je dédie ma remise de diplôme et ma joie

À mon très cher papa Abd el Madjid ; mon support qui reste toujours mon premier maître, je l'aime très fort...

À la plus belle perle du monde...ma moitié, ma tendre mère Farida ; En témoignage de votre affection, votre sacrifices et vos précieux conseils qui m'ont conduit à la réussite dans tous ce que je fais, je t'aime maman.

À mes aimables sœurs Hassina, Afaf, Wissem et Souha ; que Dieu tout puissant, vous donne santé et bonheur. Je vous aime très fort.

À mon cher frère Zaki ; Que dieu le garde pour moi.

À mon cher fiancé ; La personne qui m'a toujours aidé et encouragé ; Kamel merci pour tout.

À ma binôme Fati et sa famille ; Que dieu tout puissant, vous donne santé et bonheur. Je vous aime très fort.

À mes très chères et merveilleuses amies ; Que j'aime profondément, Ikram, Afaf, Insaf, Foufa, Wiam, Dounia je vous souhaite une vie pleine de bonheur, de prospérité et beaucoup de succès.

À tous ceux qui mon aidé afin de réaliser ce travail, et à tous ceux que j'aime et qui m'aiment.

Zina

Dédicace

*Je dédie ce modeste travail à la femme la plus douce du monde, la femme qui m'a donné la vie et qui m'a toujours entouré par son amour et son support ; ma très chère **maman Farida** ;*

*À l'homme exemplaire qui a sacrifié sa vie afin de nous voir grandir et réussir dans notre vie ; mon très cher **papa Messaoud** ;*

*À mes chers frères **Mehdi, Aymen et Khaled** pour leur affectueux soutien moral ;*

*À mon aimable sœur **Bessma** et ma belle **Linda paix** à son âme ;*

*À ma binôme **Zina** et sa famille que dieu tout puissant, vous donne santé et bonheur. Je vous aime très fort ;*

*A tous mes très chers et merveilleuse amies que je ne peux malheureusement pas tous citer (**Meroua, Insaf, Assala, Dounia et Wiam**) ;*

A tous les personnes qui m'ont bien aidé à atteindre mon objectif et a tous ceux que j'aime et qui m'aime.

Fatima

Table des matières

Table des matières

Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des abréviations	
Liste des graphiques	
Introduction	2

PARTIE 01 : RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I. INFLORESCENCE ET FLEUR

I.1. Inflorescence	6
I.1.1. Définition	6
I.1.2. Différents types d'inflorescence.....	6
I.1.2.1. Inflorescence simple	6
I.1.2.2. Inflorescences composées	8
I.2. Fleur	9
I.2.1. Origine de la fleur	9
I.2.2. Pièces florales.....	10
I.2.3. Variations des pièces florales	11
I.2.3.1. Présence ou absence des pièces florales	11
I.2.3.2. Présence ou absence des organes reproducteurs.....	11
I.2.4. Types de fleur.....	11
I.2.4.1. Fleur Actinomorphe.....	11
I.2.4.2. Fleur Zygomorphe	11
I.2.4.3. Fleur Hermaphrodite.....	11
I.2.4.4. Fleur monoïque.....	12
I.2.4.5. Fleur dioïque.....	12
I.3. Phase floraison	12

CHAPITRE II. POLLEN

II.1. Pollen	16
II.1.1. Origine et définition.....	16
II.1.2. Classification des grains de pollen.....	17
II.1.3. Formation de pollen	17
II.1.4. Structure de pollen	18

II.1.4.1. Exine.....	19
II.1.4.2. Intine.....	20
II.1.4.3. Apertures	20
II.1.4.4. Ornementation	23
II.1.5. Identification des grains de pollen	23
II.1.5.1. Couleur	24
II.1.5.2. Forme	24
II.1.5.3. Taille.....	25
II.1.6. Type de grains de pollen	25
II.1.6.1. Pollen simple	25
II.1.6.2. Pollen à expansions	25
II.1.6.3. Tétrades	25
II.1.7. Caractères des pollens.....	25
II.1.8. Composition chimique du pollen :.....	26
II.1.8.1. Eau.....	27
II.1.8.2. Protéines	27
II.1.8.3. Glucides.....	27
II.1.8.4. Lipides	27
II.1.8.5. Vitamines	27
II.1.8.6. Substances minérales et oligo-éléments.....	28
II.1.8.7. Caroténoïdes.....	28
II.1.8.8. Composés phénoliques	28
II.1.8.9. Substances diverses	28
II.1.9. Pollinisation	29
II.1.9.1. Pollinisation directe (autogamie)	29
II.1.9.2. Pollinisation croisée (allogamie).....	30
II.1.10. Germination de pollen.....	32
II.1.11. Palynologie et systématique des végétaux	32
II.1.12. Pollen et allergie	33
II.1.12.1. Diagnostic des allergies aux pollens	33
II.1.12.2. Allergies liées au pollen	33
II.1.13. Propriétés biologiques du pollen	34

II.1.14. Autres utilisations du pollen	36
--	----

CHAPITRE III. LES ESPECES ETUDIEES

III.1. Espèces étudiées	38
III.1.1. La famille des Rutacées (Rutaceae).....	38
III.1.1.1. Définition	38
III.1.1.2. Classification classique	39
III.1.1.3. Caractéristiques généraux des Rutacées	39
III.1.3. La famille Rosacées (Rosaceae)	40
III.1.3.1. Définition	40
III.1.3.2. Classification classique	40
III.1.3.3. Caractéristiques généraux des Rosacées	40

PARTIE 02 : ETUDE EXPERIMENTALE

CHAPITRE I. MATERIELS ET METHODES

I.1. Présentation de la zone de prélèvement	44
I.1.1. Situation géographique et administrative de ferdjioua la wilaya de Mila.....	44
I.2. Espèces étudiées.....	45
I.3. Méthodes.....	45
I.3.1. Collecte des fleurs	45
I.3.2. Réalisation de la dissection florale.....	46
I.3.3. Analyse pollinique.....	48
I.3.4. Analyse physico-chimique	49
I.3.4.1. Détermination de la teneur en eau	49
I.3.4.2. PH	50
I.3.4.3. Teneur en phénols totaux.....	51
I.3.4.4. Evaluation de la viabilité des grains de pollen (Test de germination in vitro en milieu solide)	54
I.3.4.5. Evaluation de la viabilité des grains de pollen (Coloration d'Alexander)	55

CHAPITRE II. RESULTATS ET DISCUSSION

II.1. Etude pollinique.....	59
II.1.1. <i>Citrus sinensis</i> L.	59
II.1.2. <i>Citrus limon</i> L.	60
II.1.3. <i>Citrus aurantium</i> L.	62

II.1.4. <i>Malus domestica</i> L.....	63
II.1.5. <i>Cydonia oblonga</i> Mill.....	65
II.2. Résultats des analyses physico-chimiques	67
II.2.1. Teneur en eau	67
II.2.2. PH.	68
II.2.3. Teneur phénols totaux	68
II.2.4. Evaluation de la viabilité du pollen	71
II.2.4.1. Test de germination in vitro	71
II.2.4.2. Coloration d'Alexander	73
Conclusion.....	75
Références bibliographiques	77
Résumés	86

Liste des tableaux

Liste des tableaux

Tableau 1 : Signification des termes des différents types polliniques en fonction du nombre et la disposition des ouvertures .	22
Tableau 2 : Pourcentages moyens des principaux éléments qui constituent le grain de pollen .	26
Tableau 4: Echantillonnage des grains de pollen des quelque espèces étudiées.	45
Tableau 5: Caractéristique des grains de pollen de <i>Citrus sinensis</i> L.	60
Tableau 6: Caractéristique des grains de pollen de <i>Citrus aurantium</i> L.	63
Tableau 7: Caractéristique des grains de pollen de <i>Malus domestica</i> L.	64
Tableau 8: Caractéristique des grains de pollen <i>Cydonia oblonga</i> Mill.	66
Tableau 9: La teneur en eau des échantillons du pollen.	67
Tableau 10: Le pH des espèces étudiés.	68
Tableau 11: La teneur en phénols totaux des espèces étudiées.	69
Tableau 12: Le test de germination in vitro d'espèces étudiées.	71

Liste des figures

Liste des figures

Figure 1: Schéma des principaux types d'inflorescence	9
Figure 2: Organisation d'une fleur type d'Angiosperme	10
Figure 3 : Principaux facteurs induisant la floraison : conditions climatiques, maturité, hormone.....	13
Figure 4: Les différentes étapes de la formation du pollen.....	18
Figure 5: La structure de pollen	19
Figure 6: Coupe schématique de la paroi d'un grain de pollen	20
Figure 7: Principaux type d'ornementation	23
Figure 8: Fleur autogamie directe (gauche) et indirecte (droite)	30
Figure 9: Fleur allogamie	30
Figure 10: la relation entre l'abeille – fleur	31
Figure 11: Germination de pollen	32
Figure 13: La collecte des fleurs.....	46
Figure 14: Dissection d'une fleur d'orange et d'une fleur de cognassier.	47
Figure 15: Observation à la loupe binoculaire.	47
Figure 16: les différentes étapes d'analyse pollinique.	48
Figure 17: la mesure de teneur en eau des grains de pollen.....	50
Figure 18: la mesure de ph de grains de pollen.....	51
Figure 19: étapes de préparation de l'extrait méthanolique du pollen (EMP).	52
Figure 20: Etapes du dosage des polyphénols totaux de l'extrait méthanolique du pollen.	53
Figure 21: Test de germination in vitro (en milieu solide).	54
Figure 22: Préparation de coloration d'Alexander.....	56
Figure 23: Coloration d'Alexander de pollen.....	57
Figure 24: Photographie aux binoculaire des pièces florales et au microscope des grains de pollen de <i>Citrus sinensis</i> L.....	59
Figure 25: Photographie au binoculaire des pièces florales et au microscope des grains de pollen de <i>Citrus limon</i> L.....	61
Figure 26: Photographie au binoculaire des pièces florales et au microscope des grains de pollen de <i>Citrus aurantium</i> L.....	62
Figure 27: Photographie au binoculaire des pièces florales et au microscope des grains de pollen de <i>Malus domestica</i> L.	64
Figure 28: Photographie au binoculaire des pièces florales et au microscope des grains de pollen de <i>Cydonia oblonga</i> Mill.....	65
Figure 29: Coloration des grains de pollen en fonction de la méthode utilisée.	73

Liste des abréviations

Liste des abréviations

% : Pourcentage

AFNOR : Association française de normalisation

Ap : Axe principale

Br : Bractée

C° : Degré Celsius

FAO : Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture

Fl : Fleur

Fl.t : Fleur terminale

G% : Le pourcentage de germination

H : Humidité.

H₃PO₄ : Acide phosphorique

Inv : Involucre de bractées

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

M2 : Masse de l'ensemble après étuvage.

Min : Minute

Ms : La matière sèche du pollen en pourcentage.

Omb : Ombelle

P : Masse de la prise d'essais.

Pd : Pédoncule florale

PH : Potentiel hydrogène

r.c : Réceptacle

SEM : Scanning électron microscope

V.E : Vue équatoriale

V.P : Vue polaire

µl : Microlitre

µm : Micromètre

Liste des graphiques

Liste des graphiques

Graphique 1: La teneur en eau des échantillons du pollen.....	67
Graphique 2: Le pH des espèces étudiés.....	69
Graphique 3: Courbe d'étalonnage de l'acide gallique : absorbance à 700 nm.	70
Graphique 4: Teneur en phénols totaux en mg/g.....	70
Graphique 5: Test de germination in vitro des espèces étudiées.....	72

Introduction

Introduction

L'Algérie possède une grande variété d'espèces naturelles et cultivées (comestibles et ornementales) qui jouent un rôle économique important, classés en plusieurs familles.

La famille des Rutacées est une famille de plante qui comprend environ 900 espèces réparties en 150 genres distribués dans les régions tropicales et tempérées de l'hémisphère sud (**Baladehi et al., 2013**).

Les Rutacées sont des plantes généralement ligneuses et à feuilles en principe composé pennées, ce sont des plantes dicotylédones.

Les espèces de cette famille ont généralement des fleurs qui se divisent en quatre ou cinq parts. Habituellement avec des parfums forts. Elles s'étendent dans la forme et la taille des herbes aux arbustes et aux petits arbres (**Singh, Gurjaran., 2004**). Le genre le plus économique dans cette famille est le citron.

La famille des Rosacées regroupe de 3000 à 3500 espèces classées en 4 sous familles : Rosoideae, Spiraeoideae, Amygdaloideae et Maloideae, et retrouvées dans les régions tempérées de l'hémisphère nord. (**Berkane, 2017**).

Une famille a des feuilles très variables, depuis les éphémères herbacées jusqu'aux arbustes et arbres ligneux à longue durée de vie. Fleurs avec cinq sépales séparés, cinq pétales séparés et de nombreuses étamines attachées à un hypanthium peu profond en forme de coupe ou de bol, dérivé d'un élargissement du réceptacle floral (**Xiang et al., 2016**).

Le pollen est essentiel à la reproduction sexuée des plantes à fleurs et des plantes produisant des cônes, le pollen est nécessaires pour la fécondation.

L'étude scientifique des grains de pollen vivants et fossiles est connue sous le nom de palynologie (**Derksen and Pierson., 2008**).

Une fois arrivée à maturité, l'anthere s'ouvre et le pollen est libéré. Les deux gamètes mâles participent à la fécondation, qui aboutit à la formation d'un zygote et d'un endosperme, ce processus de double fécondation est unique aux plantes à fleurs.

Ce travail a été réalisé pour le but d'étudier certains paramètres physico-chimiques de pollen des différents espèces importantes pour l'arboriculture fruitière dans la région de Mila. Ce travail contient cinq chapitres qui s'articulent sur deux parties principales :

- Première partie : Recherche bibliographique ;
- Deuxième partie : Etude expérimentale.

Partie 01 : Recherche bibliographique comprend 3 chapitres

Le chapitre I est consacré à l'étude bibliographique sur l'inflorescence et la floraison et aussi sur la fleur (Définition et origine, les pièces florales, les types de la fleur).

Dans le chapitre II nous aborderons les différentes connaissances bibliographiques sur le pollen. Quatre points principaux seront traités : définition et origines, structure et identification de pollen, composition chimique, caractéristiques de pollen.

Le chapitre III comprend les familles de différentes espèces étudiées (Rutacées et Rosacées).

Partie 02 : Étude expérimentale comprend 2 chapitres

Chapitre I portera sur les différents matériels et méthodes utilisées dans ce travail qui a été réalisé au laboratoire et décrit la zone d'échantillonnage.

Chapitre II aborde les résultats et discussion.

Et enfin la conclusion.

PARTIE 01

RECHERCHE

BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I.

Inflorescence et Fleur

I.1. Inflorescence

I.1.1. Définition

L'inflorescence est le mode de groupement des fleurs sur une plante. Plusieurs types de structure sont très souvent rencontrés ; une grappe, une ombelle ou un capitule.

- La grappe est composée de fleurs pédonculées portées selon un certain ordre sur une tige commune (**Crémer et Knoden, 2014**). C'est une inflorescence à croissance continue qui fleurit de bas en haut (**Reille, 2012**).
- L'ombelle est composée de fleurs dont les pédoncules floraux sont tous insérés au même point de la tige, et les fleurs sont toutes disposées sur une même surface sphérique, ou parfois plane (**Crémer et Knoden, 2014**).
- Le capitule est un groupement de fleurs sans pédoncules regroupées sur un réceptacle et entourées de bractées (**Crémer et Knoden, 2014**).

I.1.2. Différents types d'inflorescence

On distingue différents types d'inflorescence de l'axe principal dont les divers rameaux se terminent par une fleur. Il existe des ramifications de type monopodial ou sympodial (**Maaoui, 2014**).

Suivant la position du bourgeon apical, on distingue deux groupes d'inflorescences :

I.1.2.1. Inflorescence simple

L'axe principal se ramifie selon deux types :

- Les inflorescences indéfinies
- Les inflorescences définies
- **Inflorescences indéfinies ou monopodiales :**

Elles sont des inflorescences à croissance monopodiale: l'axe principal s'allonge continuellement et il émet latéralement des fleurs ou des rameaux portant des fleurs de la base s'ouvrent les premières (**Tabti, 2020**).

La grappe : Les pédoncules sont terminés chacun par une fleur et se répartissent de part et d'autre de l'axe principal. Exemple : La digitale.

L'épi : C'est une grappe de fleurs sessiles. C'est le cas du plantago.

Cas particuliers d'épis :

- Le chaton épi de fleurs unisexuées.
- Le cône est un chaton dont la base est plus large que le sommet et dont les bractées sont soit membraneuses (Humulus) soit lignifiées (Conifères).
- Le spadice est un épi simple ou composé, toujours enveloppé par une bractée très développée appelée la spathe. Dans la famille des Palmacées (palmier), la spathe est ligneuse et le spadice est ramifié (régime).

Le corymbe : C'est une grappe dont les rameaux inférieurs sont plus longs et plus âgés que les rameaux supérieurs (floraison centripète). Les fleurs se trouvent toutes au même niveau. C'est le cas des Rosacées.

L'ombelle : Les pédoncules floraux partent d'un même point et ont à peu près la même longueur ; toutes les bractées sont rassemblées au même point formant l'involucre.

Le capitule : Le sommet de l'axe floral s'élargit et porte un grand nombre de fleurs sessiles ayant chacune sa bractée ou écaille ou bien soie (C'est le cas des Composées). Les bractées du réceptacle forment l'involucre (**Khitri, 2021**).

▪ **Inflorescences définies, cymeuses ou sympodiales :**

À croissance limitée, chez lesquelles la première fleur apparue résulte de la transformation du bourgeon terminal lui-même ; les nouvelles fleurs résultent de l'évolution successive de bourgeons axillaires préexistants (**Bottin, 2012**).

Dans ce groupe d'inflorescence l'ordre d'épanouissement des fleurs est l'inverse du précédent : l'axe principal se termine par une fleur qui s'ouvre la première, suivie des fleurs latérales et enfin des fleurs périphériques (**Ozenda, 2000**).

En fonction du nombre d'axes secondaires, on distingue différents types de cymes :

Les cymes multipares : L'axe principal porte au-dessous de la fleur terminale des bractées verticillées à l'aisselle desquelles, des bourgeons donnent chacun un rameau terminé par une fleur (**Khitri, 2021**).

Les cymes bipares : Sous la fleur terminale, il n'y a que deux bractées à l'aisselles desquelles se développent deux ramifications (qui peuvent elles-mêmes se ramifier). Exemple : les Caryophyllacées (**Khitri, 2021**).

Les cymes unipares : Sous la fleur terminale se développe un seul axe secondaire qui lui-même ne portera qu'un seul axe. Deux cas sont possibles :

- Cymes hélicoïdes : Les pédoncules apparaissent à droite puis à gauche (en hélice)
- Cymes scorpioïdes : Les pédoncules se développent toujours du même côté ; l'inflorescence s'incurve comme une queue de scorpion (Boraginacées, Jusquiame). Si les cymes sont contractées, on parle de glomérules (**Khitri, 2021**).

I.1.2.2. Inflorescences composées :

Lorsque les inflorescences portées par l'axe principal et les inflorescences latérales son de même type, on parle inflorescences composées homogènes ; dans le cas contraire, il s'agit d'Inflorescences composées mixtes (**Chantal, 2001**).

- **Inflorescences composées homogènes**

On distingue :

- la grappe de grappe.
- la panicule.
- l'ombelle d'ombellules.
- l'épi d'épillets.
- le capitule de capitules (**Chantal, 2001**).

- **Inflorescences composées mixtes**

On peut rencontrer, entre autres.

- La grappe de cymes ou thyrses.
- La grappe d'ombelles.
- La panicule d'ombelle.
- La panicule d'épillets.
- Le corymbe de capitules.
- L'épi de cymes parfois nommé chaton.
- L'épi de glomérules (**Chantal, 2001**).

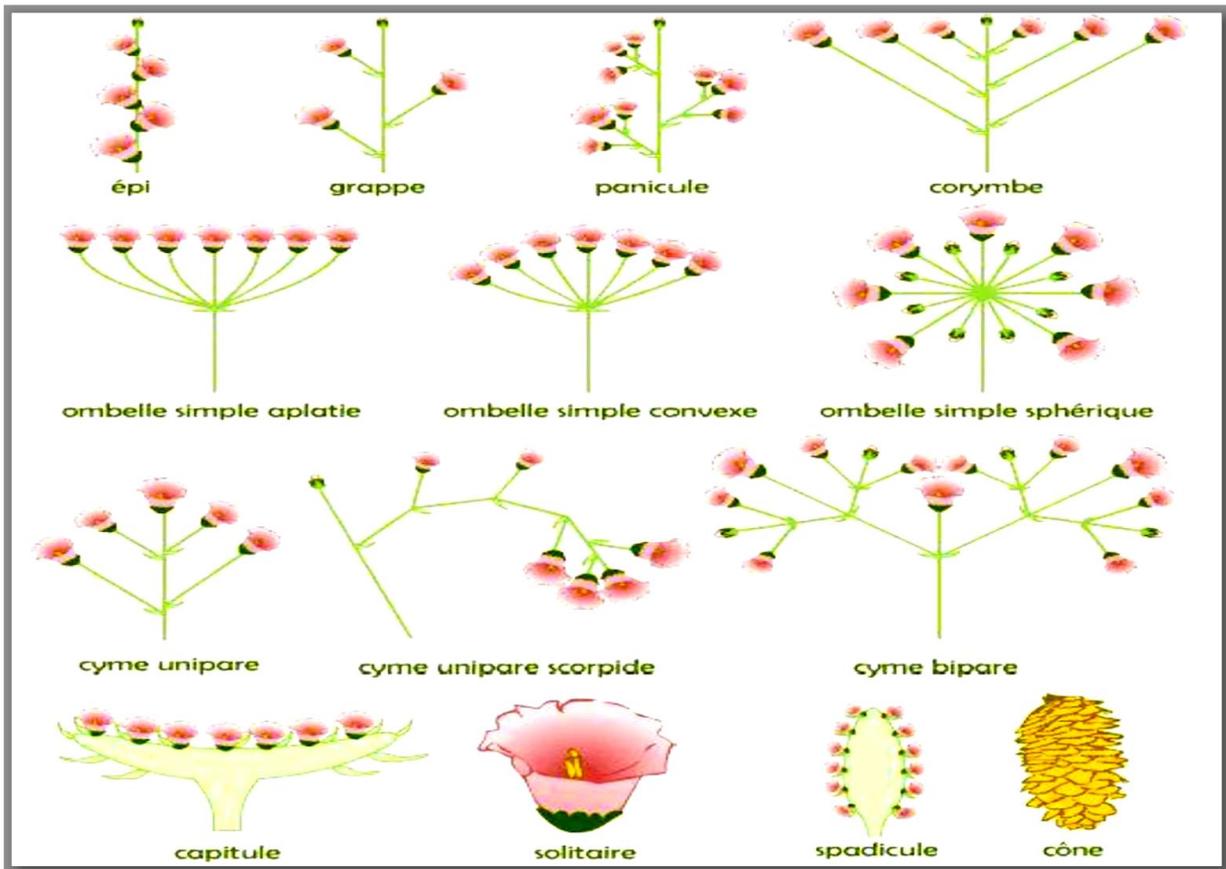


Figure 1: Schéma des principaux types d'inflorescence (i.pining.com).

I.2. Fleur

I.2.1. Origine de la fleur

Chez les Angiospermes, la reproduction sexuée s'effectue dans la fleur (**Laberche, 2004**) qui est un rameau spécialisé dans un rôle reproducteur et ordinairement composé de nombreux appendices, dits pièces florales, dont les plus externes forment une enveloppe protectrice, le périanthe, tandis que les internes sont les organes reproducteurs proprement dits produisant les gamètes (**Ozenda, 2000**).

A la différence des Gymnospermes, les organes mâles et femelles sont le plus souvent réunis dans une même fleur et les ovules sont toujours enfermés dans un organe creux, le pistil, qui occupe le centre de la fleur et se transforme à maturité en un fruit contenant les graines qui proviennent du développement des ovules fécondés (**Ozenda, 2000**).

Les fleurs sont parfois de grande taille et isolées comme dans la tulipe, mais le plus souvent elles sont relativement petites, par rapport aux feuilles par exemple, et réunies en groupe appelés inflorescences.

Meyer *et al* (2008) définissent aussi la fleur comme un rameau court à croissance définie renfermant les organes reproducteurs.

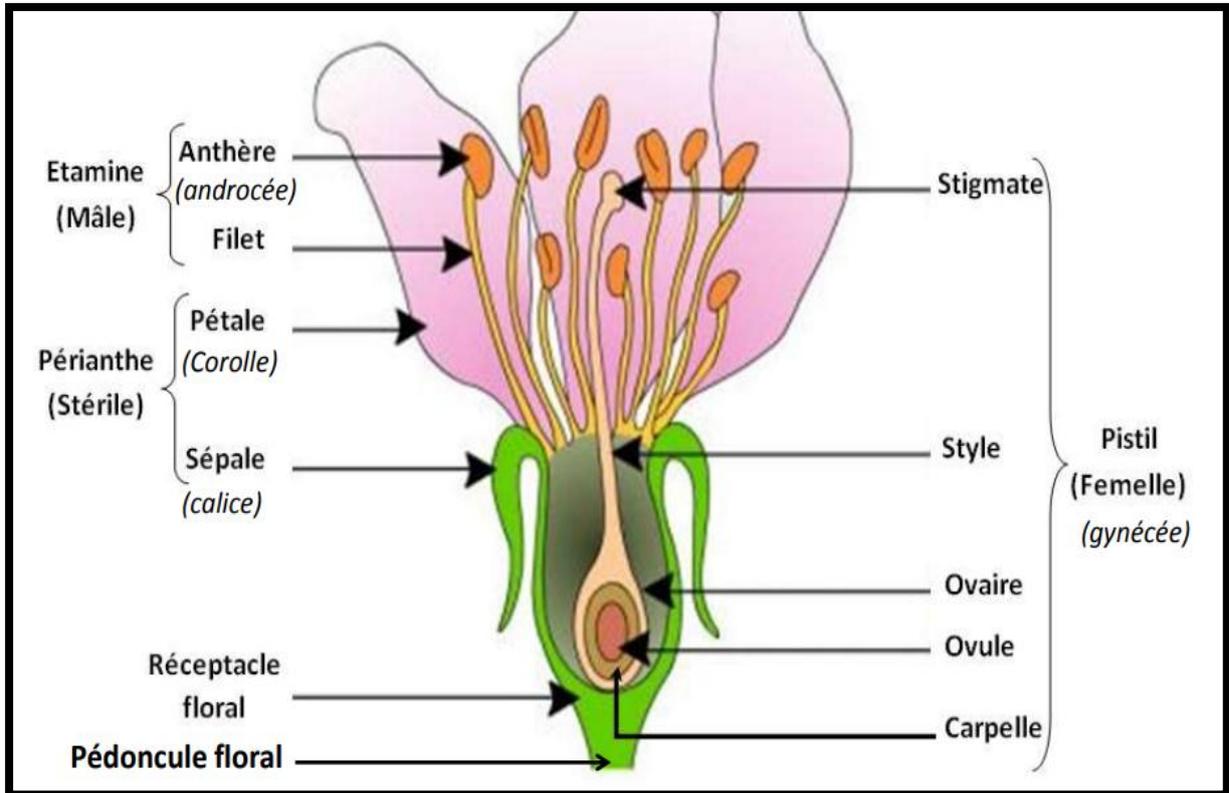


Figure 2: Organisation d'une fleur type d'Angiosperme

(<http://m.pourcher.free.fr/files/BCPST/TP->)

I.2.2. Pièces florales

- **Réceptacle** : est une extrémité renflée d'un rameau portant les pièces florales.
- **Pédoncule** : est un organe végétatif reliant la fleur à la tige.
- **Sépale** : partie du calice de la fleur, ordinairement verdâtre et coriace, assure la protection de la fleur.
- **Pétale** : partie de la corolle de la fleur, en revanche, souvent souple et coloré, est impliqué dans l'attraction des pollinisateurs.
- **Étamine** : l'organe mâle de la reproduction des végétaux, les étamines sont constituées du filet et de l'anthère, qui contient les grains de pollen.
- **Anthère** : Partie fertile de l'étamine.
- **Pistil** : ensemble des parties femelles de la fleur, c'est l'appareil reproducteur femelle ; il est constitué d'un ovaire composé de plusieurs carpelles ; sur sa face adaxiale, chaque

carpelle est parcouru par un sillon qui correspond, à l'intérieur de la cavité ovarienne, à deux bourrelets parallèles, les placentas, situés de part d'autre de la ligne de soudure des bords carpellaires et sur lesquels sont fixés les ovules.

- **Stigmate** : Partie du pistil qui reçoit le pollen.
- **Style** : Partie centrale du pistil.
- **Ovaire** : Partie inférieure du pistil qui fabrique les ovules (**Gorenflot., 1987**).

I.2.3. Variations des pièces florales

I.2.3.1. Présence ou absence des pièces florales

- Fleur parfaite ou complète : est pourvue de sépales, pétales, étamines et pistil.
- Fleur incomplète : est dépourvue de sépales, pétales, étamines ou pistil.
- Fleur imparfaite : est pourvue d'androcée ou de gynécée.
- Fleur nu : dépourvue de sépales et de pétales (**Bacar & Meskine, 2014**).

I.2.3.2. Présence ou absence des organes reproducteurs

- Fleurs unisexuées mâles ne portent que les organes reproducteurs mâles.
- Fleurs unisexuées femelles organes reproducteurs femelles.
- Fleurs Hermaphrodites portent les organes reproducteurs mâles et femelles (**Bacar & Meskine, 2014**).

I.2.4. Types de fleur

I.2.4.1. Fleur Actinomorphe

Joue un rôle dans la classification des plantes à fleurs, caractérisant des familles entières ou seulement certains genres d'une même famille. Les fleurs sont alors appelées Actinomorphes ou régulières, quand elle est régulière c'est-à-dire quand elle présente une symétrie radiale (par rapport à un axe) (**Zeghad, 2017**).

I.2.4.2. Fleur Zygomorphe

Quand elle est irrégulière et présente un plan de symétrie (par rapport à un plan) (**Bencherchar, 2018**).

I.2.4.3. Fleur Hermaphrodite

Se dit d'une fleur possède les deux organes reproducteurs mâles et femelles (**Bastin et al., 2002**).

I.2.4.4. Fleur monoïque

Se dit d'une plante possédant des fleurs unisexuées mâles et femelles apparaissant sur un même individu, sur un même plan, exemple de maïs (**Belhacini, 2017**).

I.2.4.5. Fleur dioïque

Se dit d'une plante dont les fleurs mâles et femelles sont portées sur deux pieds différents, exemple d'asperge (**Belhacini, 2017**).

I.3. Phase floraison

La floraison est le processus biologique de développement des fleurs. C'est un moment essentiel au cours de la vie d'une plante car sa réussite conditionne la production d'une descendance et donc la survie de l'espèce. Les Angiospermes ont donc développé de multiples stratégies pour que la floraison intervienne au moment le plus adapté à leur développement (**Morot-Gaudry & Prat, 2012**).

Elle est contrôlée par l'environnement (température ; la photopériode ...) et les phytohormones (**Jocelyne, 2007**).

Les problèmes de la floraison n'ont été abordés que récemment sur le plan génétique, par l'étude des mutants qui a permis de démontrer une partie des mécanismes contrôlant la morphogénèse florale (**Pesson et Louveaux, 2002**).

Outre le caractère génétique de l'espèce en question, le déclenchement de la floraison dépend de nombreux paramètres intrinsèques (âge, état trophique, hormones) et environnementaux (photopériode, thermo période, disponibilité en eau et exposition à une période de froid : vernalisation) (**figure 03**).

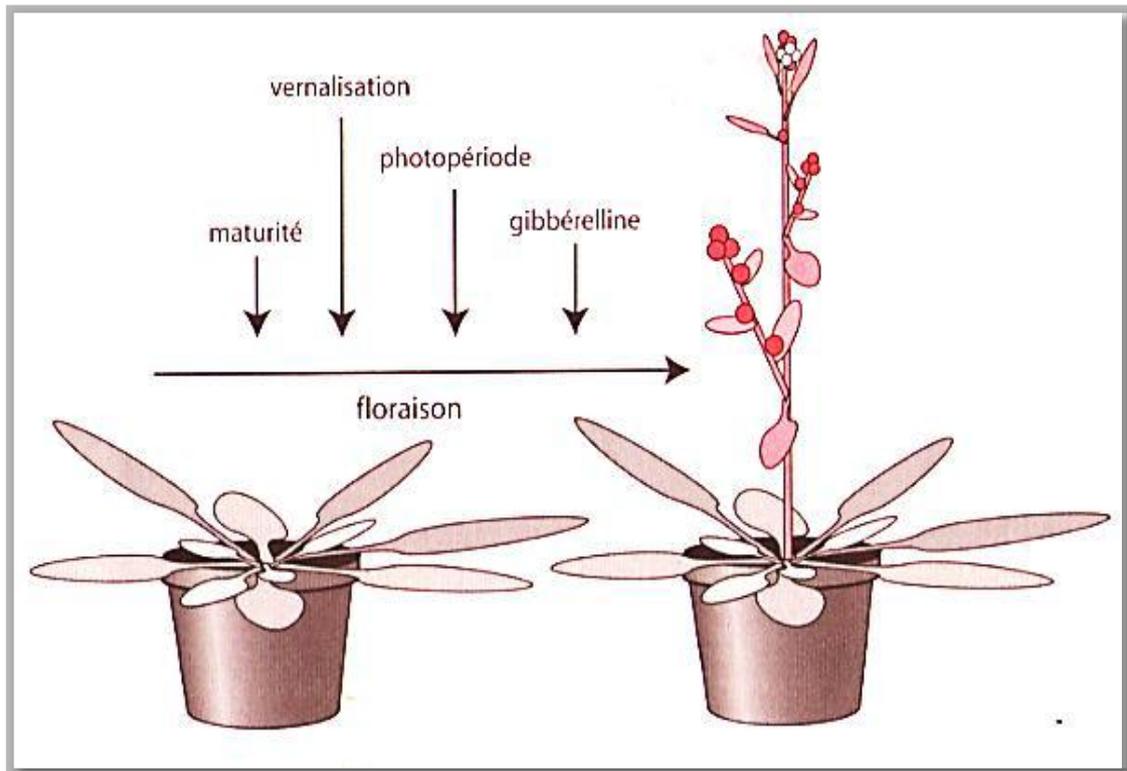


Figure 3 : Principaux facteurs induisant la floraison : conditions climatiques, maturité, hormones (Gaudry-Morot & Prat, 2012).

On distingue communément quatre étapes au cours du passage de l'état végétatif à l'état floral :

- l'induction florale ;
- l'évocation florale ;
- l'initiation florale ;
- et la floraison proprement dite.

Les deux premières étapes sont dénommées virage floral et les deux dernières, morphogenèse florale (Ma, 2005).

La floraison commence par l'induction florale et l'initiation des organes reproducteurs.

a. L'induction florale est une étape préparatoire, plus ou moins longue, elle peut durer plusieurs semaines (Buban & Faust, 1982).

D'après Hopkins (2003) l'induction florale fait intervenir différents mécanismes adaptatifs qui incluent :

- la levée de la dormance des bourgeons axillaires ;

- la réaction des plantes aux basses températures ou vernalisation (thermo périodisme) ;
- la réaction des plantes à la lumière ou photopériodisme.

b. l'évocation florale qui est la période où le méristème se réorganise en fonction de ce programme (**Burnier, 1988**). L'architecture de l'apex se modifie, préparant la différenciation des ébauches. Durant cette période, on observe une accélération du métabolisme énergétique, sous l'influence d'un afflux de substrat (saccharose notamment), une augmentation de l'activité mitotique ainsi que de la synthèse d'ARN, de protéines nouvelles ...etc. (**Mehri & Crabbé, 2002**).

C'est au cours de cette étape que sont induits certains gènes, dont l'expression sera à l'origine de l'initiation florale.

c. l'initiation florale est la période où se différencient les ébauches des pièces florales ; à ce stade, le bourgeon végétatif est devenu bourgeon à fleur.

C'est la première étape de la morphogenèse florale. Le méristème commence à manifester les premiers signes visibles de changements morphologiques, qui peu à peu vont lui donner l'aspect d'un méristème pré floral ou d'un méristème inflorescentiel (**Hopkins, 2003**).

d. la floraison se manifeste par le développement des pièces florales (sépalés, pétales, étamines et carpelles), la méiose suivie de la formation des gamètes, le débourrement des bourgeons et enfin l'épanouissement de la fleur.

Chapitre II.

Pollen

II.1. Pollen**II.1.1. Origine et définition**

Le terme pollen vient du grec « Palé » qui signifie « farine ou poussière » (**Amigou, 2016**). Les grains de pollen sont issus de tissu sporogène des sacs polliniques des plantes (**Gharbi, 2011**). C'est un gamétophyte, donc un producteur de gamètes, contenu dans l'anthère de la plante à l'extrémité des étamines (**Nicolson, 2011**).

Les grains de pollen sont enfermés dans les sacs polliniques des étamines, de grosseur et de forme variable, ils sont transportés aux autres fleurs, soit par le vent (pollen léger), soit par les insectes (pollen lourd) (**Gou et Jardel, 1998**). Le grain de pollen est à lui seul le gamétophyte mâle. De façon à permettre un transfert facile ou pollinisation – des organes mâle aux organes femelles par le vent, et plus tard, par les insectes, sa taille est forcément réduite. Il en résulte que le gamétophyte mâle, miniaturisé, est réduit à quelques cellules prothalliennes et seulement à deux anthérozoïdes. Les microsporangies sont désormais appelés sacs polliniques et les feuilles sporangifères mâles prennent le nom d'étamines (**Dupont et Guignard, 2012**).

Les grains de pollen ont des caractères morphologiques spécifiques ; on peut donc identifier une plante (espèce, genre ou famille) par l'observation de son pollen. La taille du pollen peut varier de 0,002 à 0,3 mm. La forme et l'ornementation de la paroi sont également typiques ; celle-ci est constituée de sporopollénine, un polymère dur et compact qui est la substance naturelle la plus résistante produite par un végétal.

La composition du pollen est très variable. Néanmoins, les composants suivants s'y retrouvent de façon constante : protéines (environ 20 %), glucides (25 à 48 %), lipides (1 à 20 %), vitamines (surtout B, C, carotène et caroténoïdes) et sels minéraux (environ 3 %).

La richesse en protéines est particulièrement importante lors du développement de la colonie au printemps. A ce moment, l'élevage des larves exige une nourriture riche en azote.

La récolte annuelle d'une colonie est de l'ordre de 30 à 50 kg. Une pelote de pollen pèse environ 10 mg et comporte entre 200.000 et 2.000.000 de grains.

Les grains de pollen spécifiquement récoltés au cours du butinage et transformés en pelotes, sont stockés et tassés dans les alvéoles, ils constituent une réserve nutritionnelle surtout destinée à l'alimentation des larves (**Renault- Miscovsky, 2015**).

II.1.2. Classification des grains de pollen

Plusieurs clés de détermination ont été établies et parmi elles, celle de **HYDE et ADAMS (1958)** afin de classer les pollens selon :

- **La présence ou l'absence de pores ou (et) de sillons :**
 - Sans ouverture (ni pore, ni sillon) = Inaperturés.
 - Pores seuls (petite ouverture circulaire)=Porés.
 - Sillons seuls (ouvertures très allongées) =Colpés.
 - Pores et sillons peuvent coexister = pollens Colporés.
- **L'aspect de la surface (ornementation et structure de l'exine).**

Ainsi, on distingue :

- Plus de 4 grains par groupes : Polyade : exemple d'acacia.
- Groupes de 4 grains : Tétrade : exemple de typha, Ericaceae.
- Pollens vésiculés : bi-ailé : exemple de pinus.
- Pollens inaperturés : Cupressaceae.
- Une seule Aperture (en pore ou en sillon) :
 - monocolpé : Un seul sillon : Arecaceae ;
 - monoporé : Un seul pore : Poaceae.
- Deux pores diporés : Moraceae.
- Trois pores triporés : Parietaria, Betula.
- Plus de trois pores périporés : Chenopodium, Plantago.
- Trois sillons tricolpés : Quercus.
- Plus de trois sillons : stéphanocolpés : Rosmarinus.
- Trois apertures. (sillons+pores) tricolporés : Rumex. (**Kiared, 2015**).

II.1.3. Formation de pollen

La gaméto-genèse mâle se déroule dans les anthères où le pollen va subir différentes étapes de transformations. Elle démarre par une méiose de la cellule mère pour aboutir ensuite à la formation d'une forme appelée tétrade. Sous l'action conjointe d'enzymes comme des pectines méthyl estérases (**Francis et al., 2006**), des glucanases issues du tapis staminal, les microspores

sont libérées après la dégradation de la tétrade. La microspore subit ensuite une première mitose (mitose asymétrique) qui dépend du réseau de microtubules qui aboutit à la formation de la cellule génératrice qui formera les deux gamètes mâles après la mitose 2 (Twel, 2011). Cette dernière se déroule soit dans les anthères (donc avant la pollinisation), soit après la pollinisation (dans les tissus femelles) (Flavien, 2019 ; Bedinger, 1992). Après ces deux divisions, le tapis staminal dégénère en déposant ensuite son contenu sur la paroi externe du pollen (exine). Il y a aussi l'intine qui représente la paroi interne du pollen. Parallèlement, le grain de pollen se déshydrate afin de ralentir son métabolisme (Flavien, 2019).

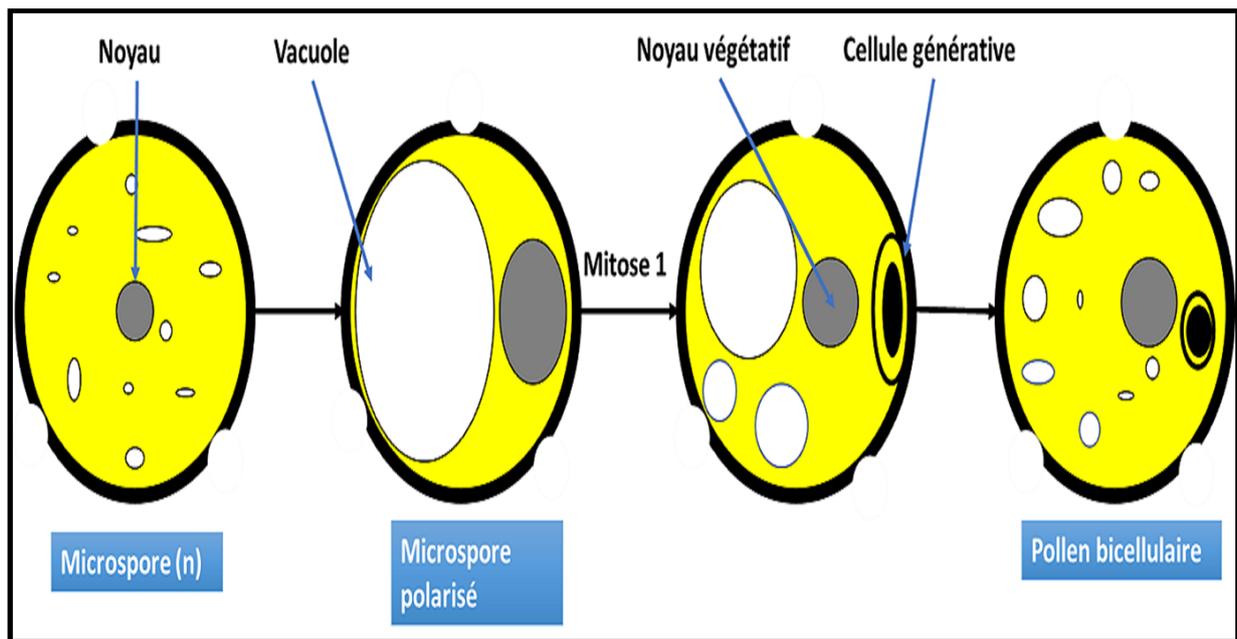


Figure 4: Les différentes étapes de la formation du pollen (<https://www.li-sci.com>).

II.1.4. Structure de grain du pollen

Un grain de pollen est une cellule vivante sexuée, mâle, entourée de deux couches protectrices, l'intine et l'exine. La cellule contient le cytoplasme et 2 noyaux qui ne sont pas visible avec la méthode utilisée pour l'identification (Hubersan, 2001), lorsqu'un grain, sous différentes influences atteint le stigmate d'une fleur compatible, la cellule «germe » et produit deux nucléés fertilisateurs et un tube pollinique. Ce dernier va les acheminer dans l'ovaire de la fleur pour qu'ils fusionnent avec les nucléés de l'ovule, cette fusion s'achève par un grain (Del fueyo et al., 2012).

Les grains de pollen sont soit :

- Simple avec une seule cellule, cas le plus fréquent ;

- Composés en tétrades (4 grains adjacents), cas des éricacées (bruyère, rhododendron etc.);
- Composés en polyades (8,16 ou 32 grains adjacents), cas des Mimosacées (**Hybersan, 2001**).

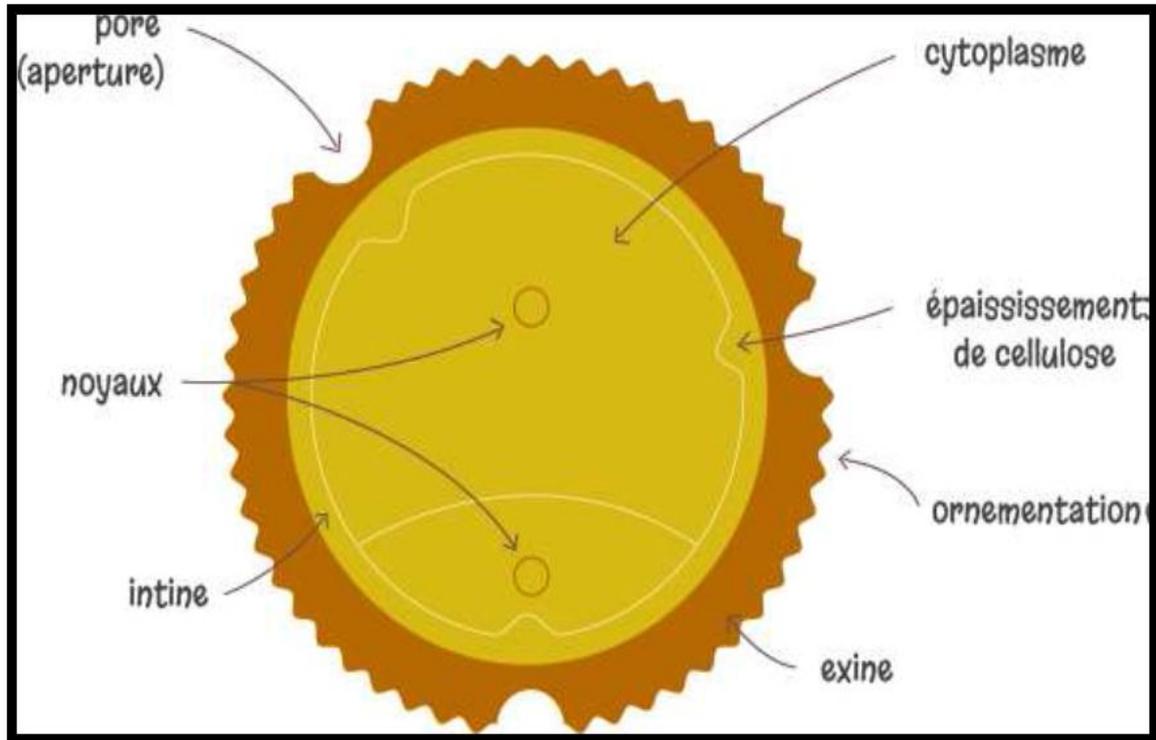


Figure 5: La structure de pollen (Girard, 2014).

II.1.4.1. Exine

Rigide, à un rôle de protection, elle empêche l'usure du grain de pollen en le protégeant des écrasements et autres effractions. Elle a un aspect différent selon les espèces et présente par ce fait une grande utilité dans la caractérisation du pollen mais également en archéologie et palynologie car elle fossilise dans le sol et devient un représentant de son espèce dans les sols. Son aspect varie d'une espèce à l'autre. Cette couche est principalement composée de sporopollénine, un bio polymère extrêmement résistant. La surface et les anfractuosités de l'exine sont tapissées et comblées par une substance majoritairement lipidique, on le nomme manteau pollinique. C'est ce manteau pollinique gluant qui favorise l'adhésion du pollen au corps des pollinisateurs et assure la cohésion des pelotes confectionnées par l'abeille. Cette couche est également dotée de piquants s'accrochant aux poils de l'abeille. Malgré la présence de cire à la surface, les abeilles sont capables de la digérer pour en faire du pain d'abeille ou de la gelée royale destinés aux jeunes larves (**Thibault, 2017**).

II.1.4.2. Intine

Est une membrane semi-perméable, fine, entourant le cytoplasme (**Dajoz, 1993**). La couche intérieure de la paroi, l'intine, semble contenir les enzymes nécessaires à la germination du tube pollinique, à la pénétration de la cuticule du stigmate et à la croissance subséquente à travers le stigmate (**Laurian et al., 2004**). L'intine, est quant à elle beaucoup plus fragile. C'est à elle que l'on doit la majeure partie des propriétés du pollen puisqu'elle est constituée de matières grasses gélifiées et colorées très riches en caroténoïdes, arômes, polyphénols, flavonoïdes et en vitamines anti oxydantes liposolubles. De nature pectocellulosique et entoure la cellule végétative (**Thibault, 2017**).

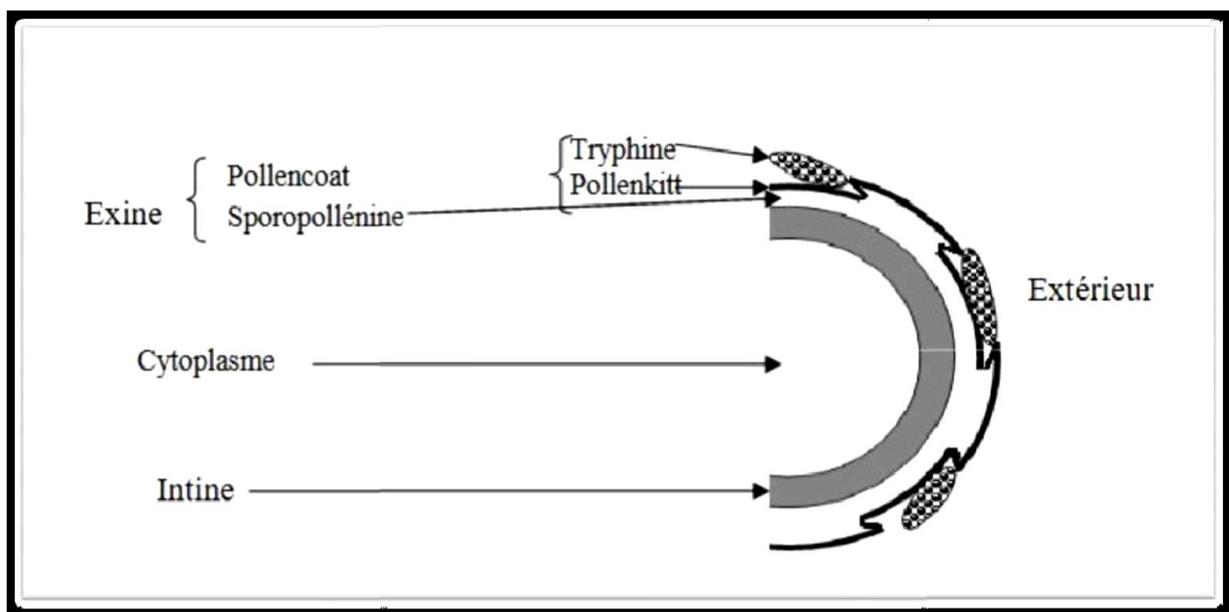


Figure 6: Coupe schématique de la paroi d'un grain de pollen (**Chauzat et al., 2005**).

II.1.4.3. Apertures

Selon **laaidi et Besancenot (1997)** : On peut voir à la surface du pollen des zones présentant un amincissement ou même une absence de certaine couche de l'exine, celles-ci correspondent ou points de sortie possible du tube pollinique, ce sont les apertures.

Elles sont fréquemment renflées comme dans le robinier faux acacia. Selon leur forme, on distingue les pores (porus) de forme arrondie et les sillons (colpus) de forme allongée. De nombreuses combinaisons sont possibles entre les pores et les sillons, citons les grains :

- Colporés (pores plus sillons) robinier, tilleul, trèfle blanc tous tricolporés.
- Monoporés (forment) ; diporés (colchique), triporés (cmpanule).

- Monocolpé (lys),dicolpés (hypecoum) ; tricolpés(amandier, sainfoin).

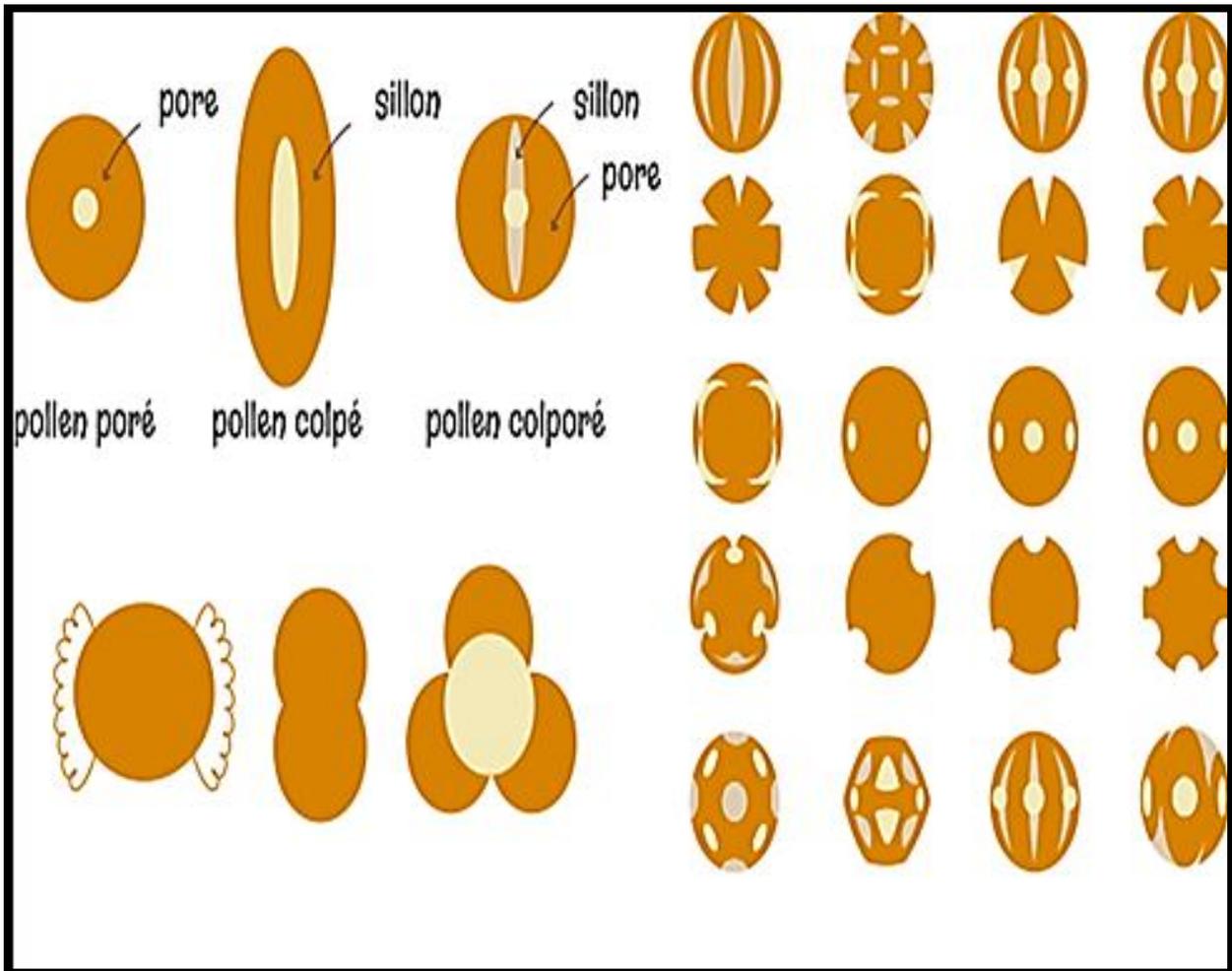


Figure 7: Différents types polliniques selon le nombre et la disposition des ouvertures

(Girard, 2014)

Tableau 1 : Signification des termes des différents types polliniques en fonction du nombre et la disposition des ouvertures (Girard, 2014).

Termes	Signification
Colporé	Pore et sillon
Monoporé	Un pore seulement
Diporé	Deux pores
Triporé	Trois pores
Monocolpé	Un seul sillon
Dicolpé	Deux sillons
Tricolporé	3 pores et 3 sillons
Périporé	Présence de pores sur toute la surface
Hétérocolporé	Alternance de pores et sillons sur toute la surface
Inaperturé	Absence d'ouverture
Péricolpé	Présence de sillons sur toute la surface
Tétracolpé	4 sillons
Stéphanocolpé	6 sillons
Stéphanoporé	6 pores
Stéphanocolporé	6 pores et 6 sillons
Péricolporé	Présence de pores et sillons sur toute la surface

II.1.4.4. Ornementation

L'ornementation du grain de pollen peut être constituée de sculptures, d'épines, d'aspérités plus ou moins saillantes, de granulosités et de microspores (Hoen, 1999).

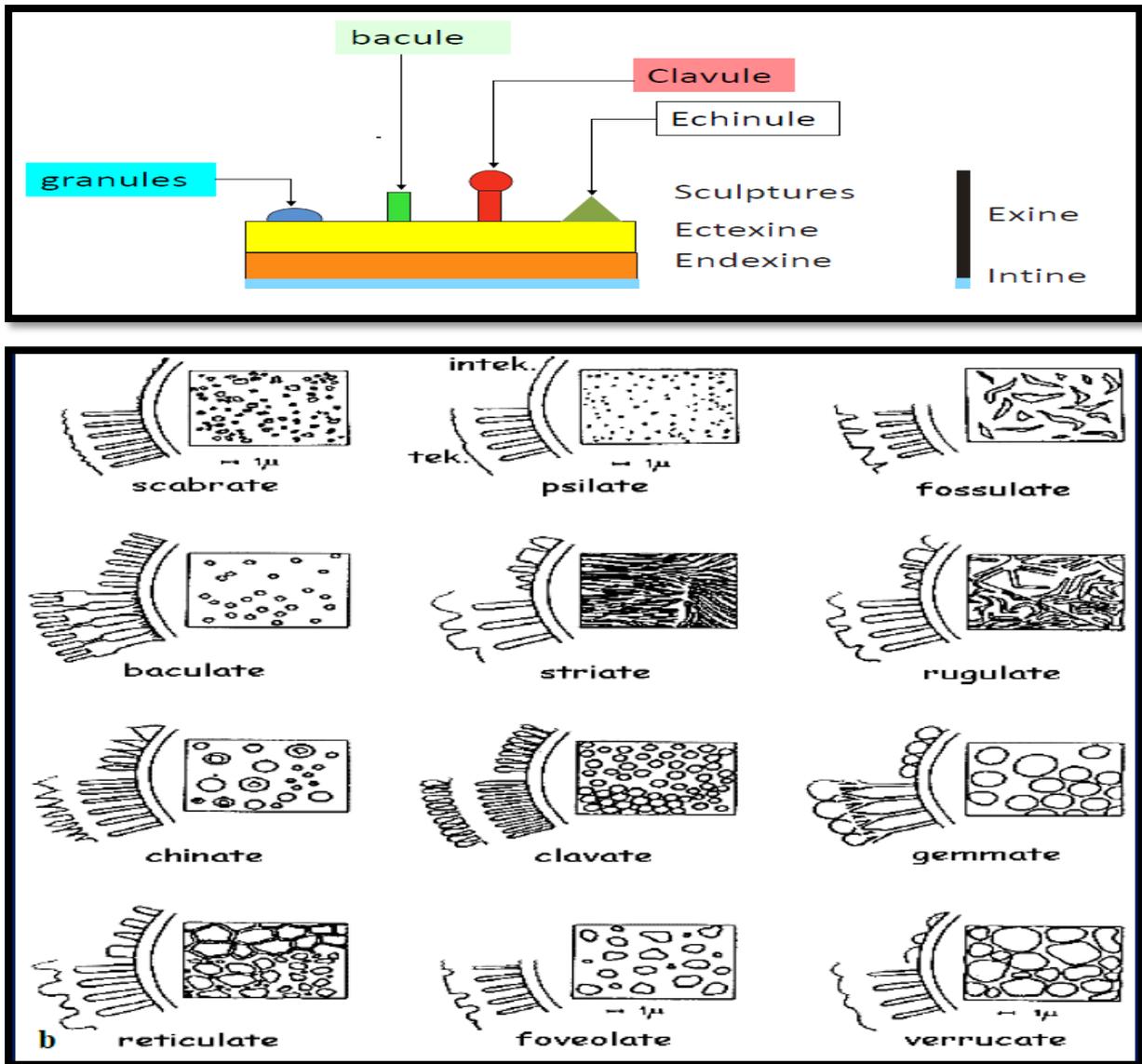


Figure 7: Principaux type d'ornementation (Vaughn, 2008).

II.1.5. Identification des grains de pollen

L'étude des pollens (la palynologie) dans les sédiments permet de reconnaître la végétation dont ils sont issus. En industries agroalimentaires, l'étude du pollen permet aussi de contrôler l'origine des miels (Laberche, 2004).

L'identification des grains de pollen repose sur un certain nombre de caractéristiques : la coloration, la forme, la taille, le nombre des ouvertures (pores et sillons) et l'architecture (l'ornementation) de la membrane externe (exine) qui est extrêmement variée. (Bousmid, 2019).

II.1.5.1. Couleur

Le pollen peut avoir différentes couleurs :

Jaune (moutarde), rouge (marronnier d'inde, sainfoin, géranium) jaune orangé (courge, cerisier), blanc (bleuet, lierre, blé), noir (pavot) blanc rouge (trèfle blanc), rouge pourpre (peuplier), vert pâle (poirier, pommier) violet (rose trémière, guimauve), cendré (oranger, tilleul), brunâtre (lupin)(Biri,2002).

II.1.5.2. Forme

La forme du pollen se rapporte au ratio P/E : le rapport de la longueur de l'axe polaire (P) au diamètre équatorial (E). Dans les grains de pollen sphéroïdal (ou isodiamétrique) l'axe polaire est plus ou moins égal au diamètre équatorial. Les grains de pollen avec un axe polaire plus long que le diamètre équatorial s'appellent allongés, les grains où l'axe polaire est plus court que le diamètre équatorial sont décrits comme oblate ou aplatis (Figure 09) (Hesse et al., 2009).

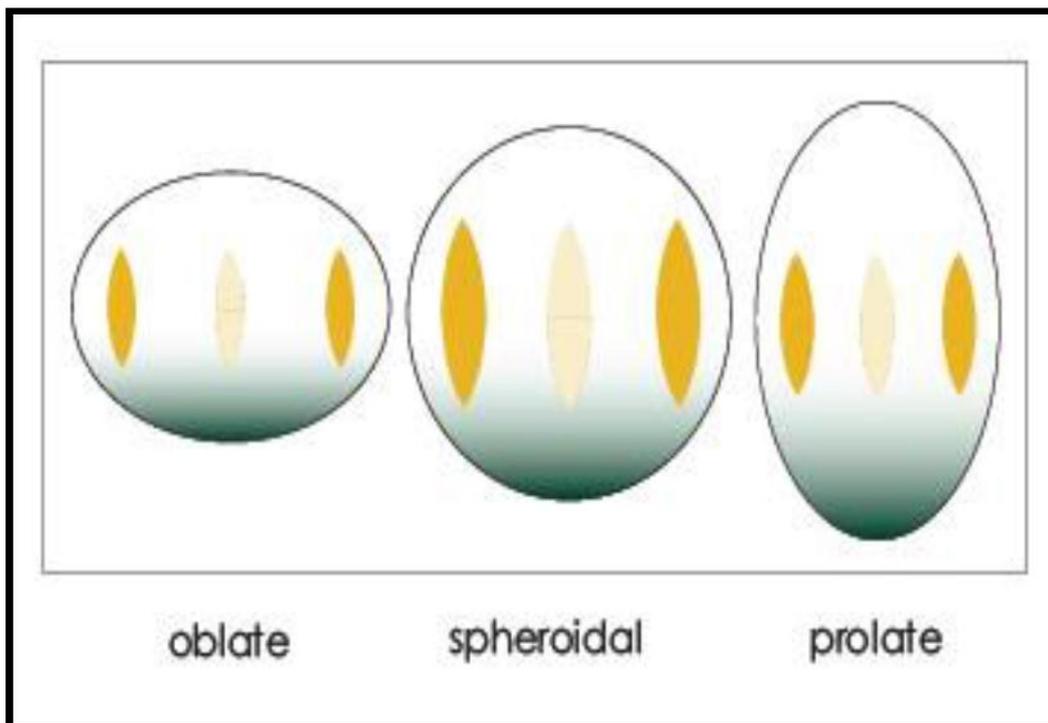


Figure 9: Les différentes formes du pollen (Hesse et al., 2009).

II.1.5.3. Taille

La taille du grain de pollen varie entre 5 microns (pollen de *Myosotis*) et 250 microns (conifères), la taille moyenne d'un grain de pollen étant de 25-30 microns (Callen, 2010).

II.1.6. Type de grains de pollen**II.1.6.1. Pollen simple**

Certains grains de pollen sont très simples morphologiquement comme les Graminées (Poaceae) ou les Cypéracées (Carex), d'autres sont très complexes comme les Cichorioidées (Vincent et *al.*, 2013).

II.1.6.2. Pollen à expansions

Certains grains de pollen ont des expansions comme la plupart des conifères (pin, sapin, épicéa). Ces expansions ou ballonnets permettent aux grains d'être mieux transportés par l'air ou par l'eau comme dans le cas du pin. Le pollen est dit vésicule (Vincent et *al.*, 2013).

II.1.6.3. Tétrades

Selon (Vincent et *al.*, 2013), certains taxons sont toujours associés en groupe de grains de pollen (4 ou multiple de 4). Il existe ainsi :

- Des tétrades tétraédriques, comme la plupart des Éricacées (ex : bruyère, rhododendron) ;
- Des tétrades planes (callune, massette) ;
- Des polyades (ex : Acacia, mimosa).

II.1.7. Caractères des pollens

L'étude de caractéristiques morphologiques des pollens a apporté une contribution importante à la systématique des végétaux du fait qu'il est possible, en observant un pollen isolé, de déterminer l'identité de la plante qui l'a produit. En effet, à chaque espèce végétale correspond un type de pollen qui sera déterminé après observation au microscope optique ou au microscope électronique (Reille et Pons, 1990) In (Laallam, 2018).

Les pollens sont classés généralement en 2 familles : les pollens entomophiles, récoltés et transportés par les insectes, ils sont tous alimentaires et les pollens anémophiles, transportés par le vent, ils sont les plus allergisants. Les abeilles butinent les fleurs à pollen entomophile et ne butinent pas les fleurs à pollen anémophile en jouant un grand rôle dans la reproduction des plantes entomophiles. Le pollen peut avoir des couleurs très différentes suivant les fleurs qui sont butinées. Ces couleurs varient des tons jaune, orange et même rouge sang ou violet jusqu'aux tons verts ou même très sombres, presque noirs (Somme et *al.*, 2013 ; Simenel et *al.*, 2015).

II.1.8. Composition chimique du pollen :

La composition nutritionnelle du pollen varie selon l'espèce végétale mais aussi le climat, la zone géographique et la méthode de conservation. Nous analysons ici le pollen sec dans sa globalité et les teneurs annoncées sont des teneurs moyennes à titre indicatif (X.Feás et al., 2012). Surtout en ce qui concerne sa teneur en protéines (Philippe, 1999).

Tableau 2 : Pourcentages moyens des principaux éléments qui constituent le grain de pollen (Bogdanov et al., 2004).

Teneurs (Min-max)	Composants
g/100g de la matière sèche	Composants principaux
10-40	Protéine
1-10	Lipides
13-55	Glucides
0,3 à 20	Fibre, pectine
2 à 6	Cendres
Mg/kg	Sels minéraux, éléments de trace
400 -20000	Potassium
200 – 3000	Magnésium
200 – 3000	Calcium
800 – 6000	Phosphore
11-170	Fer
30-250	Zinc
2-16	Cuivre
20-110	Manganate
Mg/kg	Vitamines
50-200	B-carotène
6-13	B1, thiamine
6-20	B2, riboflavine
40-110	B3, niacine
5-20	B5, acide pantothénique
2-7	B6, pyridoxine
70-300	C, acide ascorbique
0,5-0,7	H , biotine
3-10	Acide folique
40-320	E,tocophérol

II.1.8.1. Eau

Elle est de 10% en moyenne sur la fleur, entre 10 à 40% pour le pollen des trappes et 4% pour le pollen séché. Un taux de 5% représente en général la limite supérieure à ne pas dépasser pour assurer une bonne conservation à température ordinaire. Elle varie selon l'espèce botanique (**Prost et Le conte, 2005**).

II.1.8.2. Protéines

Elles sont principalement représentées par les acides aminés comme l'hydroxyproline, la proline ou les acides aminés essentiels. Dans une étude de synthèse portée sur 377 espèces de plantes issues de 93 familles, la teneur en protéines varie de 12 à 61% (**Roulston et al., 2000**). ainsi que tous les acides aminés semi essentiels (**Gharbi, 2011**).

II.1.8.3. Glucides

Les hydrates de carbones sont les principaux constituants du pollen. Leur teneur peut atteindre jusqu'à 60% (masse/masse sèche) (**Human et al., 2006**). Le fructose, le glucose et le saccharose sont les plus abondants et forment environ 90% de la totalité des sucres. On trouve aussi d'autres oligosaccharides tels que la cellulose, les hémicelluloses, la pectine...etc.

(**Campos et al., 2008 ; Qian et al., 2008**).

II.1.8.4. Lipides

Le pollen contient également des lipides, entre 1 et 10%. On les trouve dans le manteau pollinique et le cytoplasme de la cellule végétative. Les corps gras d'origine végétale ou animale sont des triesters du glycérol et d'acides acycliques à longue chaîne linéaires, ce sont les acides gras. Ces acides gras sont importants pour la reproduction, le développement et la nutrition des abeilles. Les plus représentés sont par ordre décroissants : l'acide linoléique (W3), l'acide palmitique (AGS) et l'acide linoléique (W6). Les pollens ayant les taux les plus élevés, notamment en acides gras linoléiques, linoléiques, myristiques et dodécanoïques interviendraient dans l'inhibition de microorganismes pathogènes (**Human et Nicolson, 2006**).

II.1.8.5. Vitamines

Le pollen est riche en vitamines hydrosolubles et pauvre en vitamines liposolubles (**Roulston et Cane, 2000**). Il contient différentes vitamines telles que : la vitamine B1 ; B2 B3 ; C - acide folique et tocophérol... (**Campos et al., 2008**).

II.1.8.6. Substances minérales et oligo-éléments

La concentration en minéraux est environ 5 %, elle varie en fonction de l'origine florale et de la saison (**Amigo, 2016**). Les éléments présents sont le calcium, le chlore, le cuivre, le fer, le magnésium, le manganèse, le phosphore, le potassium, le silicium, le soufre, ainsi que le sélénium, un antioxydant très rare (**Dancy, 2015**).

II.1.8.7. Caroténoïdes

Les Caroténoïdes sont représentés par les carotènes et les xanthophylles, qui par convention sont traités avec la vitamine A. Les carotènes sont des composés terpéniques, constitués d'une ou deux molécules de la vitamine A tête-bêche. C'est un pigment qui apporte leur couleur orange aux pollens. Les xanthophylles possèdent au moins une molécule d'oxygène dans leur structure contrairement aux carotènes qui sont strictement hydrocarbonés. Ils sont retrouvés en grande quantités dans les cellules végétales et en particulier dans les pétales jaunes, orange et rouges. En effet, les xanthophylles sont également de couleur jaune. La portion quotidienne recommandée de 25 g de pollen d'abeille sec fournirait 162 µg de rétinol, soit 18 % de l'apport quotidien recommandé pour les hommes et 23% pour les femmes (**Melo et Almeida, 2010**).

II.1.8.8. Composés phénoliques

Les polyphénols sont des composants du pollen qui contribuent en partie à son pouvoir antioxydant. La composition est variable en fonction de l'origine botanique, on les retrouve en moyenne entre 3 et 5%. Ces polyphénols peuvent être différenciés en flavonoïdes et en acides phénoliques.

Les acides phénoliques sont présents dans le pollen à des teneurs proches de 0,19% (quelque peu variable en fonction des études). Quelle que soit la molécule, un acide phénolique est composé d'un noyau aromatique et d'un groupement carboxyle. Les acides phénoliques les plus couramment identifiés dans le pollen sont les acides chlorogéniques, galliques, feruliques et cinnamiques, p-coumariques et caféiques (**Fanali et al., 2013**).

II.1.8.9. Substances diverses

Le pollen renferme un certain nombre d'enzymes telles que l'amylase et la catalase qui proviennent des sécrétions salivaires ajoutées par les abeilles, l'invertase, et certaines phosphatases (**Massaux, 2016**).

-Une substance accélératrice de la croissance et des substances antibiotiques actives sur toutes les souches de Colibacilles et certaines de Proteus et Salmonelles.

-la rutine qui augmente la résistance capillaire.

-On y trouve aussi des coenzymes, stéroïdes, des arômes et des huiles volatiles, et de nombreux pigments.

-Un très faible pourcentage de substances encore indéterminées et qui peuvent avoir une grande importance (**Donadieu, 1983 ; Sebaoui, 2009**).

II.1.9. Pollinisation

La pollinisation correspond, chez les plantes à graines (Gymnospermes et Angiospermes), à l'émission du pollen depuis les anthères d'une plante, à son transport puis à son dépôt sur les stigmates d'une plante compatible. Elle précède donc la fécondation des ovules et la production des graines. C'est néanmoins une étape clé de la reproduction des plantes, celle où le gamétophyte mâle (le pollen) est dispersé, permettant d'assurer la fécondation entre individus d'une même espèce plus ou moins éloignés les uns des autres et voués à l'immobilité.

Elle peut être autogame, entre le pollen et le stigmate de la même fleur ou du même individu, ou bien allogame, un Pollen et un stigmate appartiennent à deux individus distincts de la même espèce (**Ollerton, 2021**).

II.1.9.1. Pollinisation directe (autogamie)

Le pollen d'une fleur se dispose sur le stigmate de la même fleur ou d'une fleur de la même plante. La pollinisation directe est parfois gênée par certains nombres de barrières.

- Temporelle : la maturation d'un des organes femelle ou male est décalée dans le temps.
- Spatiales : exemple l'ovaire super : les étamines sont au-dessous de l'ovule ce qui empêche la disposition du grain de pollen sur le stigmate.
- Génétiques : exemple l'auto-incompatibilité entre le pollen et le stigmate d'une même fleur (**Sassouid, 2008**).

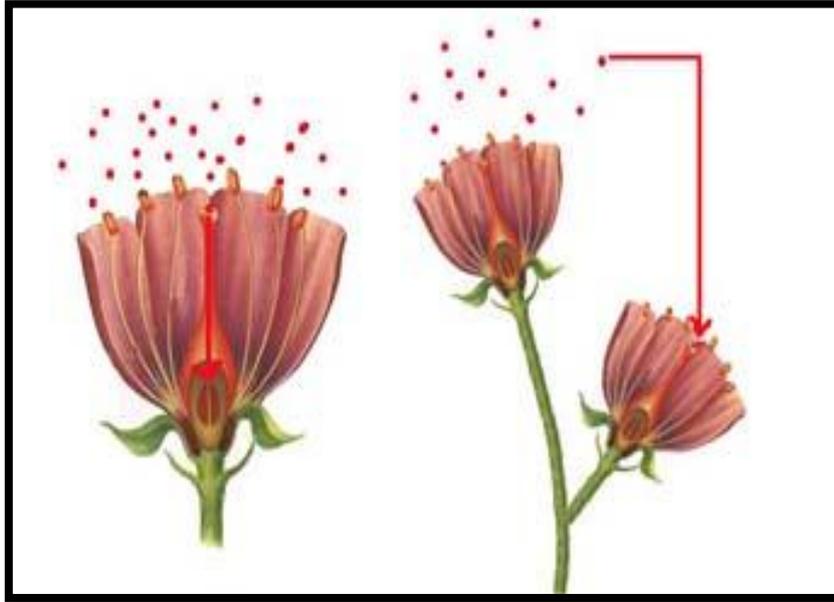


Figure 8: Fleur autogamie directe (gauche) et indirecte (droite) (Sassouid, 2008).

II.1.9.2. Pollinisation croisée (allogamie)

Le pollen d'une fleur se dispose sur le stigmate d'une fleur d'un autre plant de la même espèce (figure 11) (Sassouid, 2008).

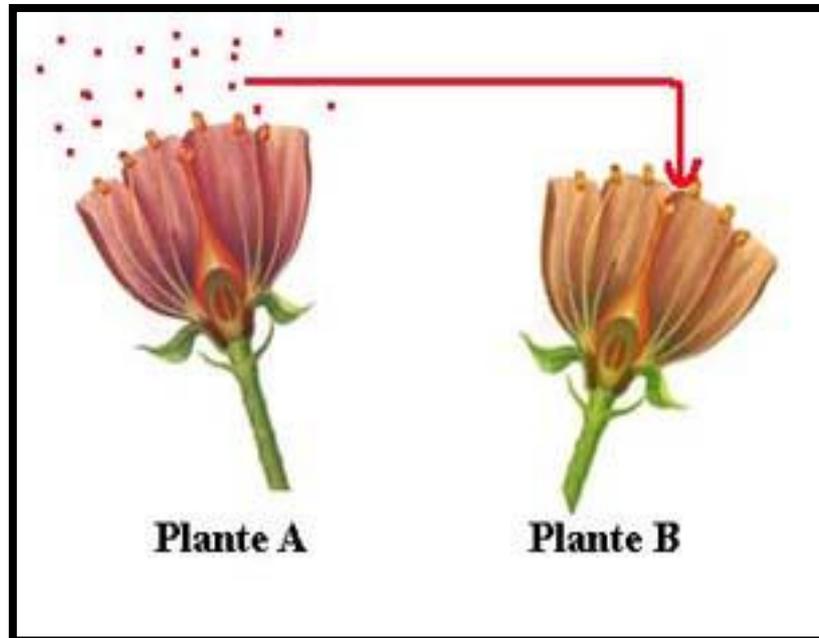


Figure 9: Fleur allogamie (Sassouid, 2008).

Néanmoins, le pollen peut se distinguer en deux types. Pollen entomophile (Du grec entomon= insectes) appelée également pollen des abeilles, car les grains de pollen sont

transportés par des insectes via leurs salives, détruisant ainsi la majorité des allergènes. Environ 65% des plantes à fleurs ont besoin d'insectes pour la pollinisation (**Blanc, 2010**).

Le pollen anémophile (Du grec anemos = vent) qui provient de plante appelée anémophile. Ces plantes émettent leurs pollens de façons relativement massives dans l'atmosphère. Ces pollens sont des grains de petites taille, légers, ce qui leur permet d'une part d'être facilement transportés dans l'air et d'autre part de pénétrer dans le système respiratoire provoquant ainsi des réactions allergiques qui sont dans certains cas sévères (**Demers, 2013**).

- **La pollinisation des plantes à fleurs par les abeilles :**

La pollinisation est le processus qui permet au pollen d'être transporté de l'étamine (Organe mâle) au stigmate (organe femelle) du même ou d'un autre individu, est le type le plus important de mutualisme entre les plantes et les insectes, parmi les insectes, ce sont les abeilles (domestique et sauvage) qui sont les pollinisateurs les plus importants (**Benachour, 2008**).

Avant la pollinisation, les fleurs sécrètent du nectar pour attirer les abeilles, et les médiateurs chimiques libérés par la plante ou les abeilles elles-mêmes attirent et maintiennent les butineuses vers les fleurs pollinisées (**Vaissiere, 2006**).

Après la pollinisation, les ovules de la fleur ne tardent pas à être fécondés, un nouvel apport de pollinisation devient inutile : la sécrétion du nectar s'arrête, les butineuses abandonnent alors les fleurs quelle avait prises l'habitude de visiter (**Vaissiere, 2006**).

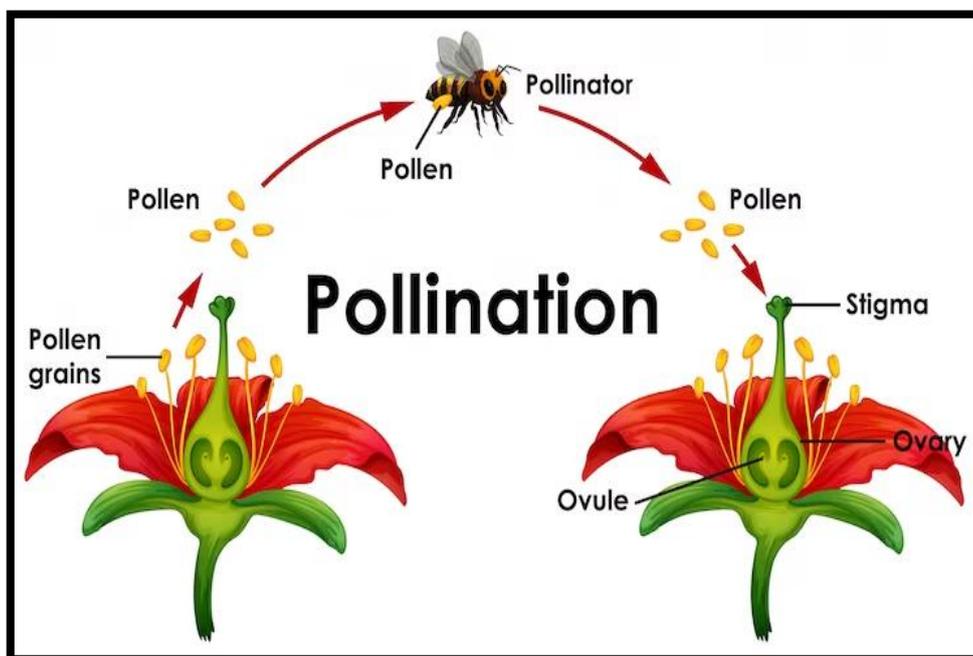


Figure 10: la relation entre l'abeille – fleur (<https://fr.freepik.com/>)

II.1.10. Germination de pollen

Le grain de pollen germe sur le stigmate qui est recouvert de papilles (figure 10) en émettant un long tube pollinique qui sort par une des ouvertures (pore germinatif), le noyau végétatif et les deux noyaux spermatiques, issus de la division de la cellule générative, passent dans le tube pollinique qui traverse le stigmate, et poursuit sa croissance dans le style pénètre dans la cavité ovarienne et va jusqu'à l'ovule (Amirouche *et al.*, 2015).

Il existe un chimiotropisme qui permet d'orienter la croissance du tube pollinique jusqu'à l'ovule. Le tube pollinique pénètre dans l'ovule par le micropyle, et traverse la partie supérieure du nucelle et arrive dans la partie supérieure du sac embryonnaire là où se trouvent les synergides et l'oosphère (Amirouche *et al.*, 2015).

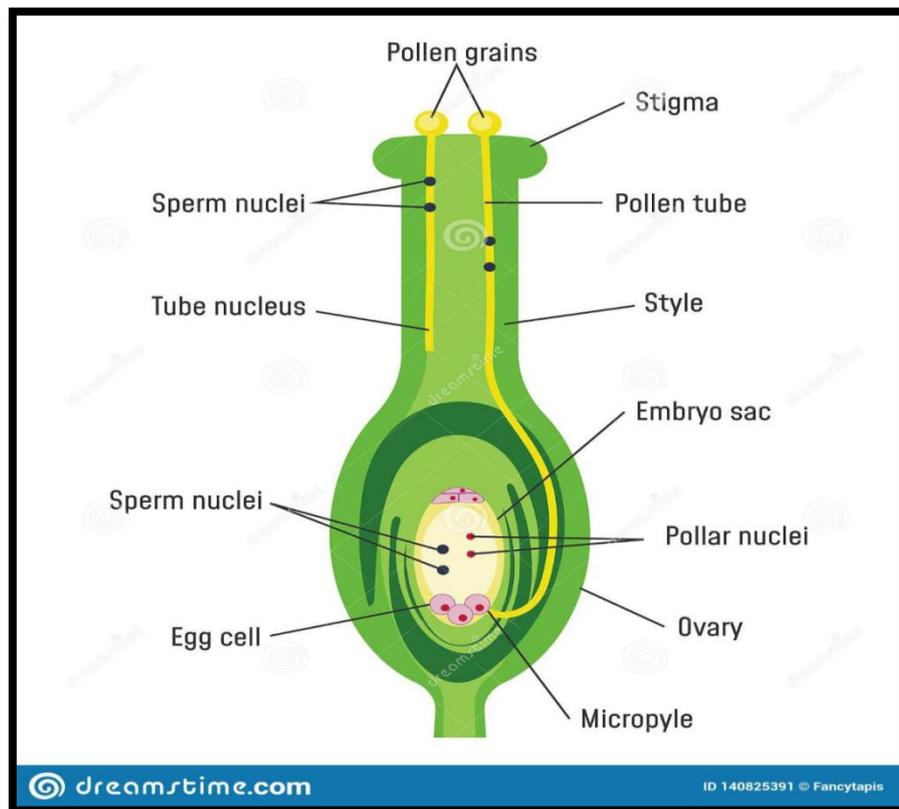


Figure 11: Germination de pollen (<https://fr.dreamstime.com/>)

II.1.11. Palynologie et systématique des végétaux

Le terme Palynologie est relativement récent puisqu'il a été défini en 1944 par deux botanistes Anglais Hyde et Williams. L'étymologie vient du grec "palunein": répandre, saupoudrer ou "pale" qui signifie farine et poussière pollinique.

L'intérêt des pollens était connu bien avant que ne soit défini ce terme. En effet, de nombreux travaux sur les différents aspects du pollen ont eu lieu.

C'est en 1935, que l'ensemble des résultats et des observations polliniques a été synthétisé par Wodehouse dans son livre "pollen Grains" qui constitue une référence encore indispensable. **Erdtman (1952)**, a donné la description de la plupart des grains de pollen des Angiospermes.

II.1.12. Pollen et allergie

L'étude du contenu pollinique de l'atmosphère relève du domaine de recherche de l'aéropalynologie dont l'objectif est l'identification et la caractérisation des pollens transportés par le vent ainsi que leurs processus de production, d'émission, de dispersion et de dépôt. Cette science a vu un développement rapide lié aux diverses applications qu'elle suscite surtout en allergologie. En effet, il existe parmi les pollens en voyage dans l'atmosphère ceux qui sont allergisants (**Chafai-Ketfi et al., 2009**).

II.1.12.1. Diagnostic des allergies aux pollens

le diagnostic des maladies allergiques se repose sur :

- L'interrogatoire de l'allergique, un élément clé du diagnostic. Il consiste à préciser l'existence d'antécédents familiaux ou personnels, l'allergène en cause, lieu géographique, les conditions climatiques et les conditions professionnelles.
- Les tests cutanés, qui ont pour but de confirmer l'existence d'une sensibilisation à un ou plusieurs allergènes soupçonnés à l'interrogatoire. Ils doivent être prescrits quand la maladie récidive.
- Le dosage in vitro des IgE spécifiques, réservé aux cas où les tests cutanés sont contre-indiqués ou non interprétables.
- Les tests de provocation, qui visent à produire, chez le malade, les symptômes de sa maladie par l'administration prudente d'un allergène dont on cherche à prouver la responsabilité (**Ponvert et Weill, 2003**).

II.1.12.2. Allergies liées au pollen

La rhinite, la conjonctivite et l'asthme sont les tableaux cliniques typiques d'allergie au pollen et ils se produisent souvent chez le même patient simultanément au cours de la saison pollinique (**Sofiev et Bergmann, 2013**).

En effet, beaucoup de particules (10-40µm de diamètre) comme les pollens de graminées, alors qu'elles sont logées dans la muqueuse nasale, libèrent des substances antigéniques solubles (**Chapel et al., 2004**) entraînant ce qu'on appelle la rhinite allergique saisonnière ou rhume de foin et activant ainsi les mastocytes qui s'y trouvent. Elle se caractérise par un œdème local

entraînant l'obstruction des voies nasales et la sécrétion de mucus riche en éosinophiles. De plus, la libération de l'histamine cause une irritation générale du nez. Cette réaction peut s'étendre aux oreilles et à la gorge (**Parham, 2003**).

Le même type d'allergène peut provoquer la conjonctivite allergique se traduisant par des démangeaisons, des larmes et de l'inflammation. Bien que désagréables et fâcheuses, ces réactions sont généralement de type aigu et n'entraînent pas de lésions durables (**Parham, 2003**).

Quant à l'asthme allergique, il est déclenché par des allergènes qui activent les mastocytes situés sous la muqueuse des voies respiratoires inférieures. Quelques secondes après la dégranulation mastocytaire, la sécrétion de mucus et d'autres liquides biologiques dans le tractus respiratoire augmente et les bronches se resserrent à la suite des contractions de leur muscle lisses. L'inflammation chronique est le caractère typique impliquant une infiltration persistante de leucocytes comprenant des lymphocytes Th2, des éosinophiles et des neutrophiles (**Parham, 2003**).

II.1.13. Propriétés biologiques du pollen :

D'après les études menées sur le pollen, il a été démontré que le pollen possède plusieurs propriétés biologiques (**Katarzyna, 2015**).

Des études pharmacologiques menées sur des rats et des lapins ont montré que le pollen présente une activité hypolipidémiques. Une étude similaire sur des patients a confirmé que le pollen fait baisser la concentration des substances lipidiques dans le sang de 20 à 35% ; il a été appliqué avec succès dans l'hyperlipidémie et athérosclérose (**Katarzyna, 2015**).

Le pollen a été proposé comme complément alimentaire précieux, car il entraîne le gain du poids plus rapide qu'un régime normal grâce à sa composition en vitamines, acides aminés et biomolécules, il augmente le taux d'hémoglobine et le nombre des globules rouges (**Campos et al., 2010**).

Le pollen possède une activité anti-inflammatoire grâce aux composés phénoliques et aux acides gras (phytostérols) en inhibant l'activité de la cyclo-oxygénase et lipoxygénase, enzymes responsables de la transformation de l'acide arachidonique en composé qui accentue l'inflammation tels que la prostaglandine et leucotriène. (**Pascoal et al., 2014**).

Il a été démontré aussi que le pollen possède une action détoxifiante par la diminution des niveaux de certaines substances telle que l'aspartate transaminase, l'acide phosphatase et la bilirubine dans le sérum sanguin à des valeurs physiologiques (**Katarzyna, 2015**).

Le pollen possède aussi une activité anti prostatique grâce à la présence de la quercétine dans ses composants, elle présente un effet anti-prostatique par l'inhibition du cancer androgènes-indépendant à une dose de 100 μM , et bloque le cycle cellulaire dans diverses phases comme elle joue le rôle d'un répresseur des oncogènes (**Katarzyna, 2015**).

Après l'isolation de différents flavonoïdes de pollen d'Eucalyptus globulus, Ranunculussardouset Ulexeuropéens ; il a été conclu que herbactindérivée de ces dernières possède une action d'antibiotique contre Pseudomonas aeruginosa (**Campos et al., 2010**).

Une autre étude récente sur l'extrait de pollen a confirmé que ce dernier a une activité anti microbienne contre Staphylococcus aureus, Bacillus subtilis, Pseudomonas aeruginosaet Klebsiellasp (**Carpes et al., 2007**).

Le pollen a des vertus stimulantes, tonifiantes, reminéralisantes, revitalisantes, revigorantes, régénératrices, régulatrices de l'écosystème intestinal, laxatives... Ses indications thérapeutiques sont donc nombreuses : troubles de la sénescence due au vieillissement prématuré, convalescence postopératoire, maladies infectieuses, maladies chroniques... (**Darrigol, 2007**). Le pollen possède les caractéristiques de la plante dont il est issu. Le pollen stimule la fonction gastrique et redonne de l'appétit, régularise les intestins, a une action sur le taux d'hémoglobine ... (**Gaillard, 1981**).

Grâce à sa constitution, est bénéfique en cas de carences en vitamines, minéraux, acides aminés notamment lors de la grossesse ou de l'allaitement. Il permet aussi de renforcer l'organisme lors de certaines affections comme la grippe saisonnière (**El Hady et al., 1986**).

Le pollen participerait à réguler l'alimentation des personnes obèses ou maigres (**Bogdanov, 2014**).

La richesse du pollen en antioxydants (provitamine A, vitamines E et C, sélénium, flavonoïdes) lui confère une action de « free radical scavenger ». Le pollen est l'aliment naturel le plus riche en sélénium qui est un cofacteur pour la glutathion peroxydase, agit contre le vieillissement accéléré des cellules en éliminant les radicaux libres et le peroxyde d'hydrogène, causes de maladies cardio-vasculaires ou de cancers (**Apimondia, 2001 ; Nagai et al., 2002**).

Des études ont démontré l'effet bactériostatique et bactéricide des pollens quel que soit leur origine géobotanique. In-vitro, la croissance de certaines souches est inhibée : Pseudomonas Aeruginosa, Staphylococcus aureus et Escherichia coli (**Apimondia, 2001**).

Riche en protéines et en acides aminés, le pollen déclenche une forte sécrétion gastrique d'acide lors de son ingestion. Egalement, la microflore apportée par celui-ci aiderait à, l'équilibre de la flore intestinale et assurerait le transit grâce à la présence d'amidon et de fibres

alimentaires cellulosiques. De plus, il exercerait une action anti-inflammatoire selon une étude menée chez le rat (**Bogdanov, 2014**).

II.1.14. Autres utilisations du pollen :

- L'utilisation principale du pollen est aujourd'hui comme aliment ou plus correctement comme supplément de nourriture. Le pollen peut protéger des animaux aussi bien que les humains contre l'effet nuisible des traitements radioactifs de rayon X (**Donadieu, 2004**).
- Il a été inclus tout récemment dans quelques préparations cosmétiques avec des réclamations des effets rajeunissants et nourrissants pour la peau (**Donadieu, 2004**).
- L'adjonction du pollen dans l'alimentation de la plupart des animaux, y compris en aquaculture, favorise la prise du poids et la croissance, améliore les défenses et le métabolisme en général, augmente la résistance au stress, diminue la mortalité, combat les phénomènes de carence et les états d'intoxication (**Clement, 2002**).
- Le pollen n'est pas seulement récolté pour nourrir l'homme, il est utilisé pour les programmes de sélection des plantes, pour la pollinisation comme il peut être stocké pour nourrir les abeilles en période de pénurie (**Nicola, 2010**).
- Il peut être incorporé en nourriture humaine tel que : barre de sucrerie et les bonbons.

Chapitre III.

Les espèces étudiées

III.1. Espèces étudiées

III.1.1. La famille des Rutacées (Rutaceae)

III.1.1.1. Définition

Les Rutacées sont des plantes généralement ligneuses et à feuilles en principe composé pennées. Ce sont des plantes dicotylédones. Habituellement placée dans le sapindales d'ordre. Les espèces de cette famille ont généralement des fleurs qui se divisent en quatre ou cinq parts avec des parfums forts. Elles s'étendent dans la forme et la taille des herbes aux arbustes et aux petits arbres (**Singh, 2004**).

Ce sont essentiellement des arbres, des arbustes parfois épineux ou plus rarement des plantes herbacées. La plupart des espèces appartenant à la famille des Rutacées possèdent des feuilles ponctuées de poches sécrétrices et souvent aromatiques visibles à l'œil nu. Ce sont des poches dites schizolysigènes dans lesquelles sont élaborées les huiles essentielles (**Chaaibkouri, 2004**).

Les espèces différentes entre elles par les feuilles, de la grappe fructifère, des bractées et des sépales (**Quezel et al., 1991**).

La famille des Rutacées se compose d'environ 150 genres et plus de 1500 espèces. Ces plantes se distribuent dans les régions tropicales et tempérées, et particulièrement en Australie et en Afrique du Sud. Pratiquement 25 genres et plus de 80 espèces de cette famille ont été jusqu'ici rapportés d'Inde (**Baladehi et al., 2013**).

Le genre le plus économiquement dans la famille est le citron qui inclut l'orange, citron, le pamplemousse et la chaux, comme en peut citez les genres suivants :

- *Citrus limon* (citronnier, limon)

Le citron est un remède naturel major à une propriété antibactérienne, antiseptique et antioxydant aussi c'est tonique du foie et du pancréas .En gargarismes, il traite les maux de gorge (**Bellakhdar, 1997**).

- *Citrus aurantium* (orange amer)

Arbre à fruits orange (10m de haut) il est censé dissiper les maux de tête, calmer les palpitation et faire baisser la fièvre (**Pierre Vican et al., 2001**).

III.1.1.2. Classification classique :

- ✓ **Règne** : planta.
- ✓ **Sous règne** : tracheobionta.
- ✓ **Division** : Magnoliophyta.
- ✓ **Sous classe** : Rosidae.
- ✓ **Ordre** : sapindales.
- ✓ **Famille** : Rutaceae.

III.1.1.3. Caractéristiques généraux des Rutacées

Ce qui concerne les caractères généraux : les caractères morphologiques de cette famille sont assez variables. Le plus caractéristique est la présence de glandes à huiles essentielles visibles sur les feuilles sous la forme de points translucides (**Guy Deysson, 1979**).

Les Rutacées sont rarement des herbes (tribu des rutées) on y trouve surtout des arbustes souvent Spinescents (citrus), ou à port éricoïde (Diosmées). Les feuilles, toujours sans stipules, souvent persistantes ou plus ou moins coriaces, sont alternes, parfois opposées (Jaborandis). Leur limbe revêt les aspects les plus divers : il est étroit et de port éricoïde chez les Diosmées du cap, ou vertical et pendant chez les boroniées australiennes (**Guy Deysson, 1979**).

Sur le plan anatomique :

- poches schizolysigenes à essence dans tous les parenchymes.
- cellules sécrétrices volumineuses, à essence et oleo-resines, dans les mêmes tissus.
- macles, raphides cristaux prismatiques (citrus) d'oscalate de calcium.

En fin, l'organisation générale de la fleur :

- Fleurs solitaires ou diversement groupées en cymes, grappes, corymbes, ombelles (**Guy Deysson, 1979**).
- Les fruits des Rutacées sont très variables : les baies, les drupes, les hesperdiums, le samara, les capsules et les follicules (**Singh, 2004**).

La plupart des plantes de cette famille sont toxiques. Les problèmes posés par les représentants de cette famille est d'ordre dermatologique. En effet, les Rutacées sont riches en furanocoumarines photo sensibilisantes, qui sont responsables de manifestations photo toxiques. Le contact avec une plante de cette famille (surtout les agrumes) ou l'un des produits qui en est

issu : huile essentielle, produit cosmétique, etc. en présence de soleil, provoque des complications dermiques.

III.1.2. La famille Rosacées (Rosaceae) :

III.1.2.1. Définition

La Rosacées sont une famille de Angiospermes cosmopolite comprenant moins de 5000 espèces 91 genres de herbes, massif d'arbustes et arbres, y compris beaucoup d'une grande importance pour l'économie humaine (par exemple. la nourriture, plantes ornementales, médicinales, fourrage et industriel) (<https://boowiki.info/art/rosaceae-2/>).

En plus de rose, le bien connu escalade les fleurs voyantes qui donne son nom à la famille, et aubépine, comprend la plupart des arbres fruitiers les plus communs : la poire, la cerise, la pêche, la prune, l'amandier, le néflier, le sorbier, l'abricotier, le coing.

III.1.2.2. Classification classique :

- ✓ **Règne** : plantae.
- ✓ **Sous-règne** : Tracheobionta.
- ✓ **Division** : Angiosperme.
- ✓ **Classe** : magnoliopsida.
- ✓ **Sous-classe** : Rosidae.
- ✓ **Ordre** : Rosales.
- ✓ **Famille** : Rosacées.

III.1.2.3. Caractéristiques généraux des Rosacées

Les Rosacées es, sont des plantes à fleurs dicotylédones appartenant à l'ordre des rosales, c'est même la famille type de cet ordre. Les Rosacées comprennent une belle diversité des plantes vivaces, herbacées arbustives. Elles sont d'une grande importance économique pour l'homme (**Berkane, 2017**).

Ce sont des plantes herbacées vivaces comme le fraisier ou plus rarement annuelles comme l'Aphane et les trois quarts des plantes ligneuses à l'écorce lisse, sous forme d'arbrisseaux ou d'arbustes (rosiers, ronces dont les poils épidermiques se lignifient et en aiguillons), d'arbres (cerisier, prunier, pêcher, pommier dont certains rameaux peuvent se transformer en épines) à feuilles caduques ou persistantes se transforment.

Les tiges, souvent épineuses, sont dressées, plus rarement étalées ou rampantes. Elles sont dotées souvent de poils simples ou étoilés, comme les feuilles.

Les fleurs sont souvent grandes, régulières, à symétrie rayonnée, presque toujours bisexuées et pentamères. Elles présentent parfois, sous le calice, un calicule (appelé aussi épicalice) de 3 ou 5 pièces (genres *Fragaria*, *Potentilla*, *Alchemilla*).

Les fruits sont très divers sous forme d'un follicule (ex : follicule spiralé de *Spiraea*), une drupe (*Prunus*), un akène (*Rosa*), un polyakène (*Potentilla*), des drupéoles multiples (*Rubus*) ou un faux-fruit (telle la pomme constituée du réceptacle charnu), mais jamais une gousse ; les graines, petites et exalbuminées, sont dispersées par zoochorie ou anémochorie (**Gurcharan, 2004**).

PARTIE 02 :

ETUDE

EXPERIMENTALE

Chapitre I.

Matériels et méthodes

I.1. Présentation de la zone de prélèvement

I.1.1. Situation géographique et administrative de ferdjioua la wilaya de Mila

La commune de Ferdjioua est localisée au Nord-Ouest de la wilaya de Mila à 37 km à l'ouest de Mila par la RN79, à 89 km au Sud de Jijel et à 87 km à l'Ouest de Constantine à 73 km au l'Est de Sétif à 383 km à l'Est d'Alger.

La ville de Ferdjioua est construite au-dessus de nombreux plateaux et parfois plaines, et les villages sont différents dans les montagnes, plateaux, plaines, pentes. La ville se trouve dans une vallée en contrebas du col qui lui donne son nom, le Ras Ferdjioua au sud et le Montagne Boucharef au nord à 1 165 mètres. (<https://www.vitamedz.com/fr/Algerie/mila-ferdjioua>)

L'Oued Bousselah traverse la commune du nord au sud. La région est entourée des montagnes de: El Hafah, Bousharef, Ghabalous, Beni Ouakde.

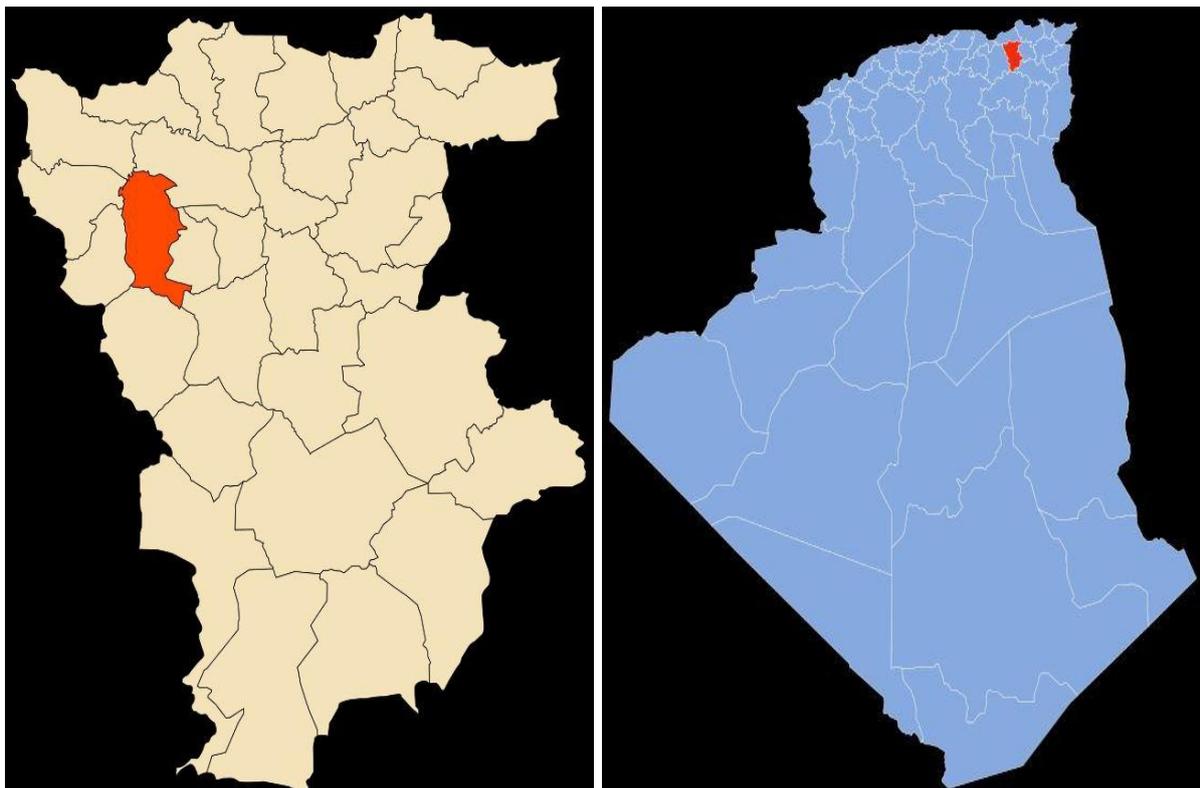


Figure 12: Localisation de ferdjioua la Wilaya de Mila (<https://gifex.com/fr/fichier/quelles-sont-les-dairas-de-la-wilaya-de-mila/>).

I.2. Espèces étudiées

La collecte des échantillons est effectuée selon le calendrier suivant (tableau 04) :

Tableau 3: Echantillonnage des grains de pollen des quelque espèces étudiées.

famille	Espèces	Date d'échantillonnage	Site d'échantillonnage
- Rosacées (<i>Rosaceae</i>)	<i>Malus domestica</i> L. (pommier)	11/04/2023	Beni guecha – ferdjioua-Mila
	<i>Cydonia oblonga</i> Mill. (cognassier)	12/04/2023	
- Rutacées (<i>Rutaceae</i>)	<i>Citrus limon</i> L. (citron)	09/04/2023	Ferdjioua-Mila
	<i>Citrus sinensis</i> L. (oranger)	09/04/2023	
	<i>Citrus aurantium</i> L. (bigaradier)	08/04/2023	

I.3. Méthodes

I.3.1. Collecte des fleurs

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 sur lesquels le nom de l'espèce, la date ainsi le lieu de la récolte sont clairement inscrits (figure 16).



Figure 12: La collecte des fleurs.

- Placer les sacs dans une glacière à l'abri de l'humidité.
- 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 de papier utilisés pour la récolte durant 16 h à la température de la pièce (Bousmid, 2019).

I.3.2. Réalisation de la dissection florale

I.3.2.1. Enlever les sépales et les pétales

- A l'aide de ciseaux et de pince, ôter les sépales.
- Puis de la même manière ôter les pétales.

I.3.2.2. Enlever les organes reproducteurs

- Prélever à l'aide des pinces l'ensemble des étamines.
- Tenir le pistil à l'aide des pinces.

I.3.2.3. Observer les organes reproducteurs

- Observer le pollen des étamines à la loupe binoculaire.

- Ouvrir l’ovaire à l’aide du scalpel et observer les ovules contenus dans les ovaires à la loupe binoculaire (Bousmid, 2019).



Figure 13: Dissection d’une fleur d’orange et d’une fleur de cognassier.

I.3.2.4. Observation des organes reproducteurs à la loupe binoculaire

- Les étamines sont constituées d’un filet sur lequel est fixé l’anthere (= sac pollinique) ;
- Le pistil est constitué d’un ovaire à la base. Réaliser une coupe transversale dans l’ovaire et observer les ovules contenus dans un ou plusieurs carpelles (« loges »).

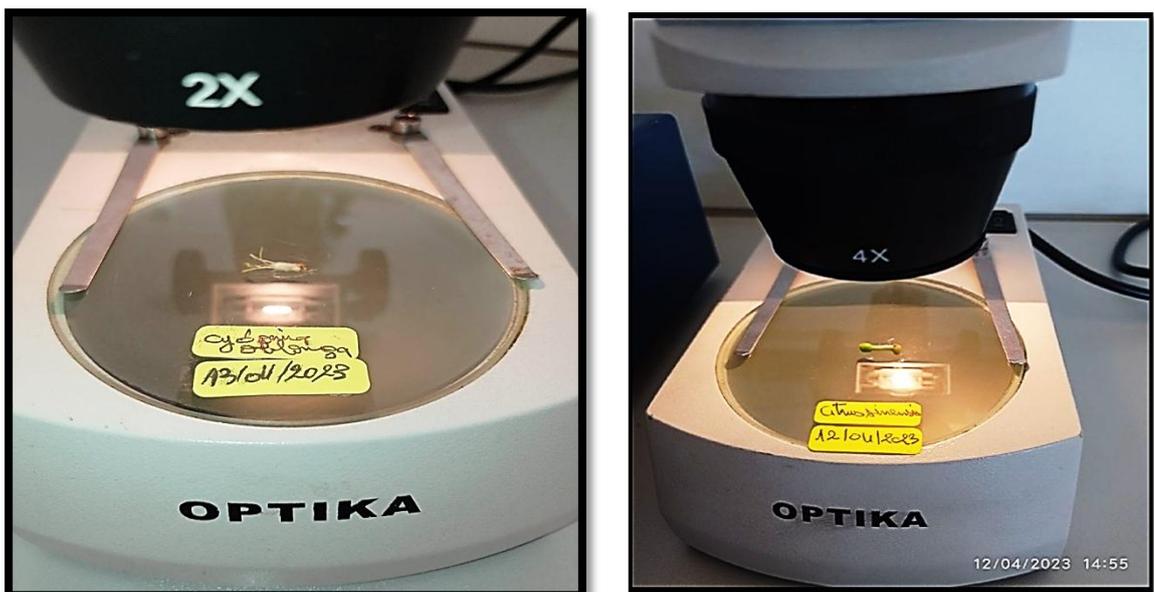


Figure 14: Observation à la loupe binoculaire.

I.3.3. Analyse pollinique

Le protocole décrit par la commission internationale de botanique apicole est utilisé pour l'analyse pollinique des échantillons de pollen (Louveaux *et al.*, 1978).

Une quantité de 1 g de pollen broyé est dissoute dans 50 ml d'eau distillé, après agitation et homogénéisation pendant 20 min, le surnageant est éliminé. 60 μ l de l'homogénat est étalé sur une lame en verre puis sécher à l'étuve. Après séchage, les lames sont recouvertes de gélatine glycéline.

L'examen au microscope optique est réalisé au grossissement (G10 \times 40).



Figure 15: les différentes étapes d'analyse pollinique.

I.3.4. Analyse physico-chimique

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

I.3.4.1. Détermination de la teneur en eau

- Le principe de méthode

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**).

- Le mode opératoire

Les capsules vides sont séchées à l'étuve pendant 20 minutes. Un gramme d'échantillon 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 »

- Elle consiste en l'étuvage d'un échantillon d'un gramme de pollen.
- Les capsules vides sont séchées à l'étuve pendant 20 min avant analyse.
- 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.

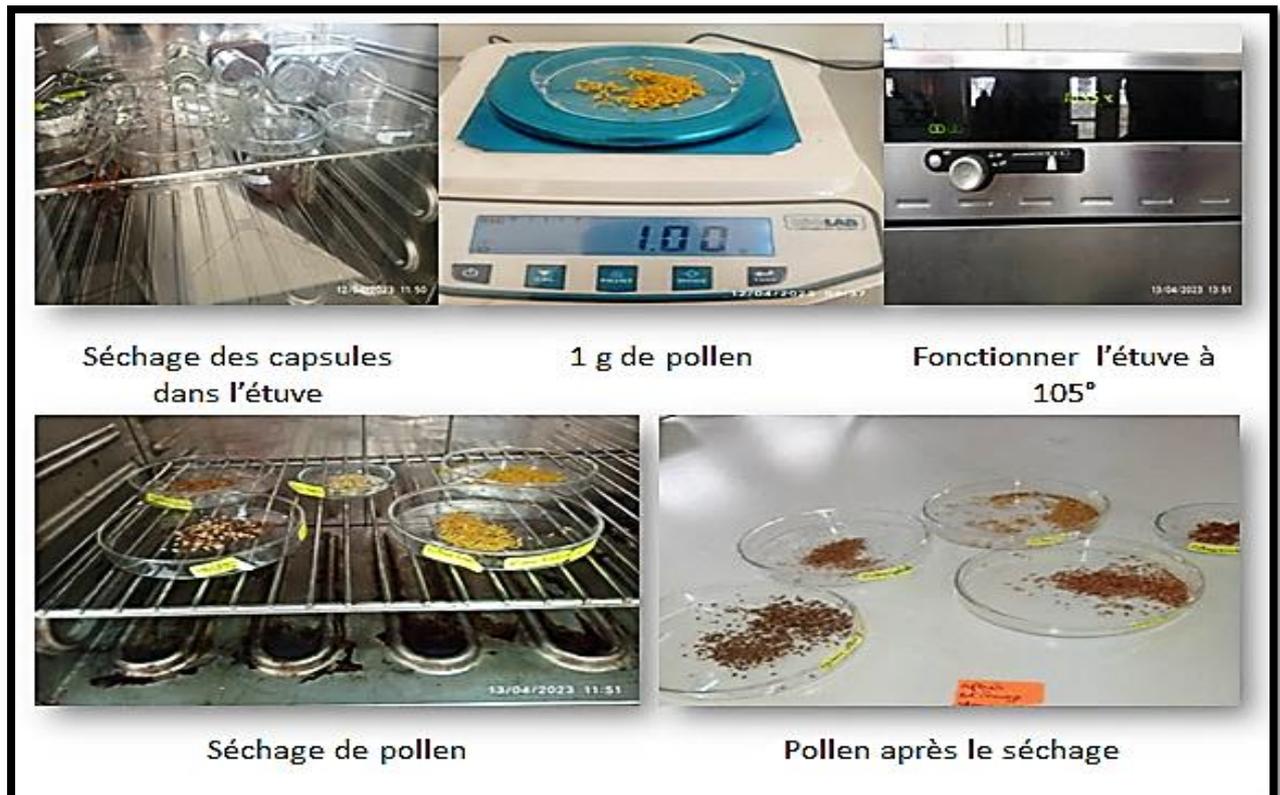


Figure 16: la mesure de teneur en eau des grains de pollen.

I.3.4.2. PH

La détermination du pH a été faite selon la méthode NF V 05-108 (1970) décrite par AFNOR (1982)

- Le principe de méthode

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

- Le mode opératoire

1. Peser 1g de pollen préalablement broyé à l'aide d'un mortier en verre.
2. Porter l'échantillon dans un bécher de 200ml contenant 100ml d'eau distillée.

3. Agiter la suspension pendant quelques minutes à l'aide d'un agitateur.
4. Laisser la suspension au repos pendant 15mn puis agiter à nouveau pour quelques instants.
5. Prendre le pH de la suspension après stabilisation de l'appareil.

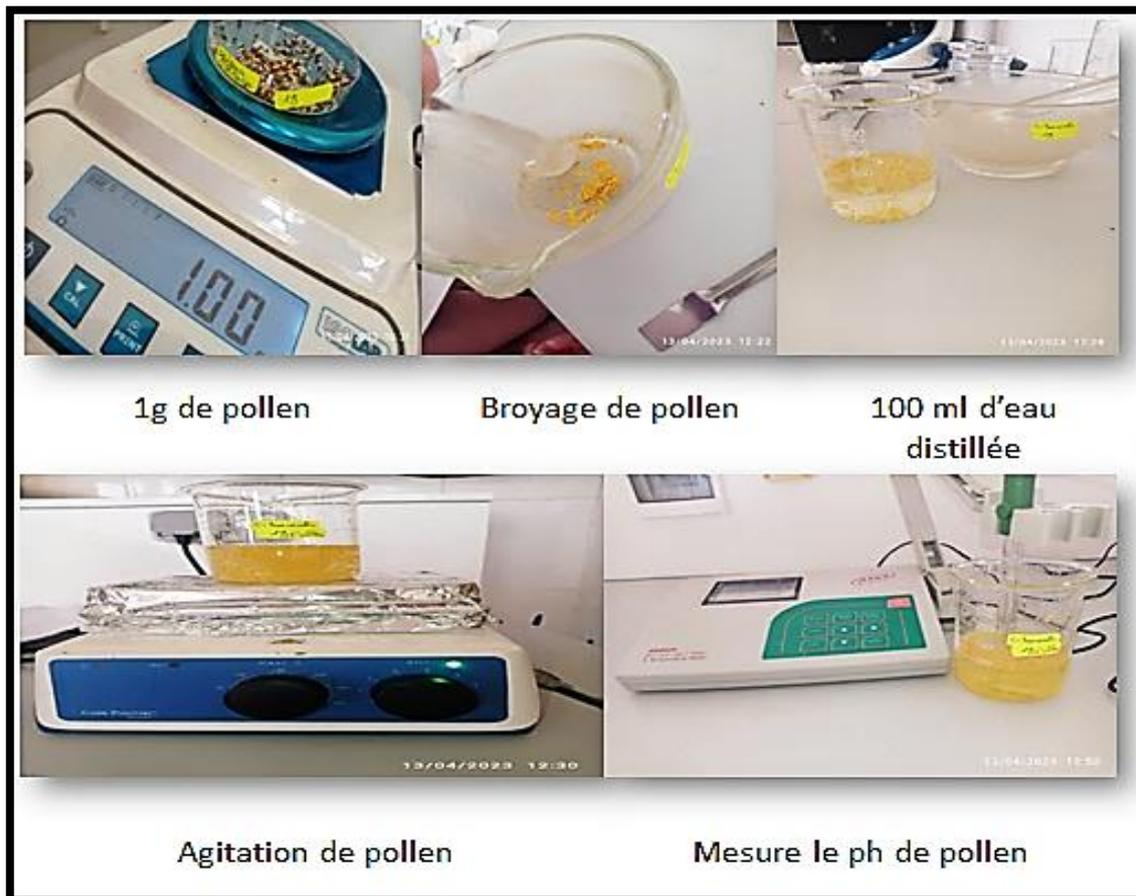


Figure 17: la mesure de ph de grains de pollen.

I.3.4.3. Teneur en phénols totaux

La teneur en composés phénoliques totaux du pollen est estimée selon la méthode de Folin-Ciocalteu, décrit par (Moreira et al., 2008). Ce dernier est constitué par un mélange d'acide phosphotungstique (H₃W₁₀O₄₀P) et d'acide phosphomolybdique (H₃Mo₁₂O₄₀P) qui est réduit, lors de l'oxydation des phénols, en mélange d'oxyde bleus de tungstène (W₈O₂₃) et de molybdène (Mo₈O₂₃). La coloration bleue produite possède une absorption maximum aux environs de 700 nm. Elle est proportionnelle au taux de composés phénoliques (Riberceau-Gayon, 1972).

- Préparation de l'extrait méthanolique du pollen (EMP) :

La préparation de l'EMP est réalisée selon la procédure décrite par (Moreira *et al.*, 2008). 5g de pollen est mélangé avec 10 ml de méthanol (MeOH). La solution est laissée macérer pendant 72 h à température ambiante, puis filtrée sur papier filtre Whatman N°4, et le résidu solide est ré-extrait à nouveau. Les deux extraits méthanoliques sont réunis.

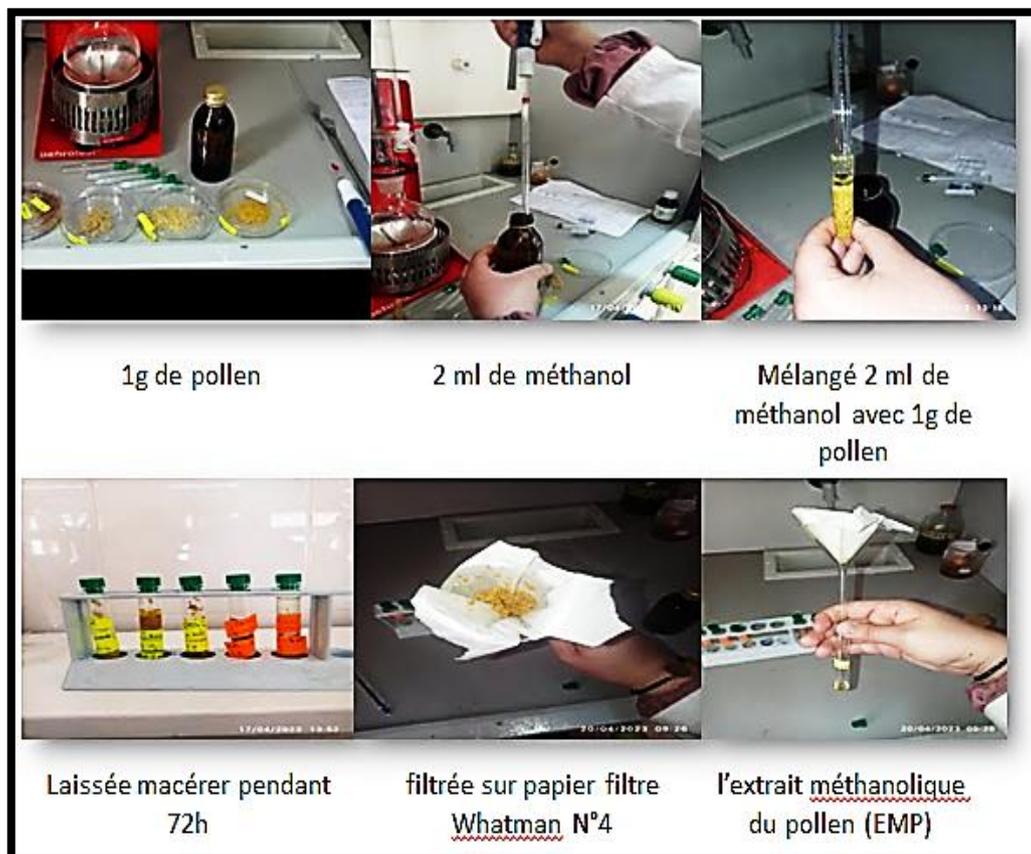


Figure 18: étapes de préparation de l'extrait méthanolique du pollen (EMP).

- Dosage des composés phénoliques totaux :

Dans un tube à essai, 0,5 ml d'extrait méthanolique du pollen est dilué dans 9 ml de méthanol auquel est ajouté 0,5 ml de réactif de Folin-Ciocalteu et 0,5 ml de Na_2CO_3 . Le tube est laissé à l'obscurité et à température ambiante pendant 1 h, après quoi l'absorbance est lue à 700 nm.

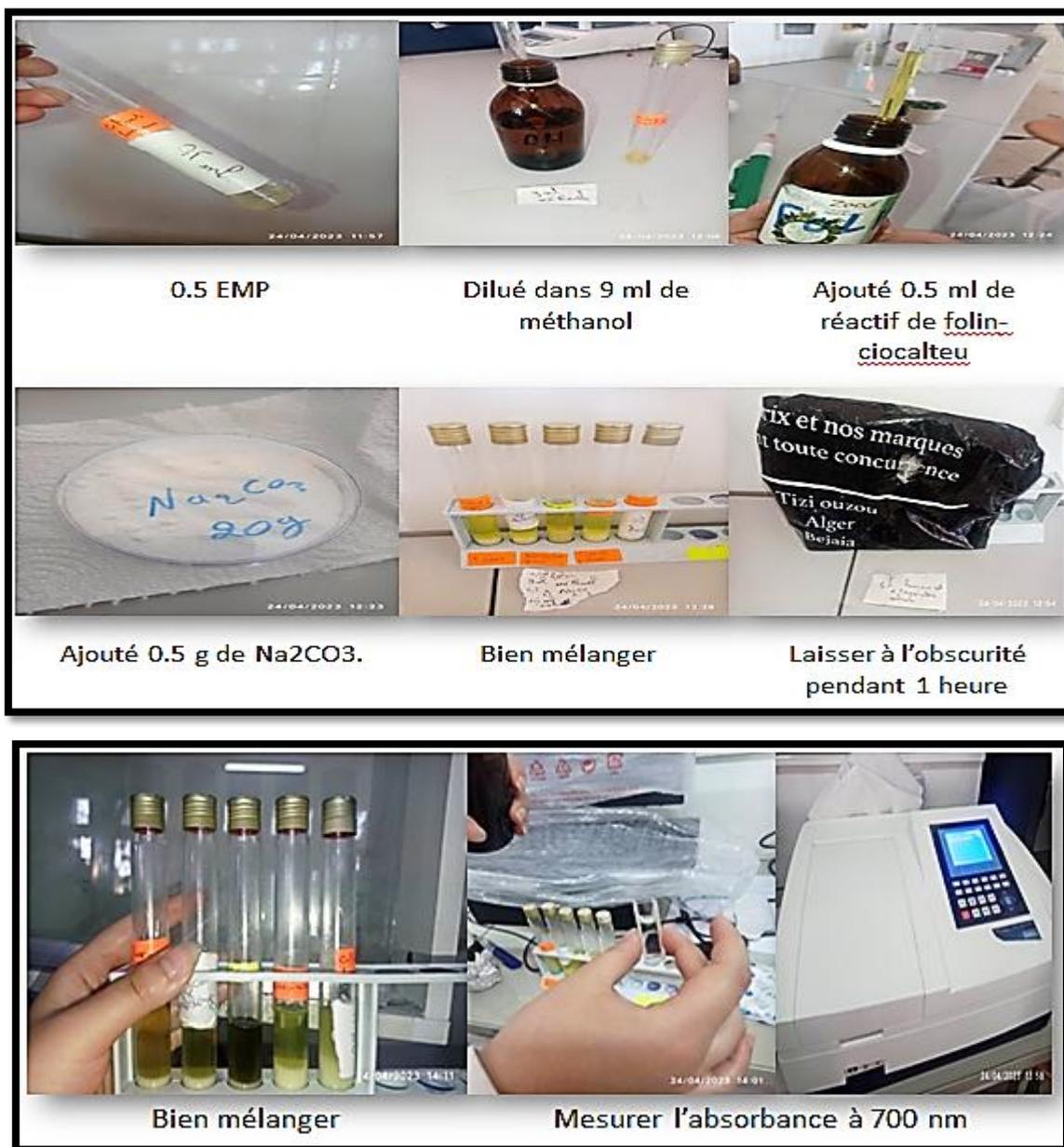


Figure 19: Etapes du dosage des polyphénols totaux de l'extrait méthanolique du pollen.

- La courbe d'étalonnage d'acide gallique :

La quantification des poly-phénols est faite en se basant sur une courbe d'étalonnage linéaire ($Abs = a C + b$). Cette courbe est établie par l'usage des solutions de concentrations croissantes d'acide gallique. A cet effet, les solutions étalons de l'acide gallique sont préparées par la même méthode que l'échantillon. Le blanc préparé ne contient pas de l'EMP, contre lequel sont faites les lectures dans le spectrophotomètre.

On peut déterminer la concentration des polyphénols en se référant à une courbe d'étalonnage à partir des concentrations connue. Pour cela à partir d'une solution d'acide gallique 0,0015 g sont dissous dans 100 ml de méthanol, L'absorbance est mesuré à 700 nm.

I.3.4.4. Evaluation de la viabilité des grains de pollen (Test de germination *in vitro*) (en milieu solide) (Verdel & Pannetier, 1990)

Au moment de la récolte des fleurs, il faut agir rapidement pour le maintien de la viabilité du pollen qui est très délicat (Bonhomme, 2015). Les conditions optimales de germination *in vitro* variant d'une espèce et même d'un génotype à l'autre.

Le test de germination *in vitro* sera réalisé sur le pollen extrait sans aucun traitement supplémentaire. Il consiste en :

- La stérilisation de la verrerie utilisée.
- La préparation du milieu de culture et sa répartition dans des boîtes de Pétri de 6 cm de diamètre.
- Le dépôt d'une faible quantité de grains de pollen dans des boîtes de Pétri à la surface du milieu de culture.
- Placer les boîtes de Pétri dans une chambre de culture à 28 °c pour la durée de germination (figure 24).



Figure 20: Test de germination *in vitro* (en milieu solide).

- Détermination du pourcentage de germination

Le dénombrement des grains de pollen germés se fait en plaçant directement la boîte de Pétri sur la platine d'un microscope optique.

Le dénombrement des grains germés et non germé se fait généralement à un grossissement de 40 à 100×. Un grain est considéré germé lorsque la longueur du tube pollinique est supérieure à deux fois le diamètre de ce dernier (Bousmid ,2019) :

$$G \% = \frac{\text{Nombre de grains germés}}{\text{Nombre total de grains}} \times 100$$

I.3.4.5. 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.

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

- ✓ 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 21: Préparation de coloration d'Alexander.

Pour chaque test, le pollen a été mis en suspension dans la solution colorante. L'ensemble a été sonique 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 22: Coloration d'Alexander de pollen.

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

Chapitre II.

Résultats et discussion

II.1. Etude pollinique

Nous avons présentons successivement les différentes espèces étudiées :

II.1.1. *Citrus sinensis* L.

✓ Biologie florale

L'oranger est un arbuste atteignant 10 mètres de haut aux branches épineuses.

L'oranger est un arbuste à feuilles persistantes, atteignant 10 mètres de haut, avec des branches et des feuilles de 4 à 10 cm de long. Le fruit de *Citrus sinensis* est appelé orange douce (Bousmid A, 2019).

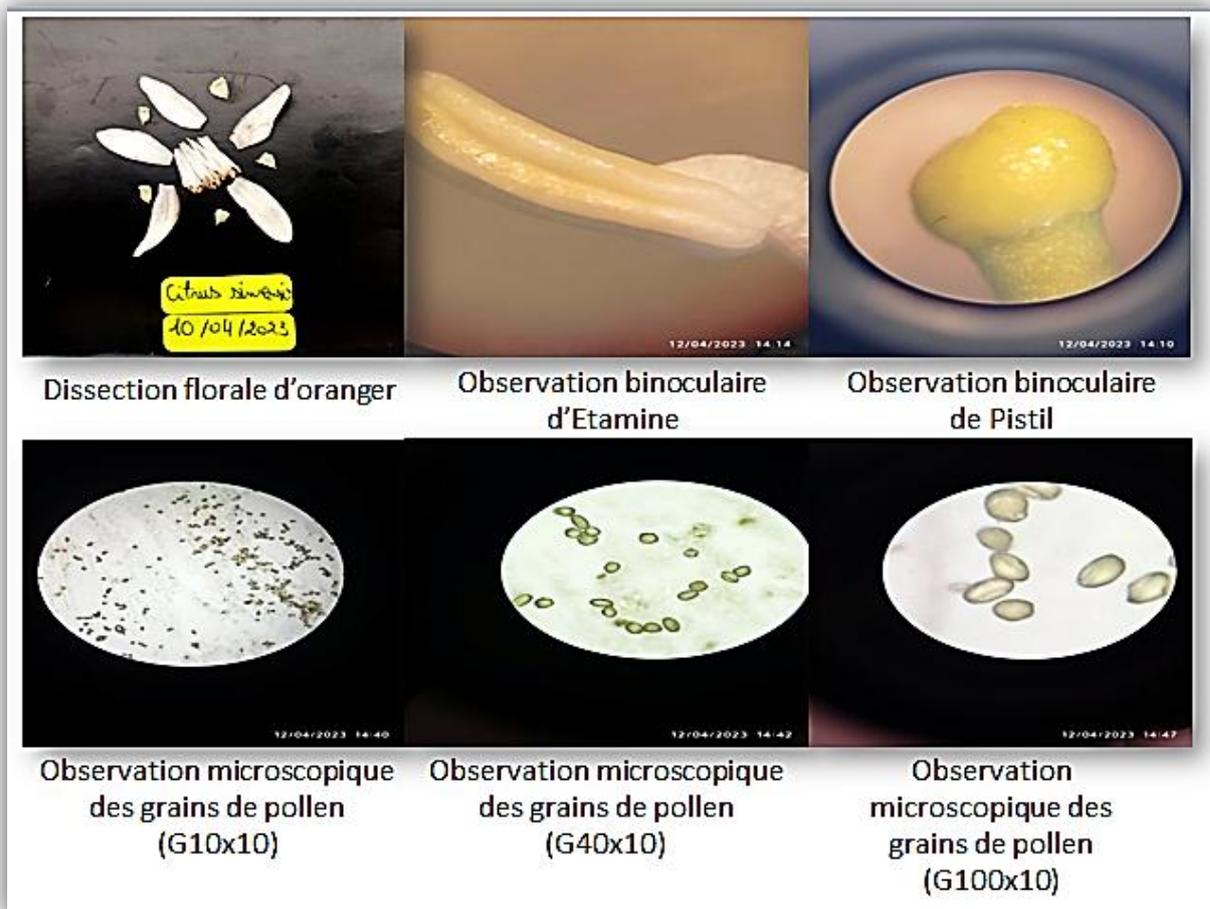


Figure 23: Photographie aux binoculaire des pièces florales et au microscope des grains de pollen de *Citrus sinensis* L.

Tableau 4: Caractéristique des grains de pollen de *Citrus sinensis* L.

Odeur	Couleur	Forme	Aperture (pore+sillon)	Ornementation
Du fruit (Oranger)	Jaune	Subsphérique	Un seul sillon (Monocolpé)	Gemmate

➤ **Commentaire et discussion :**

Le pollen d'oranger est de couleur jaune et a un parfum de fruit orange. L'examen microscopique des grains de pollen a révélé qu'ils ont une forme subsphérique, une exine en forme de gemme et un seul sillon (monocolpé).

Nos résultats concernant les grains de pollen d'oranger sont cohérents avec les résultats obtenus par (Inyama et al., 2015) qui ont constaté que le pollen est circulaire elliptique, l'exine est strie et il est monocolpé.

II.1.2. *Citrus limon* L.

✓ **Biologie florale :**

Un citronnier est un type de petit arbre. Il peut vivre entre 50 et 80 ans. Les fleurs ont des pétales blanc violacé dont les axillaires sont réunies en petites grappes (Bousmid A, 2019).

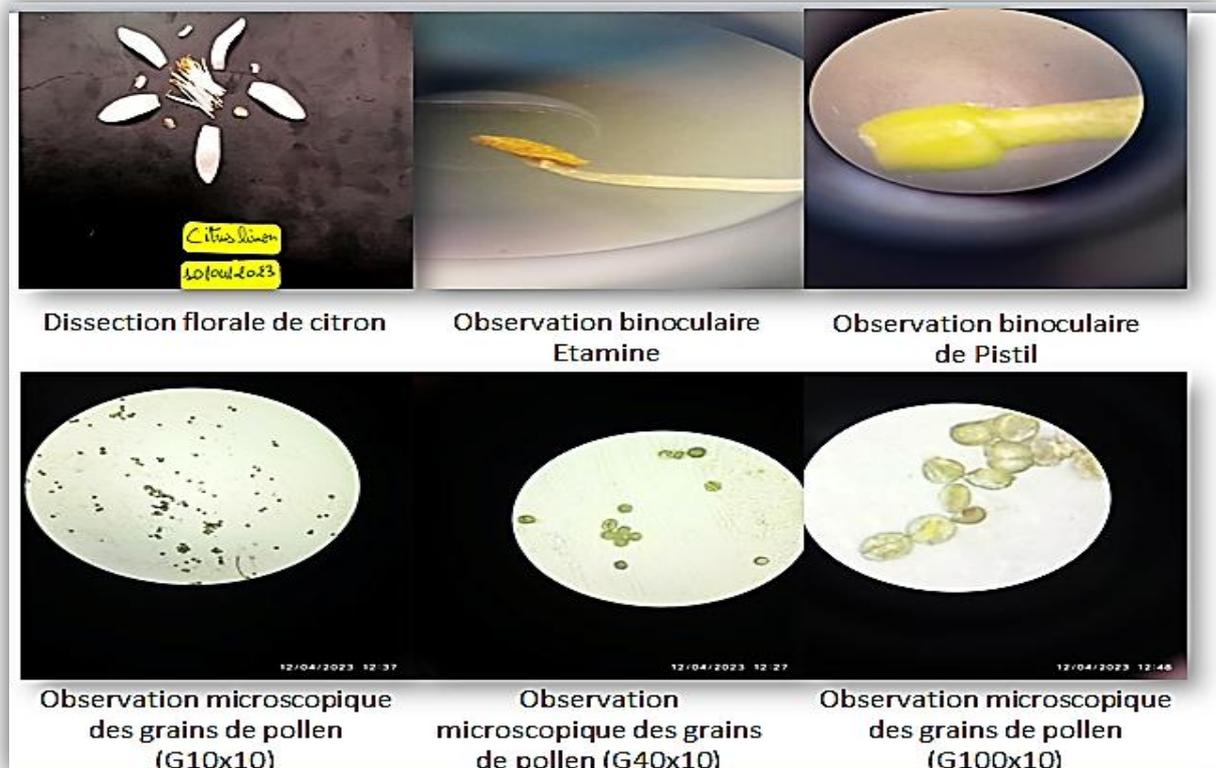


Figure 24: Photographie au binoculaire des pièces florales et au microscope des grains de pollen de *Citrus limon* L.

Tableau 6 : Caractéristique des grains de pollen de *Citrus limon* L.

Odeur	Couleur	forme	Aperture (pore+sillon)	Ornementation
De fruit (Citronnier)	Jaune	Sphérique	Un seul sillon (monocolpé)	Gemmate

➤ **Commentaire et discussion :**

Le pollen de citronnier est jaune et le parfum est le fruit du (citronnier). L'observation microscopique de nos grains de pollen a montré que la forme était sphérique et l'exine gemmet avec la présence d'un seul sillon (monocolpé).

Nos résultats sont proches aux résultats obtenus par **inyama et al., 2015**

II.1.3. *Citrus aurantium* L.

✓ **Biologie florale :**

Le bigaradier est un petit arbre de 3 à 10 mètres de haut, aux fleurs épineuses, persistantes, très parfumées et aux fruits comestibles mais amers.

Le bigaradier à fleurs blanches. Ses pétales sont très étroits et plus grands que ceux des orangers doux. Parmi les agrumes, il est rustique et résistant et peut vivre jusqu'à 600 ans (**Moraes, 2009**).

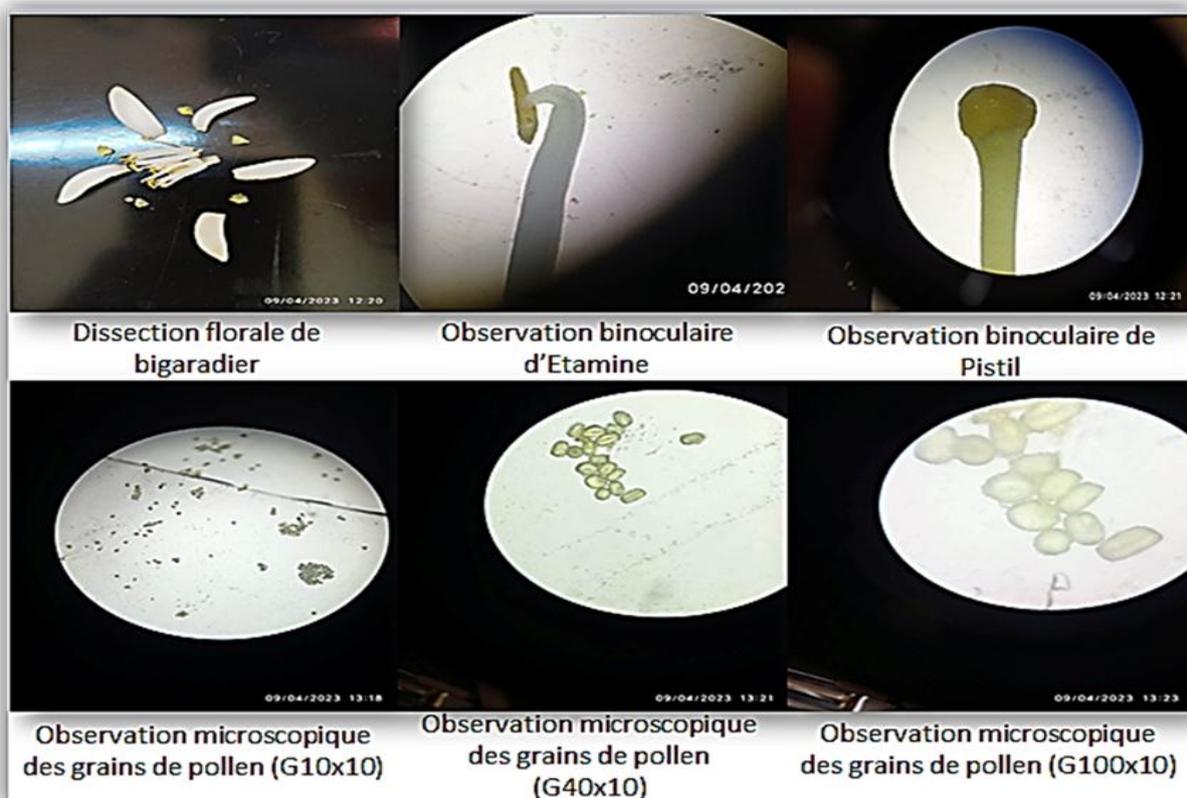


Figure 25: Photographie au binoculaire des pièces florales et au microscope des grains de pollen de *Citrus aurantium* L.

Tableau 5: Caractéristique des grains de pollen de *Citrus aurantium* L.

Odeur	Couleur	forme	Aperture (pore+sillon)	Ornementation
De fruit (Bigaradier)	Jaune	subsphérique	Un seul sillon (monocolpé)	Psilate

➤ **Commentaire et discussion :**

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

Nos résultats concernant les grains de pollen de bigaradier sont proches aux résultats obtenus par **Inyama et al., 2015** qui ont remarqué que la forme de pollen est circulaire elliptique et ils sont monocolpé.

II.1.4. *Malus domestica* L.

✓ **Biologie florale :**

Le pommier est un arbre hermaphrodite à feuilles caduques. Selon les variétés, il mesure de 2 à 15 mètres. La pomme est un fruit drupacé, charnu, résultant de l'évolution d'une fleur à ovaire infère (**Barrie et al., 2006**).

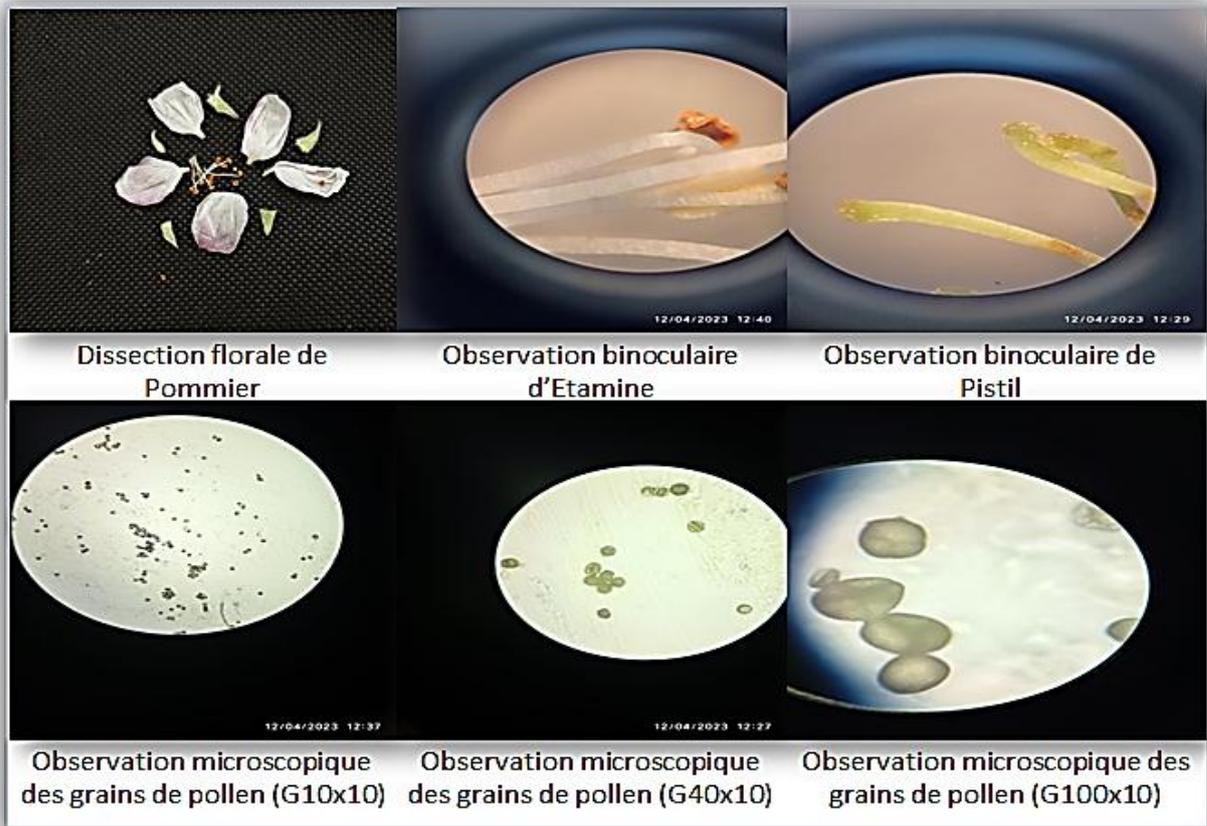


Figure 26: Photographie au binoculaire des pièces florales et au microscope des grains de pollen de *Malus domestica* L.

Tableau 6: Caractéristique des grains de pollen de *Malus domestica* L.

Odeur	Couleur	forme	Aperture (pore+sillon)	Ornementation
De fruit (pomme)	Jaune	triangulaire	Trois pores et trois sillons	Psilate

➤ **Commentaire et discussion :**

Le pommier est un petit arbre fruitier qui dépasse rarement 10 de mètres de hauteur, est adapté aux climats tempérés humide, les feuilles sont caduques.

Les fleurs blanches ou rose groupées en bouquets très serrés apparaissent vers le mois d’avril, la pomme est un fruit drupacé, charnu, résultant de l’évolution d’une fleur à ovaire infère. le grains de pollen ont une forme triangulaire a trilobée, tricolpé avec exine psilate. Ce qui est

conforme avec les résultats obtenus par (Motyleva et al., 2017) qui ont remarquées que les grains de pollen de pommier sont triangulaire avec subdivision de la zone de la surface en trois sillons égale, l'exine est psilate.

II.1.5. *Cydonia oblonga* Mill.

✓ Biologie florale :

Le Cognassier est un petit arbre, mesurant 5 à 8 m de hauteur à feuilles caduques. Il porte de grandes fleurs blanchâtres, disposées isolément à l'extrémité des jeunes branches (Rosenblatt et Christandl, 2003).

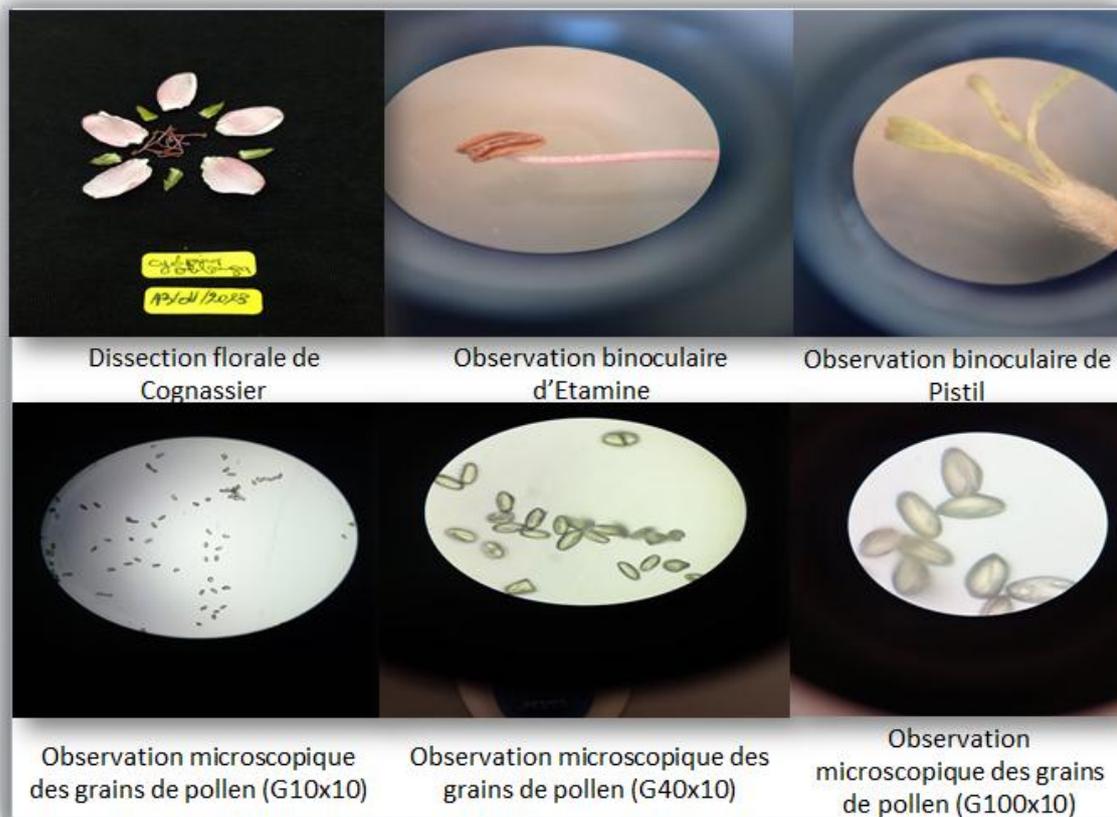


Figure 27: Photographie au binoculaire des pièces florales et au microscope des grains de pollen de *Cydonia oblonga* Mill.

Tableau 7: Caractéristique des grains de pollen *Cydonia oblonga* Mill.

Odeur	Couleur	forme	Aperture (pore+sillon)	Ornementation
De fruit (Cognassier)	Jaune	triangulaire	Trois pores et trois sillons	Psilate

➤ **Commentaire et discussion :**

Le cognassier est un petit arbre au port arrondi de 6 mètres de hauteur. Il s'adapte bien aux climats de la plupart de nos régions.

Les fleurs blanchâtres teintés en rose, apparaissent en avril et disposés isolément à l'extrémité des jeunes branches.

Les grains de pollen ont une forme triangulaire à trilobée, tricolpé avec exine psilate. Selon (Dragan, 2016), l'analyse menée par SEM (Scanning Electron Microscope), montre que les grains de pollen de *Cydonia oblonga* MILL. Sont caractérisés par une forme triangulaire, tricolpé avec un exine psilate. Les grains de pollen en vue équatoriale sont elliptiques et en vue polaire sont ronds.

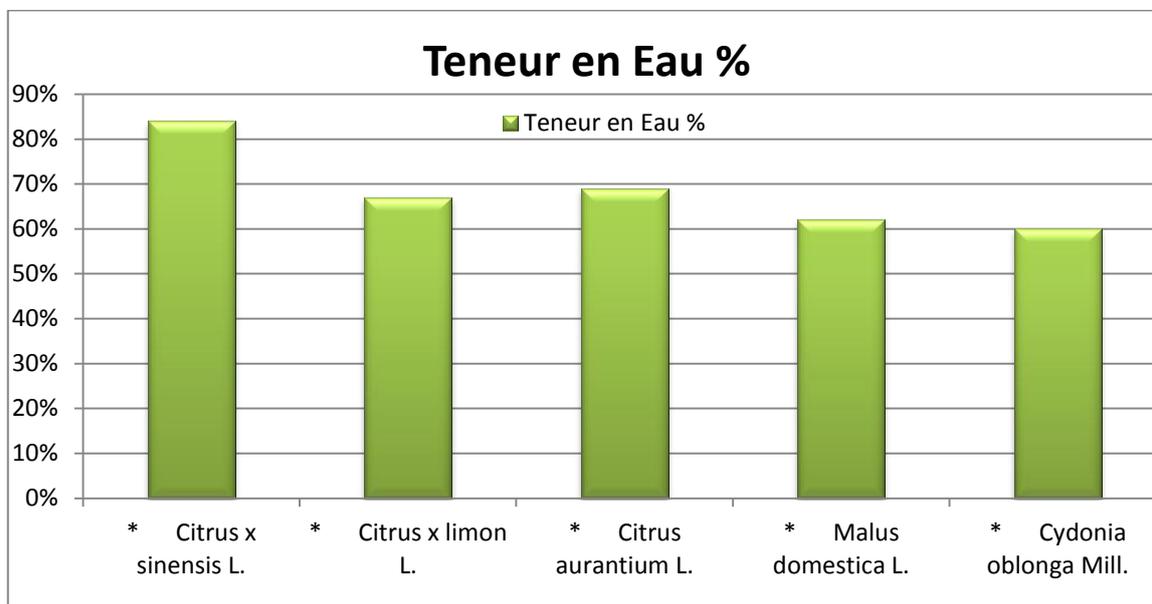
II.2. Les résultats des analyses physico-chimiques

II.2.1. La teneur en eau

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

Tableau 8: La teneur en eau des échantillons du pollen.

Espèce	Teneur en Eau %
 <i>Citrus sinensis</i> L.	84 %
 <i>Citrus limon</i> L.	67 %
 <i>Citrus aurantium</i> L.	69 %
 <i>Malus domestica</i> L.	62 %
 <i>Cydonia oblonga</i> Mill.	60 %



Graphique 1: La teneur en eau des échantillons du pollen.

➤ **Commentaire et discussion :**

Les teneurs en eau varient de 60 % à 84%.

La plus grande teneur revient à l'espèce d'Oranger (84%) et la plus faible revient à l'espèce de cognassier. Les teneurs en eau sont très proches entre les différentes espèces.

Les résultats de (Kerrouche et al., 2022) nous ont confirmé que Le pollen des Rutacées présente le taux d'humidité le plus élevé par rapport aux autres familles.

Margarida et al., (2011) Almeida-Murdiam et al., (2005) ont rapporté une teneur d'humidité de pollen de Rosacées inférieur à celles obtenues dans cette étude (10%, 7,4%).

La teneur en eau de pollen est un indicateur de qualité, elle touche plusieurs paramètres du produit dont les plus importants : le goût, l'arôme et la conservation.

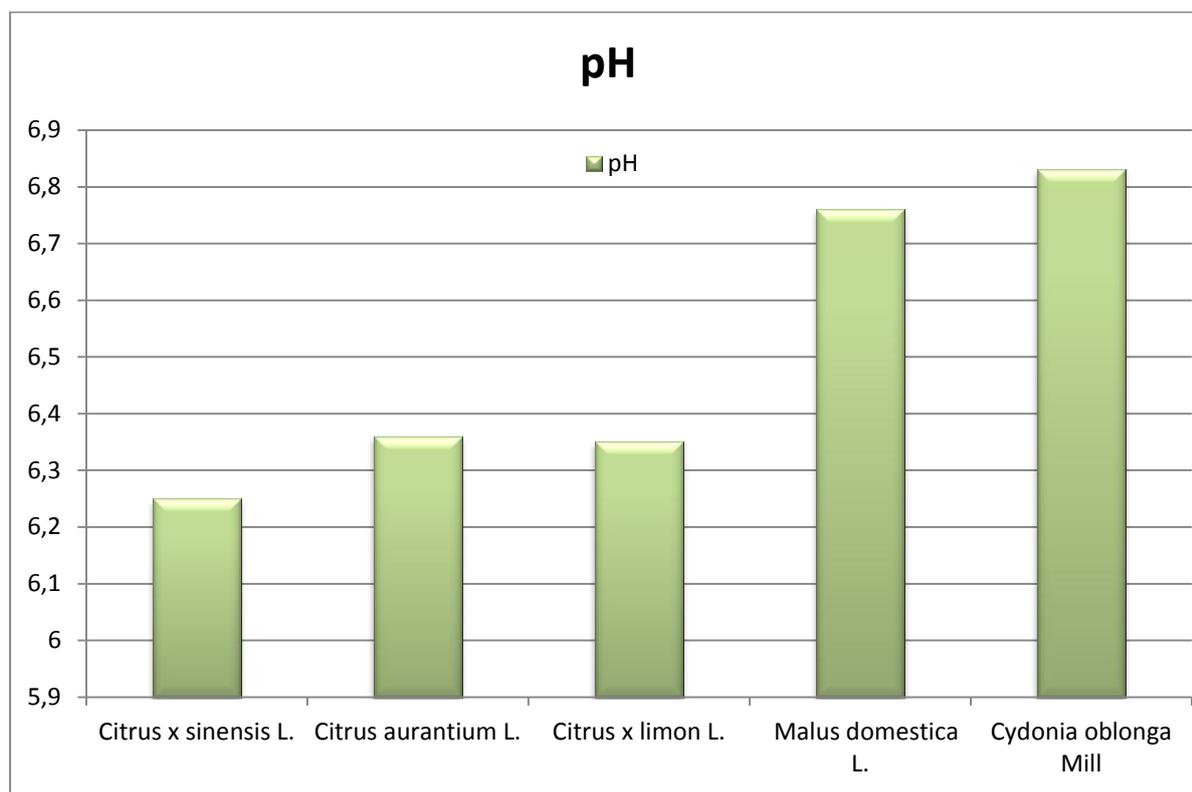
De nombreuses études sont parvenues à quantifier l'eau présente dans le pollen, les résultats différents d'une zone géographique à une autre. La teneur en eau est différente selon que les analyses pratiquées avant ou après le séchage de pollen en vue de sa bonne conservation (Donadieu, 1983).

II.2.2. Le PH

Les résultats que nous avons obtenus de PH de différents échantillons de pollen étudiés sont représentés dans le tableau et la figure ci-dessous :

Tableau 9: Le pH des espèces étudiés.

Espèce	Ph
 <i>Citrus x sinensis</i> L.	6,25
 <i>Citrus x limon</i> L.	6,35
 <i>Citrus aurantium</i> L.	6,36
 <i>Malus domestica</i> L.	6,76
 <i>Cydonia oblonga</i> Mill	6,83



Graphique 2: Le pH des espèces étudiés.

➤ **Commentaire et discussion :**

Les valeurs moyennes de ph sont très proches entre les différentes espèces étudiées, elles varient de 6,25 à 6,83, et montre qu'elles ne présentent aucune différence significative.

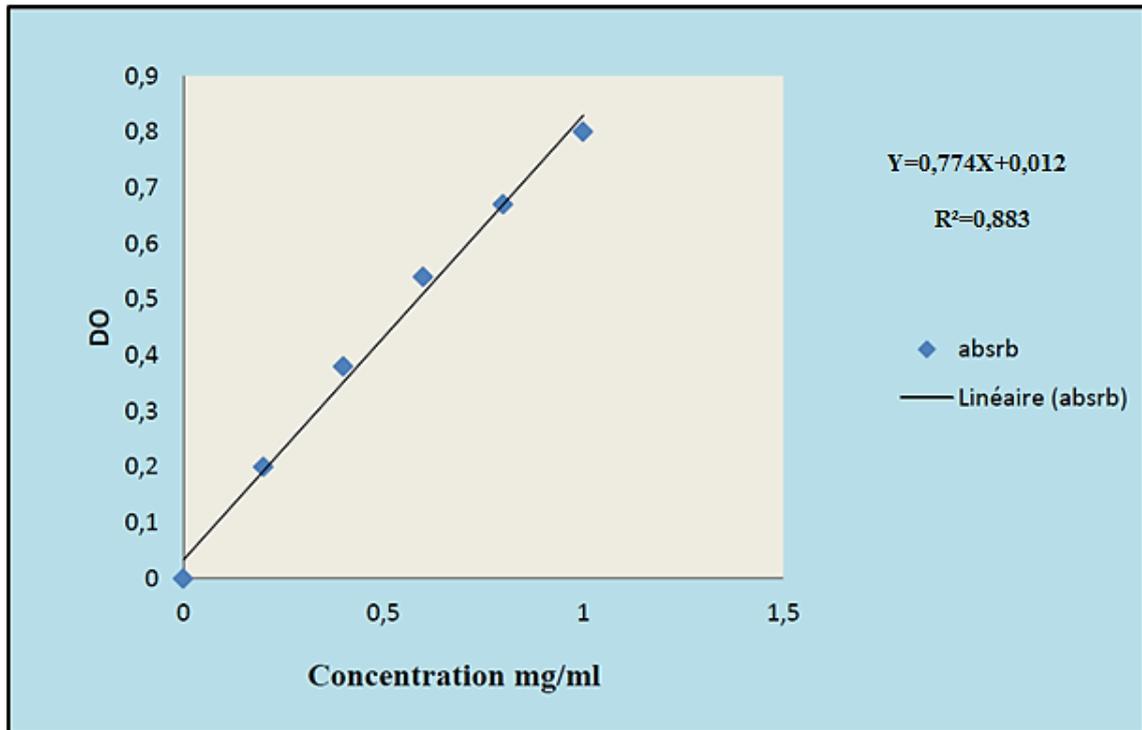
Amzal & Bekouche, (2013) ont trouvé des valeurs de PH variant entre 5,21 à 6,20.

II.2.3. Teneur phénols totaux

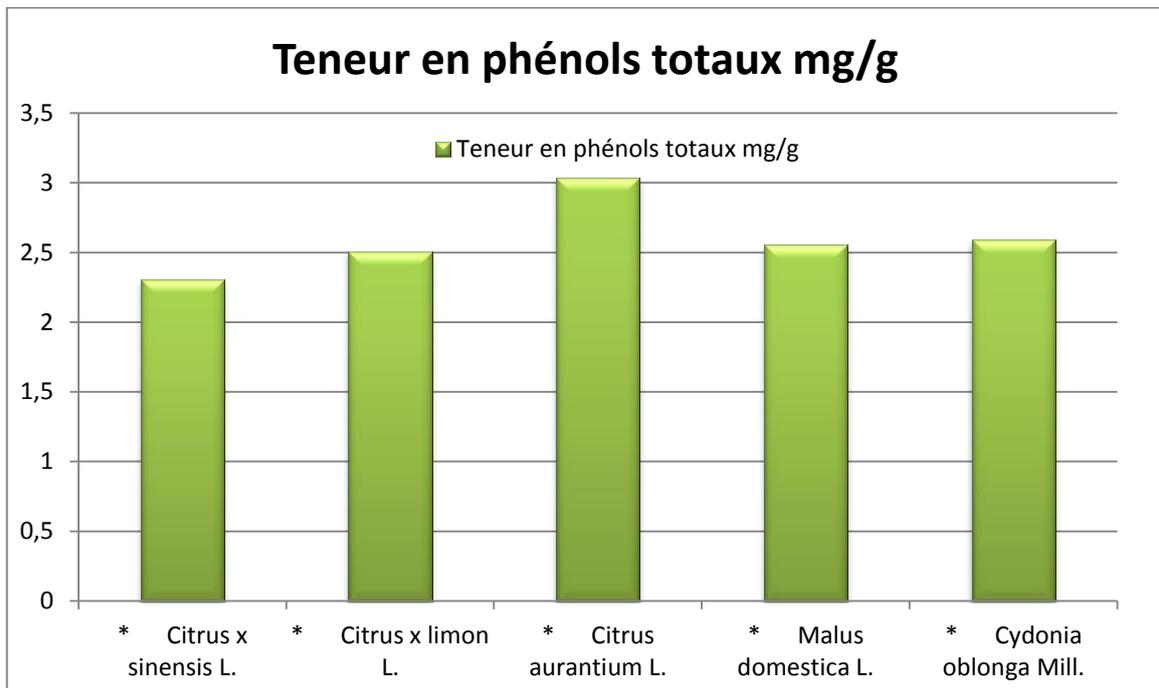
Les résultats que nous avons obtenus concernant la teneur en phénols totaux de différents échantillons de pollen étudiés sont représentés dans le tableau et la figure ci- dessous :

Tableau 10: La teneur en phénols totaux des espèces étudiées.

Espèce	Teneur en phénols totaux mg/g
 <i>Citrus x sinensis L.</i>	2,305
 <i>Citrus x limon L.</i>	2,508
 <i>Citrus aurantium L.</i>	3,037
 <i>Malus domestica L.</i>	2,552
 <i>Cydonia oblonga Mill.</i>	2,592



Graphique 3: Courbe d'étalonnage de l'acide gallique : absorbance à 700 nm.



Graphique 4: Teneur en phénols totaux en mg/g.

➤ **Commentaire et discussion :**

Les composés phénoliques ou polyphénols sont des métabolites secondaires caractérisés par la présence d'un cycle aromatique portant des groupements hydroxyles libres ou engagés avec un glucide. La capacité élevée des constituants phénoliques à neutraliser les espèces actives de l'oxygène est fortement associée à leur structure, surtout les doubles liaisons conjuguées et le nombre de groupes d'hydroxyle dans le cycle aromatique, la plupart du temps attribuée aux flavonoïdes (Silva *et al.*, 2000).

La teneur totale en polyphénols a été mesurée sur la base de la méthode de Folin-Ciocalteu.

Les teneurs en phénols totaux varient de 2,305 et 3,037 mg/g.

Les valeurs moyennes de la teneur en phénols totaux sont très proches entre les différentes espèces étudiées.

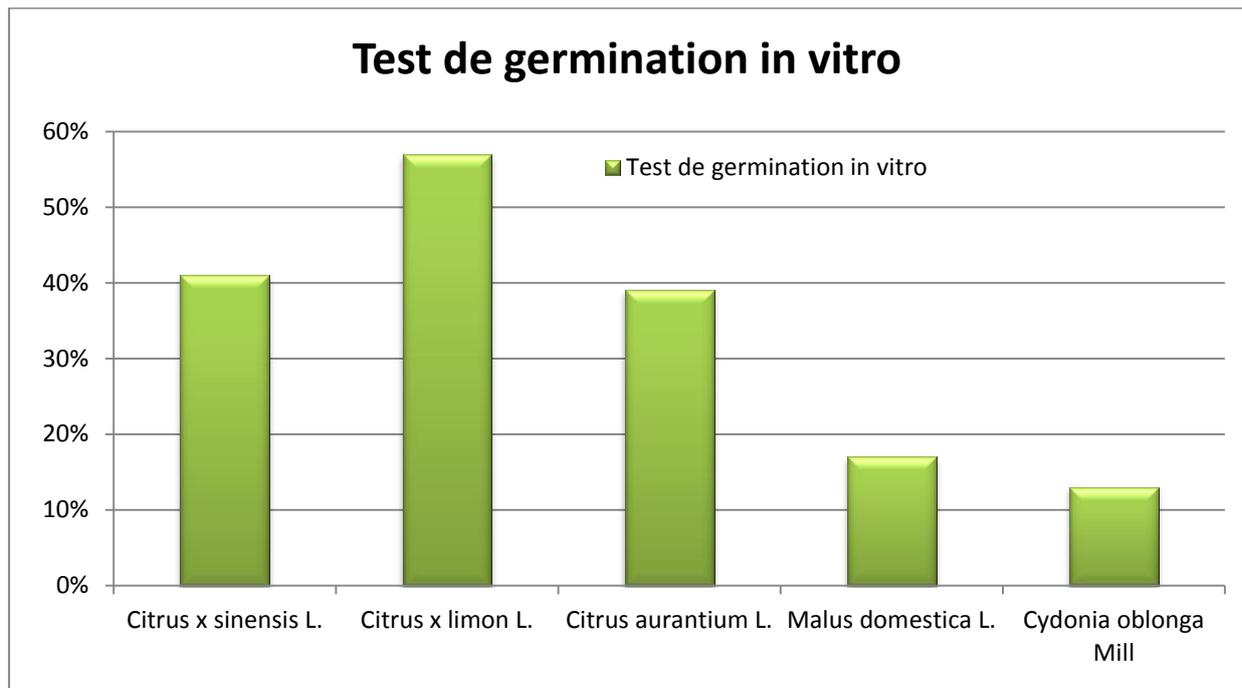
II.2.4. Evaluation de la viabilité du pollen

II.2.4.1. Test de germination in vitro

Le test de germination in vitro de différents échantillons de pollen étudiés sont représentés dans le tableau et la figure au-dessous :

Tableau 11: Le test de germination in vitro d'espèces étudiées.

Espèce	Test de germination in vitro
✚ <i>Citrus sinensis</i> L.	41 %
✚ <i>Citrus limon</i> L.	57 %
✚ <i>Citrus aurantium</i> L.	39 %
✚ <i>Malus domestica</i> L.	17 %
✚ <i>Cydonia oblonga</i> Mill.	13 %



Graphique 5: Test de germination in vitro des espèces étudiées.

➤ **Commentaire et discussion :**

28 °C est la température idéale pour les espèces qui fleurissent dans la période chaude (mois d'avril) : la famille des Rutacées.

Le pourcentage de germination le plus faible est enregistré chez les Rosacées qui fleurissent dans la basse température.

La germination du pollen sec est influencée par les variations de température auxquelles il est soumis avant le test de viabilité ou avant une pollinisation.

Des chocs thermiques où l'écart de température est supérieur à 20 °C réduisent la capacité de germination. Une exposition du pollen sec à la température de germination durant 24 heures avant la réalisation des tests peut augmenter jusqu'à 10 % sa capacité de germination (Colas et Mercer, 2000).

II.2.4.2. Coloration d'Alexander

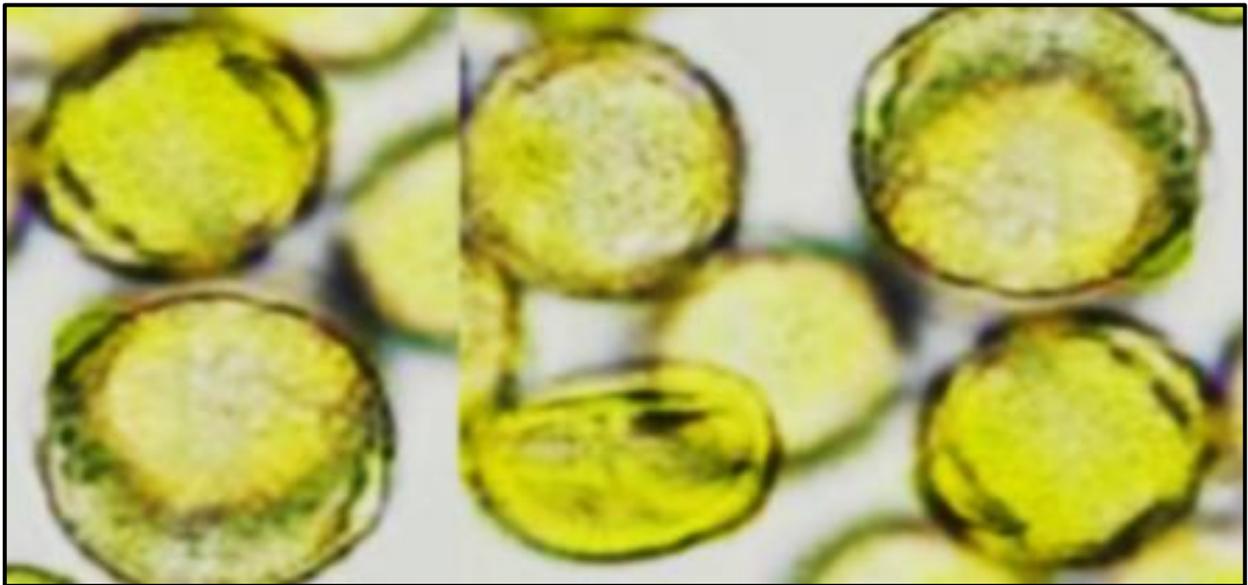


Figure 28: Coloration des grains de pollen en fonction de la méthode utilisée.

La coloration d'Alexander n'était pas la méthode la plus fiable pour évaluer la viabilité des grains de pollen.

Conclusion

Conclusion

Notre travail est mené sur deux familles botaniques avec des différentes espèces végétales : les Rosacées (*Cydonia oblonga* Mill. *Malus domestica* L.), les Rutacées (*Citrus sinensis* L. *Citrus limon* L. *Citrus aurantium* L.). Et nous avons fondé sur l'étude des caractéristiques physico-chimiques des grains de pollen.

Une étude comparative des caractéristiques florale est réalisé entre les différentes familles et entre les espèces de la même famille nous a permis de distinguer que toute les espèces étudier sont des plantes pentamères.

Nous pouvons dire que la biologie florale des Rosacées étudiées est assez homogène et régulière dans le nombre des pièces florales et particulièrement des grains de pollen tricolpé avec une exine psilate.

Bien qu'il existe une légère différence entre les espèces de la famille de Rutacées, le pollen est sphérique, subsphérique avec une exine psilate ou gemmate.

L'étude des caractéristiques physico-chimiques du pollen des espèces étudiées montre que :

La teneur en eau varie entre 61 % et 84%.

Le PH des échantillons de pollen analysé est de nature légèrement acide.

Les teneurs en phénols totaux sont très proches entre les différentes espèces étudiées.

Les taux de germination observés du pollen varient de 13 % à 57% pour les différentes espèces étudiées.

Les valeurs les plus élevés pour la germination des grains de pollen sont enregistré chez les espèces de la famille des Rutacées et les valeurs les plus faibles pour la germination des grains de pollen sont enregistrées chez les espèces de la famille des Rosacées.

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

Le pollen est très important non seulement pour les plantes, mais aussi pour la vie humaine, ce qui se reflète dans son abondance de protéines et de vitamines. La palynologie ne se limite pas à nos recherches, il existe plusieurs expériences portant sur les grains de pollen.

Références bibliographiques

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
- **Amigou M, (2016)-** Les résidus des médicaments vétérinaires et de pesticides dans les produits apicoles alimentaires (miel, pollen, gel é royale et propolis). Thèse de doctorat vétérinaire, faculté de médecine Créteil, Ecole nationale vétérinaire, faculté d'Alfort, pp.139, 27-41.
- **Amirouch N., Bouguedoura N., Hadj-arad H., (2015)–** Botanique des Embryophytes. 4Ed : Office des publications universitaires, Ben-Aknoun-Alger, 74-90 P.
- **Amzal H., & Bekouche D., (2013)–**Etude palynologique et physicochimique du pollen d'abeille de la région de Naciria (W Boumerdes).Thèse d'ingénieur technologie alimentaire.Université Mouloud Mammeri T.O.
- **Apimondia, (2001)-** Standing commission of apitherapy Traité d'apithérapie, La médecine par les abeilles [cederom] V.1.01 PC-Mac Produit par Api-Ar International SA R Brussels. ISBN : 2-9600270-0-0

- *B* -

- **Bacar E & Maskine H., (2014)-** Contribution à l'étude de l'activité Antibactérienne de l'Ail « Allium Sativum L », Wilaya de Guelma. Département de biologie, Université 8 Mai 1945 – Guelma, 16 P.
- **Baladehi M et al., (2013)–** Pollen morphology of kanian species of Anemone L. & Pulsatilla Mill. (Rutaceae) and its implications, Acta Botanica Gallica: Botany Letters, Vol. 160. No. 1. pp. 19-26.
- **Barrie E., Juniper F. ET Mabberley D. J., (2006)-** The story of the apple. Ed : Timber Press, Paris. 289 p.
- **Bastin B., Desloover J.R., Evard C., Moens P., (1993)-** flore de la Belgique. 5Ed, 395 P.
- **Belhacini F, (2017)-** Botanique Ed : FVW, P18
- **Bellakhdar J, (1997)-** la pharmacopée Marocaine traditionnelle. Médecine arabe ancienne et savoirs populaires. Ibis press. Paris, (1997).

Références bibliographiques

- **Benachour K, (2008)**- Diversité et activité pollinisatrice des abeilles (hymenoptera apoïdea) sur les plantes cultivées. Thèse de doctorat. Spécialité : Entomologie appliquée. Université Mentouri de Constantine. 29 p.
- **Bencherchar I, (2018)**-Recherche et détermination structural des métabolites secondaire de deux espèces appartenant à la famille Fabacées : lotus roudairei et Genista ferox – Evaluation de l’activité biologique, wilaya de Constantine 1. Département de chimie, université Frères Mentouri – Constantine 1, 267P.
- **Berkane M, (2017)**- Etude Bibliographique Sur L’aubépine : Crataegus Laevigata Poir (Dc) (Syn: Crataegus Oxyacantha L). Département de Pharmacie. Faculté de médecine. Tlemcen. Alger. p45-47-50.
- **Bernier G, (1988)**- The control of floral evocation and morphogenesis. Ann. Rev. Plant Physiol. Mol. Biol. 39, 175–219.
- **Biri M, (2002)**- Le grand livre d’abeilles, Cours d’apiculture moderne, Edition de VECCHI S.A. 75002 Paris.
- **Blanc M, (2010)**- Propriétés et usage médical des produits de la ruche. [Thèse]. Université de Limoges. France.
- **Bogdanov S, (2014)**- Pollen : production nutrition and health: à review. Bee product science
- **Bottin B.G., (2012)**- Structure des plantes.2Ed : Quae, 288 p.
- **Buban T. & Faust M., (1982)**- Flower bud induction in apple trees. Internal control and differentiation. Hort. Rev. 4, 174

- e -

- **Callen G, (2010)**- Conservation des ressources génétiques végétales. Programme pluriformation regroupant le service des cultures et de laboratoire de palynologie, Paris, 25 p.
- **Callen G, (2010)**- Conservation des ressources génétiques végétales. Programme pluriformation regroupant le service des cultures et de laboratoire de palynologie, Paris, 25 p.
- **Campos M.G.R.,Frigerio C., Lopes J et Bogdanov S., (2010)**- What is The future of Bee pollen.journal of apiproduct and apimedical science,2(4):131-144.
- **Carpes S T.,Beghini R.,Mtias de alencarS et Lucia Massen M., (2007)**- Study of preparation of bee pollen extract,antioxidant and antibacterial activity.Ciênc.Agrotec.Lavras ,31:1816 1825.

Références bibliographiques

- **Campos R., Bogdanov S., Almeida-Muradian L.B., Szczesna T., Mencebo Y., Frigerio C. et Ferreira F. (2008)**- Pollen composition and standardisation of analytical methods. *Journal of Apiculture Research* 47. Pp 156 -163.
- **CHAAIB KOURI F., (2004)**- Investigation phytochimique d'une brosse à dent africaine *Zanthoxylum zanthoxyloides* (Lam.) Zepernick et Timler (Syn. *Fagara zanthoxyloides* L.) (Rutaceae). Thèse de doctorat. Université de Lausanne. France, 200 p
- **Chafai-Ketfi L., Azzouz F., Salemkour N. et Boughediri L. (2009)**- Contenu pollinique de l'atmosphère de deux régions de Nord –Est Algérien : El-Hadjar (W. Annaba) et Dréan (W. El-Tarf). *Rev. Synth.*, 20: 31-39
- **Chantal K, (2001)**- La reproduction des Angiospermes. 2^{Ed} : Belin, Paris, 215 P.
- **Chapel H., Haeney M., Misbah S. ET Snowden N. (2004)**- Immunologie clinique : De la théorie à la pratique, avec cas cliniques. Ed. De Boeck. Bruxelles. 372p
- **Chauzat D, (2005)**- L'importance du pollen pour l'abeille domestique. *Bult. Technology.*
- **Clement H, (2002)**- Le traité Rustica de l'apiculture .Edition Rustica .Paris .Pp 527 ; 554.
- **Crémer S. et Knoden D., (2014)**- Introduction à la reconnaissance des légumineuses. 6 p.

- *D* -

- **Dancy A, (2015)**- Le Tao du pollen & L'Art des aiguilles et du Feu. Centre Imhotep. pp 42.
- **Darrigol J-L., (2007)**- APITHERAPIE MIEL POLLEN PROPOLIS GELEE ROYALE. Dangles Editions B. P. 44-53960 BONCHAMP-LES-LAVAL, p270.
- **DEL FUEYO G. M., ARCHANGELSKY S. ARCHANGELSKY A. (2012)**- An ultrastructurale study of The araucarian pollen grain *cycluphaera radiata* Archangelsky from the Albian of Patagonia original Reszarch Article Review of palaeobotanique and palynology, volume 173,1 April 2012, page 57-65.
- **Derksen, J. and Pierson, J. (2008)**- Pollen. Retrieved June 27, 2008 from <http://www.vcbio.science.ru.nl/en/virtuallessons/pollenintro/>
- **Demers I. et Env M., (2013)**- État de connaissance sur le pollen et les allergies. Institut national de santé public du Québec.
- **Donadiou Y, (1983)**- Le pollen : thérapeutique naturelle. Edition Maloine S.A ; 6^{ème} Ed. Paris. ISBN2-224-00873-2.

Références bibliographiques

- **Donadieu Y, (2004)-** Le pollen, Les thérapeutiques naturelles. Ed Maloine. P28.
- **Dragan M, (2016)-** investigation of pollen morphological characteristics in some quince (*Cydonia oblonga* Mill.) cultivars. ResearchGate, 10.3906 /tar-1511-76.
- **Dupont F et Guignard J-L., (2012)-** BOTANIQUE LES FAMILLES DES PLANTES. 15^e édition 62, rue Camille-Desmoulins 92442 Lissy-Moulineaux Cedex, p284.

- E -

- **Erdtman G, (1952)-** Pollen morphology and plant taxonomy, Angiosperms. Edt. Almqvist and Wiksell Stockholm, 539pp.

- F -

- **Fanali C, Dugo L ET Rocco A., (2013)-** « Nano-Liquid Chromatography in Nutraceutical Analysis: Determination of Polyphenols in Bee Pollen », Journal of Chromatography. A 1313 (25 octobre 2013) : 270- 74, doi:10.1016/j.chroma.2013.06.055.
- **Flavien D, (2011)-** Étude des mécanismes d'adhésion des tubes polliniques d'*Arabidopsis thaliana* par une approche de génétique chimique, thèse de doctorat, Biologie Intégrative, université de Rouen, 172 p.
- **Francis K.E., Lam S.Y., Copenhaver G.P., (2006)-** Separation of *Arabidopsis* pollen tetrads is regulated by quarter 1, a pectin méthylestérases gene. vol 142, Isu 4, 1013p.

- G -

- **Gaillard, (1981)-** LES ABEILLES GUIDE PRATIQUE DE L'APICULTEUR AMATEUR. Edition Solarama Achevé d'imprimer sur les presses de l'imprimerie nouvelle lescaret, à paris, p63.
- **Gh. KIARED (OULD-AMARA), (2015)-** Département de Pharmacie d'Alger, laboratoire de matière médicale
- **Singh et Gurjaran., (2004)-** systématique d'usine : une approche intégrée. Enfield, New Hampshire : éditeurs de la science.pp.438-440-ISBN 1-57808-342-7.
- **Gharbi M, (2011)-** Les produits de la ruche : Origine – Fonction naturelle – composition propriétés thérapeutiques Apithérapie et perspectives d'emploi en médecine vétérinaire. Thèse de doctorat en Médecine-pharmacie, Université Claude-Bernard- Lyon I, pp.221.

Références bibliographiques

- **Gharbi M, (2011)-** Les produits de la ruche : Origine – Fonction naturelle – composition propriétés thérapeutiques Apithérapie et perspectives d’emploi en médecine vétérinaire.
- **Girard M, (2014)-** Agr. M.Sc, la méliissopalynologie, l’étude des pollens dans le miel, Diners botaniques
- **GOUT J et JARDEL G. (1998)-** le monde du miel et des abeilles .Delachaux et Niest,paris .
- **Gurcharan S., 2004-** Plant Systematic: an Integrated Approach, Science Publishers, p 419.
- **Guy Deysson., (1979)-** organisation et classification des plantes vasculaires. Tome(2), deuxième partie systématique ; SEDES, paris 1979. pp. 326-329-331.

- H -

- **Hesse M., Halbritter H., Zetter R., Weber M., Buchner R., Frosch-Radivo A. et Ulrich S. (2009)-** Pollen Terminology. Ed. Springer. Vienna. 266p
- **Hopkins W.G., (2003)-** Physiologie végétale. 2Ed : de boeck, Paris, 514 p.
- **HUBERRSAN J, (2001)-** l’analyse pollinique des miels par l’amateur, Galerie Apiculture virtuelle.

- I -

- **Jean- Claude laberche., (1999)-** biologie végétale 2eme edition Dunod, paris, (1999), 2004-55, 56,57.
- **Jocelyne R, (2007)-** Les plantes comprennent la diversité du monde végétale, P74.

- K -

- **Khitri W, (2021)-** LES INFLORESCENCES. Module : Biologie végétale, UNIVERSITE ORAN 1, FACULTE DE MEDECINE, DEPARTEMENT DE PHARMACIE.
- **Krell R, (1996)-** Value- added products from beekeeping: F.A.O, Agricultural service bulletin N°124. Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome. The chief Editor. 156p.

- L -

Références bibliographiques

- **LAAIDI K et LAAIDI BESANCENOT J.P. (1997)**- pollens, pollinoses et métrologie. La météorologie 8e série N°20.
- **Laallam H, (2018)**- Etude méliissopalynologique, physicochimique et antibactérienne de quelques échantillons de miels du sud algérien. Thèse Doc. Université Kasdi Merbah Ouargla.
- **Laberche J.C., (2004)**- Biologie végétale. 2Ed: Dunod, Paris, 270p.

- M -

- **Ma H, (2005)**- Molecular genetic analyses of microsporogenesis and microgametogenesis in flowering plants. Annu Rev Plant Biol. Volume 56, 393.
- **Maaoui M, (2014)**- Atlas Plantes Ornementales Des Ziban., Ed Crstra London 95p.
- **Massaux C, (2016)**- Pollens : une composition d'intérêt ! Abeille et cire n°174.29-30.
- **Melo et Almeida-Muradian., (2016)**- «Stability of antioxidants vitamins in bee pollen samples». Microbiological Sanitary Aspects of Pollen. Adv in Env Biol, 6(4): 1415-1420.
- **Moraes T. M., Kushima H., Moleiro F. C., Santos R. C., Rocha L. R. M., Marques M.O. et Hiruma- Lima C. A., (2009)**- Effects of limonene and essential oil from Citrus aurantium on gastric mucosa: role of prostaglandins and gastric mucus secretion. Chemico-Biological Interactions, volume 3, 499-505.
- **Morot-Gaudry J.F. & Prat R., (2012)**- Biologie végétale-croissance et développement. 2Ed: Dunod, Paris, 242 p.
- **Motyleva S., Brindza J., et kulikov L., (2017)**- the morphology of pollen grains of the somespeciesRosaceaejuss.familly.agrobiodiversity, 2585-8246.338-341.

- N -

- **Nair S, (2014)**- Identification des plantes mellifères et analyse physicochimique des miels Algériens
- **Nicola Bradbear., (2010)**- Le rôle des abeilles dans le développement rural. Manuel sur la récolte, la transformation et la commercialisation des produits et services dérivés des abeilles. 135p.
- **Nicolson S.W., (2011)** - Bee food: the chemistry and nutritional value of nectar, pollen and mixtures of the two, zoologie africaine.46 (2), 197-204.

Références bibliographiques

- O -

- **Ollerton J, (2021)**- Pollinators & Pollination: Nature and Society.
- **Ozenda P, (2000)**- Les végétaux, Organisation et diversité biologique. Ed : Dunod, Paris, 516p.

- P -

- **Parham P, 2003**- Le système immunitaire. Ed. De Boeck. Paris. 424p.
- **Pascoal A.,Rodrigeus S.,TeixiraA.,Feas X et Estevinho M L., (2014)**- Biological activities of commercial bee pollen : Antimicrobial, Antimutagenic, Antioxidant and Anti-inflammatory. Food and Chemical Toxicology, 63:233-239.
- **Pesson P. & Louveaux J., (2002)**- Pollinisation et production végétales. Ed : INRA, Paris, 398p
- **Phillipe Jean Marie., (1999)**- Le guide l'apiculture. Ed Edisud la calade.13090 Aix-en-Provence, pp. 209-228.
- **Pierre Vican et al., (2001)**- Larousse des plantes médicinales 2nd édition copyright © 1996,2001 Dorling Kindersley Limited, Londres: 246-85-190.
- **PROST J .P (2005)**- La vie sociale des abeilles. Traité rustica de l'apiculture. Pp : 54 ; 83.
- **PROST J .P (2005)**- La vie sociale des abeilles. Traité rustica de l'apiculture. Pp : 54 ; 83.

- R -

- **Reille M, (2012)**- Vocabulaire illustré : éléments de botanique descriptive des végétaux vasculaires. 314p.
- **Reille M., Pons, A., (1990)**- Leçons De Palynologie Et D'analyse Pollinique. In Homrani M. 2020. Caractérisation physico-chimique, spectre pollinique et propriétés biologiques de miels algériens crus de différentes origines florales. Thèse Doc. Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem.15p.
- **Renault- Miscovsky J., (2015)**- La biodiversité végétale Menagée, le pollen en témoin, Edition France 47, rue du docteur Fanton 13200 Ales.
- **Renault-Miskovsky J. Et Marguerie D., (1992)**- Evolution de la végétation sous l'impact humain en armorique, du néolithique aux périodes historiques. Quaternaire,

Références bibliographiques

3(3) : 154-155. In Laallam H .2018.Etude méliissopalynologique, physicochimique et antibactérienne de quelques échantillons de miels du sud algérien. Thèse Doc. Université Kasdi Merbah Ouargla.9p.

- **Roulston T. H. et Cane J.H., (2000)-** Pollen nutritional content and digestibility for animals, Plant Systematics and Evolution, v 222, pp 187-209, Doi: 10.1007/BF00984102.

- S -

- **Sassouid D, (2008)-** Botanique des spermaphytes, Ed : Bul, 5-19PP.
- **Sebaaoui Q, (2009)-** Le miel, la gelée royal, le pollen, Viulleneuve D'ASCQ.pp.1-32.
- **Seddiki H., Chaalal M., Stambouli I., (2013)-** Mila la wilaya. Spectaculaire chut de Tamda près Ahmed Rachedi. Rapport technique.Ed : Albayazin. 101p.
- **Sharma, O.P., (1993)-** Plant taxonomy. Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited, New Delhi. P- 482.
- **Simenel R., Adam A., Crousilles A., Amzil L., Et Aumeeruddythomas Y., (2015)-** La Domestication De L'abeille Par Le Territoire. In Laallam H .2018.Etude méliissopalynologique, physicochimique et antibactérienne de quelques échantillons de miels du sud algérien. Thèse Doc. Université Kasdi Merbah – Ouargla.6p.
- **Singh, Gurjaran (2004)-** systématique d'usine : une approche intégrée. Enfield, New Hampshire : éditeurs de la science.pp.438-440-ISBN 1-57808-342-7.
- **Sofiev M. et Bergmann K.C., (2013).** Allergenic Pollen. Ed. Springer. London. 252p
- **Somme L., Mayer C., Et Jacquemart, A. L., (2013)-** Impacts de la structure spatiale sur la pollinisation du comaret (Comarum Palustre L.).In Laallam H.2018.Etude méliissopalynologique, physicochimique et antibactérienne de quelques échantillons de miels du sud algérien. Thèse Doc. Université Kasdi Merbah-Ouargla.6p.
- **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.

- S -

- **Tabti M, (2020)-** La reproduction sexuée des Angiospermes, Appariel reproducteur des Angiospermes, 62-69 PP.
- **Twell D, (2011)-** Male gametogenesis and germline specification in flowering plants. Sex Plant Reprod 24:160 p.

Références bibliographiques

- V -

- **Vaissiere, (2006)**- Pollinisation apiculture. Pp: 365; 366.
- **Vaughn M. & Bryant F., (2008)**- Palynology: Pollen and spores. Texas A & M University, 84p.
- **Vincent A, (2013)**- des abeilles au jardin, Petit traité d'apiculture atypique à l'usage des amis des abeilles. 14p.

- X -

- **X-FEAS et al., (2012)**- « Organic Bee Pollen: Botanical Origin, Nutritional Value, Bioactive Compounds, Antioxidant Activity and Microbiological Quality », Molecules 17, no 7 (11 juillet 2012): 8359-77, doi: 10.3390/molecules17078359.
- **Xiang, Y. et al., (2016)**- Evolution of Rosaceae fruit types based on nuclear phylogeny in the context of geological times and genome duplication. Mol. Biol. Evol. 34(2) :262–281.

- Z -

- **Zeghad N, (2017)**-Morphologie des organes végétaux, Ed : Oxford, 7-12PP.

Sites web

- <http://m.pourcher.free.fr/files/BCPST/TP-Bota-presentation.pdf>
- <https://boowiki.info/art/rosaceae-2/rosaceae-3.html#goto-Christenhusz-Byng2016-2>
- https://fr.freepik.com/vecteurs-libre/schema-montrant-pollinisation-par-fleur-abeille_6052414.htm (2010-2023)
- <https://gifex.com/fr/fichier/quelles-sont-les-dairas-de-la-wilaya-de-mila/>
- <https://i.pinimg.com/564x/ea/05/b8/ea05b8c28bf706102e6ea2acb72870a5--flower-plants.jpg>
- <https://www.li-sci.com/2020/06/la-formation-du-grain-de-pollen.html>
- <https://www.bee-hexagon.net/Health/PollenBook2Review.pdf>
- <https://www.ihcplatform.net/camposjar2008.pdf>
- <https://www.vitamedz.com/fr/Algerie/mila-le-maire-de-ferdjioua-914077-Articles-0-18300-1.html>

Résumé

Les grains de pollen sont des organismes essentiels chez les végétaux. Notre étude est réalisée au laboratoire de recherche au Centre Universitaire Abdelhafid Boussouf-Mila.

Cette étude a pour principal objectif d'identification des caractéristiques physico-chimiques du pollen de 5 espèces des deux familles différentes.

Pour cela nous avons commencé par la collection des grains de pollen à partir des fleurs des espèces choisis : les Rosacées (cognassier et pommier) les Rutacées (Oranger, Citron et Bigaradier) et nous avons procédé à l'étude.

Elle se rapport particulièrement à l'étude de la morphologie floral et la forme, l'ornementation, l'odeur et l'aperture des grains de pollen.

Ensuite, L'étude physico-chimique du pollen en étudiant les différents paramètres : teneur en eau, ph, Teneur en phénols totaux, l'évaluation de la viabilité du pollen (la détermination du pourcentage de germination à 28 °c et la coloration d'Alexander).

L'observation microscopique des grains de pollen dégage : le pollen a une forme triangulaire avec, un exine psilate, il est tricolporé, chez les Rosacées, la forme de pollen est sphérique ou sub-sphérique, il est monocolé, l'exine est psilate ou gammete chez les Rutacées.

Les teneurs en eau sont très proches entre les espèces.

Les valeurs du pH des échantillons de pollen étudié sont variées entre 6 et 7.

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

الملخص

حبوب اللقاح هي عضويات أساسية عند النباتات، تتم دراستنا في مخبر البحث في المركز الجامعي عبد الحفيظ بوصوف ميلة. الهدف الرئيسي من هذه الدراسة هي تحديد الخصائص الفيزيائية والكيميائية لحبوب اللقاح ل 5 أنواع من عائلتين مختلفتين. لهذا بدأنا بجمع حبوب اللقاح من أزهار الأنواع المختارة: عائلة الوردية (التفاح والسفرجل) عائلة الحمضيات (البرتقال، الليمون والنارج).

تتعلق بشكل خاص بدراسة مورفولوجيا الأزهار وشكل حبوب اللقاح وزخرفتها ورائحتها وفتحاتها. ثم الدراسة الفيزيائية والكيميائية لحبوب اللقاح من خلال دراسة العوامل المختلفة: درجة الحموضة، المحتوى المائي، تحديد نسبة الإنبات عند 28 درجة مئوية، محتوى المركبات الفينولية الكلية وتقييم صلاحية حبوب اللقاح مع تلوين ألكسندر.

تكشف الملاحظة المجهرية لحبوب اللقاح عن: حبوب لقاح ذات شكل مثلثي وأملس وفتحة ثلاثية الزوايا في العائلة الوردية، شكل كروي وشبه كروي أملس وحيد الاطراف في العائلة الحمضية.

محتوى الماء متقارب جداً بين الأنواع.

تتراوح قيم درجة الحموضة لعينات حبوب اللقاح المدروسة بين 6 و7.

أخيراً، أظهرت نتائجنا أن تلوين ألكسندر ليس الطريقة الأكثر موثوقية لتقدير صلاحية حبوب اللقاح.

Abstract

Pollen grains are essential organisms in plants. Our study is carried out in the research laboratory at the Centre Universities Abdelhafid Boussouf-Mila.

The main objective of this study is to identify the physico-chemical characteristics of the pollen of 5 species of two different families.

For this purpose, we started by collecting pollen grains from the flowers of the selected species: Rosaceae (apple and quince) and Rutaceae (orange, lemon and sour orange) and we proceeded to the study.

It is particularly related to the study of the floral morphology and the shape, the ornamentation, the smell and the aperture of the pollen grains.

Then, the physico-chemical study of the pollen by studying the different parameters: pH, water content, determination of the percentage of germination at 28 °C, content of total phenolic compounds, and the evaluation of the viability of the pollen with the Alexander stain.

Microscopic observation of the pollen grains revealed: triangular pollen with psilate and three-furrow aperture in Rosaceae, spherical and sub-spherical, monocolpled and psilate and rangete in Rutaceae.

Water contents are very similar between species.

The pH values of the studied pollen samples varied between 6 and 7.

Finally, our results showed that Alexander staining is not the most reliable method to estimate pollen viability.

Annexes 01: Matériels, produits, appareils utilisés pour cette étude.

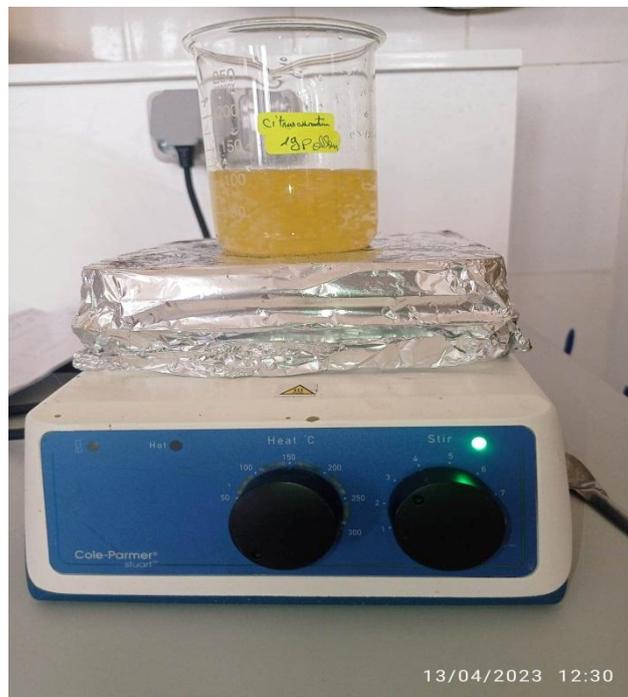
matériels	Produits	Appareil
<ul style="list-style-type: none"> - Lames et lamelles - Béchers - Les tubes - Pince fine - Mortier - Micropipette - Pipette - Passoire - Spatule - Papier filtre whatman N°4 - Balance - Boite de pétri 	<ul style="list-style-type: none"> - Eau distillé - Hexane - Graine de pollen - Méthanol - Folin-Ciocalteu - Carbonate sodium (Na₂CO₃) - Glycerol - Phenol - Basique de fuchsine - Eau d javèle - Acide lactique 	<ul style="list-style-type: none"> - Loupe binoculaire - Microscope optique - Étuve - Agitateur - PH mètre - Spectromètre - La hotte - Appareil photo



PH mètre



Spectrophotomètre



Agitateur

Année universitaire : 2022 – 2023

**Présenté par : BOUDJEMLINE Zina
GUECHI Fatima**

Thème :

Etude des caractéristiques physico-chimiques du pollen de quelques espèces importantes pour l'arboriculture fruitière à Mila

Mémoire de fin de cycle pour l'obtention du diplôme de Master en Biotechnologie Végétale

Résumé

Les grains de pollen sont des organismes essentiels chez les végétaux. Notre étude est réalisée au laboratoire de recherche au Centre Universitaire Abdelhafid Boussouf-Mila.

Cette étude a pour principal objectif d'identification des caractéristiques physico-chimiques du pollen de 5 espèces des deux familles différentes.

Pour cela nous avons commencé par la collection des grains de pollen à partir des fleurs des espèces choisies : les Rosacées (cognassier et pommier) les Rutacées (Oranger, Citron et Bigradier) et nous avons procédé à l'étude.

Elle se rapporte particulièrement à l'étude de la morphologie florale et la forme, l'ornementation, l'odeur et l'aperture des grains de pollen.

Ensuite, l'étude physico-chimique du pollen en étudiant les différents paramètres : teneur en eau, pH, Teneur en phénols totaux, l'évaluation de la viabilité du pollen (la détermination du pourcentage de germination à 28 °C et la coloration d'Alexander).

L'observation microscopique des grains de pollen dégage : le pollen a une forme triangulaire avec, un exine psilate, il est tricolporé, chez les Rosacées, la forme de pollen est sphérique ou sub-sphérique, il est monocolé, l'exine est psilate ou gammète chez les Rutacées.

Les teneurs en eau sont très proches entre les espèces.

Les valeurs du pH des échantillons de pollen étudié sont variées entre 6 et 7.

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

Mots clés : Angiospermes, Rutacées, Rosacées, grains de pollen, fleur, analyse pollinique, analyse physico-chimique, viabilité de pollen.

Laboratoires de recherche : Laboratoire du Centre Universitaire Abd Elhafide Boussouf. Mila ;

Jury d'évaluation :

- **Président :** Dr. TORCHE Y. **Grade :** MCB Centre Universitaire de Mila
- **Examinatrice :** Dr. HIMOUR S. **Grade :** MCB Centre Universitaire de Mila
- **Promotrice :** Dr. BOUSMID A. **Grade :** MCB Centre Universitaire de Mila

Date de soutenance : 24/06/2023