



Université Mohamed Khider de Biskra  
Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie  
Département des Sciences Agronomiques

## MÉMOIRE DE MASTER

Science de la Nature et de la Vie  
Sciences Agronomiques  
Qualité et métrologie appliquées à l'agronomie

---

Présenté et soutenu par :

**Bahaz Mohamed Issam Eddine**

### **Qualité biochimique de quelques pollinisateurs mâle du palmier dattier (*Phoenix dactylifera L*) dans les région des Ziban**

---

#### **Jury :**

Mme. Guergueb N.

Dr Université de Biskra

Présidente

Mme. Boukhalfa Hassina Hafida

Pr Université de Biskra

Promoteur

M. Sayah N.

MAA Université de Biskra

Examineur

Mme. Benouamane Ourida

Dr Université de Biskra

Co- encadrant

Année universitaire : 2023-2024

## Remerciement

*En préambule à ce mémoire, je tiens à remercier le bon Dieu Tout Puissant de m'avoir offert l'opportunité de franchir ce stade de savoir, et de m'avoir donné le courage et la patience de réaliser ce modeste travail.*

*Je tiens à remercier à ma **Encadrante Pr. BOUKHALFA Hassina Hafida** pour ses conseils éclairés et son soutien constant tout au long de cette expérience je vous remercie également pour votre patience et votre bienveillance.*

*Je tiens à remercier **ma Co-Encadrante Dr. BENOUMENE Ourida**, pour la confiance qu'elle a bien voulu m'accorder en acceptant pour accomplir cet humble travail.*

*Mes remerciements également à **Dr. BOUZIDI Narimene Dr. AXAA Abd El Rahman** pour ses judicieux conseils, ses orientations pour la réalisation de ce travail. Un très précieux merci à vous pour votre participation avec moi au travail quotidien du laboratoire, j'apprécie profondément votre soutien tout au long de mes études.*

*Je ne manquerai pas non plus de dire un grand merci aux membres du jury qui ont bien voulu accepter d'évaluer mon travail J'adresse aussi mes sincères remerciements les enseignants qui m'ont éduqué et formé depuis mes premiers pas à l'école primaire jusqu'à ce jour de soutenance.*

## *Dédicace*

*Je dédie ce fruit de mes années d'études les plus chère au monde à :*

*A la personne la plus chère pour moi dans se monde ma mère qui est  
la fleur de ma vie, le symbole de l'amour et la tendresse qui s'es  
sacrifier pour mon bonheur et ma réussite.*

*A mon père qui a fais de moi, ce que je suis aujourd'hui.*

*A mes frère : « Nassim, Farouk »*

*A mes sœurs : « Nisrin, Djihan »*

*A ma sœur « Hafssa »*

*Pour mes amis: « Aymen , Leghrab, Rami, Ziyad, Ahmed , Mohamed  
, Youcef, Loka , Redouane »*

*À mes collègues à l'université : « Maroua, Nadher, Moussa, Houcine »*

*Et à tous ceux qui m'ont aidé et consulté ce travail modeste.*

*Merci à vous tous, je vous aime tous.*

## Liste des abréviations

**C°** : Degré Celsius

**H** : heure

**Ca<sup>2+</sup>** : Calcium

**Mg<sup>2+</sup>** : Magnésium

**TH** : dureté totale

**Méq** : milléquivalents

**PH** : Potentiel hydrogène

**EDTA** : éthylènediaminetétraacétique

**(v-v)** : volume équivalent

**µl** : microlitre

**ml** : millilitre

**mg** ; milligramme

**ED** : eau distillée

**EAG** : équivalent d'acide gallique

**g** : gramme

**EXT** : extrait

**MS** : matière sèche

**EQ** : équivalent de quercétine

**min** : minute

**nm** : Nanomètre

**T** : Température

**AlCl<sub>3</sub>** : trichlorure d'aluminium

**OH** : groupe hydroxyle

**DPPH** : 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle

**C<sub>2</sub>** : concentration finale

**mM** : millimole

**IC<sub>50</sub>** : concentration inhibitrice 50%

**DNS** : acide dinitro-3,5 salicyque

**N** : Normalité

**HM** : Hamraya

**BH** : Bouhlassa

## Liste des figures :

<b>Figure 01</b> : Carte géographique de la commune de El Outaya.....	05
<b>Figure 02</b> : Photos de variété de Hamray (HM).....	06
<b>Figure 03</b> : Photos de variété de Bouhlase (BH).....	06
<b>Figure 04</b> : Photos de la détermination du taux d'humidité.....	08
<b>Figure 05</b> : les étapes de la détermination de la teneur en cendres.....	10
<b>Figure 07</b> : photos des étapes de dosage la dureté totale (TH).....	13
<b>Figure n°8</b> : illustration des résultats pour les Tanins.....	34
<b>Figure n°9</b> : illustration des résultats pour les Anthraquinones.....	35
<b>Figure n° 10</b> : illustration des résultats pour les Quinones.....	36
<b>Figure n° 11</b> : illustration des résultats pour le criblage des terpenoïdes.....	37
<b>Figure n°12</b> : illustration des résultats pour le test de Liberman.....	38
<b>Figure n° 13</b> : illustration des résultats pour le criblage des stérols insaturés.....	39
<b>Figure n°14</b> : illustration des résultats pour les Saponines.....	40

## Liste de Schémas :

<b>Schéma n°1</b> : Protocole de dosage de polyphénols totaux.....	15
<b>Schéma n°2</b> : Protocole de dosage des flavonoïdes.....	16
<b>Schéma n°3</b> : Protocole de dosage d'activité antioxydant DPPH.....	18
<b>Schéma n°4</b> : Protocole expérimental pour le dosage de l'acidité titrable.....	20
<b>Schéma n°5</b> : Protocole expérimental pour le dosage des lipides.....	21
<b>Schémas n°6</b> : Protocole de dosage des sucres réducteurs.....	23
<b>Schémas n°7</b> : Protocole de dosage des sucres totaux.....	25

## Liste de tableau :

<b>Tableau n°1</b> : Gamme étalon de l'acide gallique pour le dosage des polyphénols totaux.....	15
<b>Tableau n°2</b> : Gamme étalon de la quercétine pour le dosage des flavonoides totaux.....	16
<b>Tableau n°3</b> : Les différentes concentrations des extraits de pollen.....	17
<b>Tableau n°4</b> : Gamme étalon de glucose pour le dosage des sucres réducteurs.....	22
<b>Tableau n°5</b> : Gamme étalon de glucose pour le dosage des sucres totaux.....	24
<b>Tableau n°6</b> : synthèse de l'analyse de la variance entre les paramètres physico-chimiques-variétés.....	30
<b>Tableau n°7</b> : synthèse de l'analyse de la variance entre les paramètres phyto-chimiques-variétés.....	32
<b>Tableau n°8</b> : résultats des tests screening phyto-chimique.....	33
<b>Tableau n°9</b> : Résultats de test de saponines (indice de mousse) (mm).....	34
<b>Tableau n°10</b> : Les paramètres morphologiques des spathes de différentes variétés étudiée...	41
<b>Tableau n°11</b> : synthèse de l'analyse de la variance du Test de viabilité du pollen frais et conservé.....	42

## **Table des matières :**

Liste des abréviations

Liste des figures.

Liste des tableaux.

Sommaire.

Introduction générale

### **Chapitre I : Matériels et méthodes**

<b>1.Provenance des échantillons .....</b>	<b>05</b>
<b>2.Matériel vegetal.....</b>	<b>06</b>
<b>3.Étapes de travail .....</b>	<b>07</b>
<b>3.1. Détermination de la teneur d'eau (H%) .....</b>	<b>07</b>
<b>3.2. Détermination de la teneur des cendres (%) .....</b>	<b>8</b>
<b>3.3. Analyse des éléments minéraux .....</b>	<b>11</b>
<b>3.4. Dosage des polyphénols totaux de pollen .....</b>	<b>14</b>
<b>3.5. Dosage des flavonoïdes .....</b>	<b>15</b>
<b>3.6. Évaluation de l'activité antioxydante de pollen .....</b>	<b>18</b>
<b>3.7. Détermination de l'acidité titrable .....</b>	<b>20</b>
<b>3.8. Détermination de Matière grasse (%).....</b>	<b>21</b>
<b>3.9. Extraction des sucres réducteurs à partir du pollen .....</b>	<b>23</b>
<b>3.10. Dosage des sucres totaux .....</b>	<b>25</b>
<b>3.11. Screening phytochimique .....</b>	<b>27</b>
<b>3.12. Test de viabilité au Bleu de méthyle pour le pollen de palmier dattier.....</b>	<b>28</b>
<b>3.13. Le test de germination in vitro du pollen.....</b>	<b>28</b>

### **Chapitre II : Résultats et discussion**

<b>1.Résultats des propriétés chimiques et physiques.....</b>	<b>30</b>
<b>1.2.La teneur de cendre .....</b>	<b>31</b>



1.3.La teneur de matière grasse.....	32
1.4.L'acidité titrable .....	32
1.5.Les éléments minéraux .....	32
1.6.Les sucres totaux .....	32
1.7.Sucres réducteurs .....	32
1.8.L'analyse de la variance .....	32
A.La teneur de composés polyphénols totaux .....	32
B.La teneur de composés flavonoïdes.....	33.
C.la teneur de de composés DPPH.....	33
1.9. Screening phytochimique.....	33
2.Analyse des paramètres morphologiques .....	34
2.2.Longueur de spathes.....	34
2.3.Largeur de spathes .....	34
2.4.Les paramètres d'épillets .....	34
Discussion.....	42
Conclusion.....	45
Références Bibliographiques .....	47
Abstract	

# **INTRODUCTION GENERALE**

# Introduction

---

---

## Introduction

Le palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) joue un rôle écologique indéniable en limitant la progression des espaces steppiques et l'ensablement des terres agricoles, il crée un microclimat favorable au développement de cultures sous-jacentes et constitue l'axe principal de l'agriculture dans les régions désertiques, assurant la principale ressource vivrière et financière des populations oasiennes (Toren, 1967). C'est une culture d'une importance économique majeure dans les régions arides, en particulier dans la région de Biskra en Algérie (Baba et al., 2022).

Cette wilaya compte environ 4,5 millions de pieds et permet la subsistance d'un demi-million de personnes dans des zones à climat difficile. La production annuelle de dattes a été estimée d'environ 95000 tonnes, dont 78000 ton sont consommées localement (Babahani et al., 2020).

L'espèce est dioïque, d'où la nécessité d'une pollinisation croisée à l'aide d'une poudre fine connue sous le nom de pollen (Sebii et al., 2016) où il joue un rôle crucial pour la durabilité de la culture du palmier dattier. Un pollen de bonne qualité est, caractérisé par un fort pouvoir germinatif (plus de 50%) selon Boughdiri (1991) et une bonne aptitude à la fécondation, il est primordial pour assurer une production optimale de dattes. Plusieurs facteurs influencent la qualité du pollen, tels que la variété du palmier dattier, les conditions environnementales comme la température et l'humidité qui sont des paramètres clés déterminant la longévité du pollen stocké, ainsi que les pratiques culturelles incluant les méthodes de récolte et de conservation du pollen.

En optimisant ces différents facteurs, il est possible de maintenir une proportion élevée de grains de pollen viables et de préserver la diversité génétique de la population d'origine. Cette approche garantit une pollinisation efficace et une production fruitière durable pour la culture du palmier dattier (Halimi, 2004).

Les travaux les plus importants sur le pollen et sa qualité abordent plusieurs aspects de ce composant essentiel à la reproduction des plantes. Certaines recherches soulignent l'importance du pollen frais dans l'alimentation, notamment pour les femmes enceintes, les personnes âgées, les sportifs et ceux souffrant de fatigue ou de certaines pathologies comme l'anémie ou l'asthénie (Delmotte, 2009).

## Introduction

---

---

Sur la base d'une étude de (Hassan, 2011), sur les formulations chimiques et nutritionnelles du pollen de palmier dattier, les résultats ont présentés que, les grains de pollen de palmier sont une bonne source nutritionnelle économique qui peut être utilisée comme compléments alimentaires humains.

Un article de (Bentrad et al , (2017) a également montré que les composés bioactifs du les pollens palmier dattier provenant des cultivars Deglet Nour de Tolga, région de Biskra, Takerbucht (TK) d'Adrar , Bent Kbala de Metlili, région de Ghardaia contient une grande quantité d'acides palmitiques (22,27 %), linoléiques (33,4 %) et linoléiques (17,055 %). De plus, la plus grande zone d'inhibition est obtenue avec l'extrait organique de Deglet Nour qui a montré une forte activité antibactérienne contre *Escherichia coli* et l'extrait de pollen a également montré une forte inhibition contre *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *S. aureus* MRSA et *Enterococcus faecalis*. Les extraits aqueux de graines de palmier dattier et de pollen semblent avoir une activité fongitoxique, et que composés bioactifs peuvent être utilisés pour le développement de médicaments et dans l'industrie alimentaire.

Selon (Bahmanpour et al, 2006), Une étude a été menée sur l'impact du pollen de palmier dattier venant de l'Iran sur le système reproducteur d'un échantillon de souris mâles adultes et cette étude a montré que le pollen de palmier dattier semble guérir l'infertilité masculine en améliorant la qualité des paramètres de sperme.

Le pollen joue aussi, un rôle crucial comme ressource alimentaire pour les abeilles, mais il a été montré que les pollens de plantes issues de semences enrobées contiennent des résidus de pesticides, nécessitant une surveillance accrue lors de la récolte et de la conservation du pollen (Baba et al., 2022). Concernant le palmier dattier, une étude a examiné l'influence des différents modes de conservation sur la viabilité des grains de pollen, révélant que le pollen frais et congelé sont plus viables que ceux conservés à température ambiante ou au réfrigérateur d'après Halimi (2004), Ces résultats soulignent l'importance de la viabilité du pollen pour la réussite de la pollinisation chez cette espèce.

D'autres études se sont penchées sur la durée de vie du pollen, comme celle du pollen de colza qui montre que sa longévité dépend de facteurs tels que la température et l'humidité (Downie, 2009).

## Introduction

---

---

Les résultats obtenus par (Hassani, 2017), ont montré que les valeurs de la composition chimique immédiate des grains de pollen de palmier d’Egypte variété de El-Hayani, humidité (28,80 %), cendres (4,57 %), fibres brutes (1,37 %), matières grasses brutes (20,74 %), protéines brutes (31,11 %) et glucides (13,41 %). Ils contenaient une quantité logique de vitamines A, E et C. Ils sont une bonne source de minéraux tels que B, Zn, Se, Fe, Mo, Cu, Mn, Co et Ni. La leucine et la lysine (3,34 et 2,95 g/100 g de poids sec, respectivement) étaient les principaux constituants des acides aminés essentiels. Les acides gras prédominants des grains de pollen de palmiste étaient les acides palmitique (C16:0), linoléique (C18:2) et myristique (C14:0).

D'après (Daoud et al., 2019) ;(karra et al., 2020), Les résultats indiquent clairement que tous les extraits pollen de palmier dattier collecté auprès de cultivars tunisiens de Kerkennah (DPP-K) et de Tozeur (DPP-T) utiliser divers solvants, dont l’hexane, le chloroforme, l’acétate d’éthyle, l’acétone, l’éthanol et l’eau. Testés présentaient des teneurs importantes en phénols et en flavonoïdes et présentaient de bonnes activités antioxydantes et antibactériennes. Ils sont un bon inhibiteur potentiel de la croissance microbienne et pourraient être un choix thérapeutique très efficace pour les infections humaines et végétales.

Dans ce contexte, et afin de lever l’ambiguïté sur cet aspect, nous nous sommes intéressés à étudier en premier lieu la diversité génétique du palmier dattier en se basant sur l’étude de la morphologie des spathes moyennant les paramètres de IPGRI (2005) ainsi que la viabilité des grains de pollen par le test de germination et de coloration, et d’examiner la différence entre les grains frais et conservés au congélateur de deux pollinisateurs de palmier cultivé dans la wilaya de Biskra, en deuxième lieu les propriétés physico-chimiques (l’humidité, l’acidité titrable et la matière grasse) et biochimique (sucres réducteurs et sucres totaux). D’étudier profil des éléments minéraux, en troisième lieu, une analyse phyto-chimiques a été réalisée en quantifiant (la teneur en polyphénols, la teneur en flavonoïdes, et évaluant l’activité antioxydante en utilisant la méthode de piégeage des radicaux libres DPPH, le screening phytochimiques).

Notre manuscrit est organisé selon la structure IMReD :

- Une introduction générale qui met en évidence les objectifs de travail.
- Un premier chapitre consacré à la méthodologie de travail, qui présente le matériel végétal étudiés, et les différents méthodes et équipements utilisés pour déterminer la morphologie (la

## Introduction

---

---

longueur, la largeur de spathes et le poids de spathes, la longueur et le nombre de fleurs / épillets, le pourcentage de germination et nombre d'épillets /spathes.) et les caractéristiques physicochimiques, biochimique, phytochimiques depollen de deux variétés

-Un deuxième chapitre présente les résultats obtenus et leurs discussions en comparant les résultats de deux variétés de pollen.

-Une conclusion qui résume les principaux résultats.

# Chapitre I : Matériels et Méthodes

## Chapitre I : Matériels et méthodes

---

La réalisation de cette étude a été effectuée dans les laboratoires de recherche de la Division de Phoeniciculture, Biotechnologie et Valorisation des produits et sous-produits du palmier dattier au sein du Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions Arides (CRSTRA) Omar el Bernaoui à Biskra dans le but de compléter un Master en recherche scientifique. L'objectif de cette étude est d'analyser la qualité biochimique de deux pollinisateurs mâles du palmier dattier dans la région des Ziban en évaluant les composés biochimiques présents chez ces pollinisateurs et leur caractérisation morphologique de leurs spathes

### 1. Provenance des échantillons

Les échantillons de pollen ont été récoltés dans la commune de El Outaya- Biskra le mois de Février 2024, une région située dans la wilaya de Biskra en Algérie, est caractérisée par un climat désertique typique de la région. Les étés sont chauds et secs, avec des températures allant de 40°C à 45°C, tandis que les hivers sont doux, avec des températures entre 15°C et 28°C. Le climat de la région est influencé par le Sahara, ce qui se traduit par des conditions arides, avec une température moyenne annuelle d'environ 23°C et des précipitations moyennes de 195.9mm par an.(Assami et al.,2014).



**Figure 01** : Carte géographique de la commune de El Outaya



## 2. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé pour cette étude est composé de pollen collecté à partir des palmiers mâles "Dokkar" dans la Daïra El Outaya, en fonction de la disponibilité chez l'agriculteur de cette région. Pour cela, deux variétés de pollen, Bouhlase (BH) et Hamray (HM), ont été choisies, la collecte de matériel végétal a été effectuée en mois de Février 2024 .



Figure 02 : Photos de variété de Hamray (HM)



Figure 03 : Photos de variété de Bouhlase (BH)

### 3.Étapes de travail

#### 3.1. Détermination de la teneur d'eau (H%)

Le test d'humidité permet d'estimer la teneur en eau du pollen et de prédire sa résistance à la dégradation. (Lecheb,2010)

#### *Mode opératoire*

##### 1- Préparation des creusets

- Peser les creusets vides
- Tarer les creusets (remettre le poids à zéro) pour obtenir leur poids exact.
- Peser 1 gramme d'échantillon et le placer dans un creuset.
- Placer les creusets contenant les échantillons dans une étuve préchauffée à 60°C pendant 24h..
- Sortir les creusets de l'étuve et les laisser refroidir dans un dessiccateur pendant 10 minutes.
- Peser les creusets contenant les échantillons séchés.

La teneur en eau est égale à la perte de masse subie et calculée comme dans l'équation ci-dessous.

H%: humidité

$m_1$ : Masse de la matière fraîche + capsule (g)

$m_2$ : Masse de la matière sèche + capsule (g)

P: Masse de la prise d'essai en (g) (Boudarsa et Daoui,2021)

# Chapitre I : Matériels et méthodes

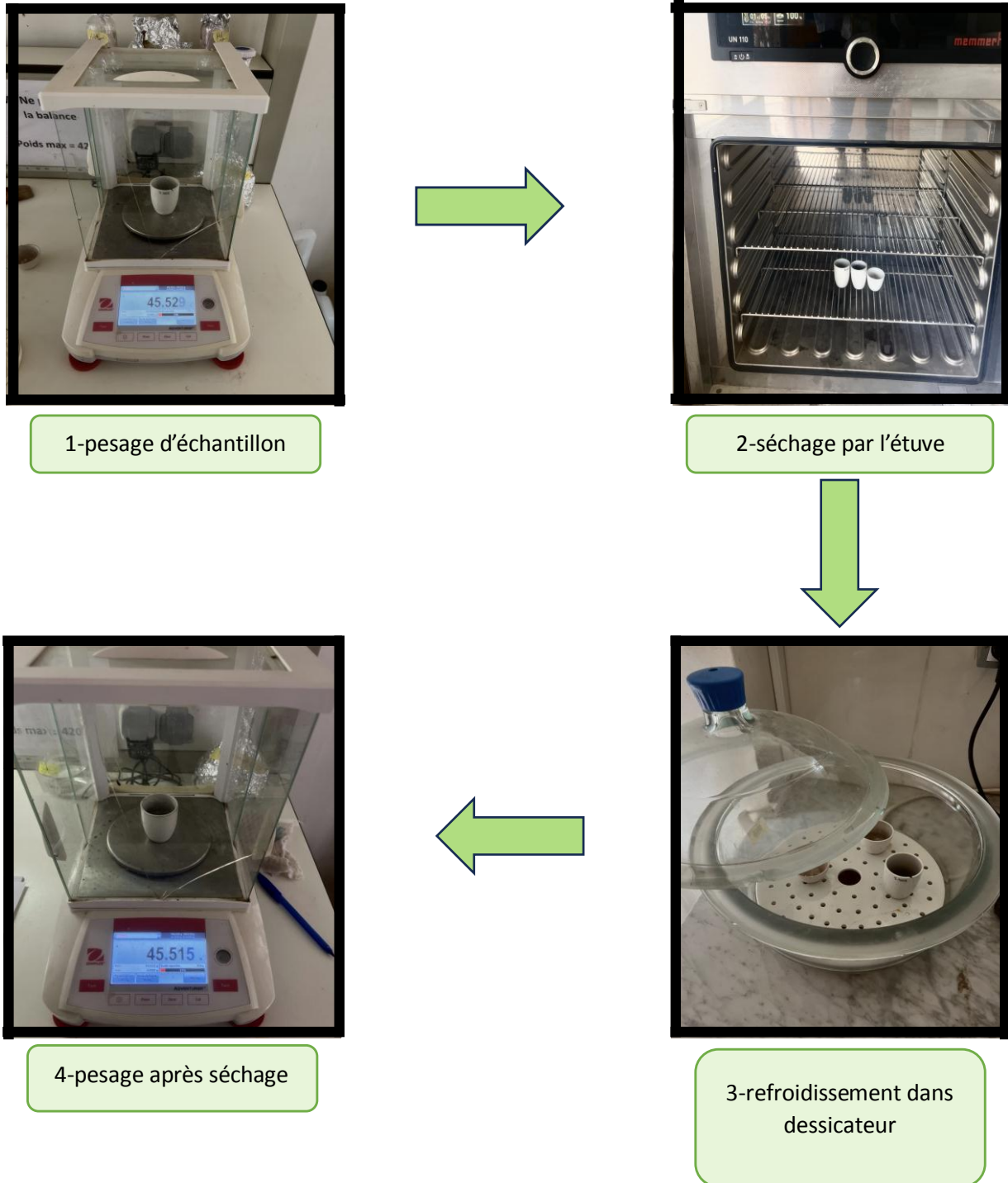


Figure 04 : Photos de la détermination du taux d'humidité

## 3.2. Détermination de la teneur des cendres (%)

### *Mode opératoire*

## Chapitre I : Matériels et méthodes

---

---

-les creuset contenant un 1 gramme de pollen séché à 60°C, sont placés dans un four à moufle à 600°C pendant 6 heures

-Sortir le creuset du four et le laisser refroidir dans un dessiccateur

Une fois refroidi, peser le creuset contenant la matière organique.

La teneur en cendres est calculée selon la formule suivante :

Teneur en cendres du pollen :

Formule :

Teneur en cendres (%) = 100 - Matière organique (%)

Où :

Matière organique (%) : Représentée par la variable MO% dans la formule initiale. Elle correspond à la fraction de l'échantillon qui n'est pas constituée de cendres.

Calcul de la matière organique (%) :

$m_1$ : Masse du creuset avec la prise d'essai (en grammes)

$m_2$ : Masse du creuset avec les cendres (en grammes)

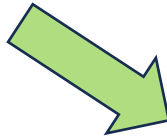
P: Masse de la prise d'essai (en grammes). (**Nehdi et al.,2010**)

On déduit donc le pourcentage en cendres :

$$Cendres \% = 100 - MO\%$$



1-incineration par four à moufle



2-refroidissement dans dessiccateur



3-pesage de cendre

**Figure 05** : les étapes de la détermination de la teneur en cendres

### 3.3. Analyse des éléments minéraux

#### Principe

Deux techniques principales sont couramment utilisées pour analyser les éléments minéraux dans le pollen de palmier dattier :

- Spectrophotométrie d'absorption atomique (SAA) : Cette technique permet de déterminer la concentration de divers éléments minéraux, tels que le sodium, le potassium, le calcium et le magnésium. Elle repose sur le principe de l'absorption de la lumière par les atomes des éléments lorsqu'ils sont exposés à une source lumineuse spécifique.

- Titration : Cette technique est utilisée pour déterminer la concentration de calcium et de magnésium. Elle repose sur la réaction entre les ions métalliques et un agent complexant, tel que l'EDTA (acide éthylènediaminetétraacétique). La quantité d'EDTA nécessaire pour complexer tous les ions métalliques est mesurée et utilisée pour calculer la concentration des éléments.

(Nehdi et al.,2010)

#### Préparation des extraits de cendres

Les cendres obtenues de chaque variété sont dissoutes dans 5 ml d'acide chlorhydrique pure dans des tubes à essai. Les tubes sont chauffés au bain-marie à 60°C pendant quelques minutes jusqu'à dissolution complète des cendres. Ensuite, 10 ml d'eau distillée sont ajoutés avec précaution.

Les solutions sont ensuite filtrées quantitativement à l'aide de papier Wattman, puis complété avec de l'eau distillée dans des fioles jaugées de 100 ml.

Ces solutions sont utilisées pour doser le sodium et le potassium par Spectrophotométrie d'Absorption Atomique, selon Bouhali et al. (2017), avec de légères modifications.

#### Analyse minérale du calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) et du magnésium ( $\text{Mg}^{2+}$ )

##### Méthode de titrage pour la dureté totale (TH)

1.   Pour chaque variété, prendre 50 ml de la solution de cendres préparée dans un erlenmeyer de 250 ml.
2. Ajouter 4 ml de solution tampon (pH = 10).
3.   Ajouter quelques gouttes d'indicateur NET
4.   Sous agitation, ajouter lentement l'EDTA (0,02 N) goutte à goutte jusqu'à ce que la couleur vire du violet et devienne bleue.

**La formule pour calculer la dureté totale (TH) en calcium et magnésium est**

## Chapitre I : Matériels et méthodes

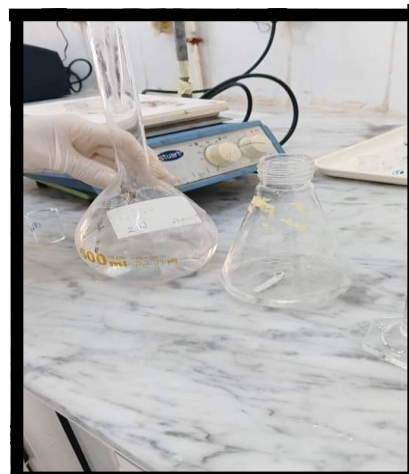
$TH = \frac{(VEDTA_{edta} \times NEDTA_{edta} \times 100)}{\text{volume de la prise d'essai en méq/litre}}$

### Méthode de titrage pour $Ca^{2+}$

1. Pour chaque variété, prendre un erlenmeyer de 250 ml et y verser 50 ml de la solution de cendres préparée.
2. Ajouter 2 ml de solution de NaOH (2N) et une pincée l'indicateur de couleur murexide.
3. Ajouter l'EDTA (0,02 N) goutte à goutte sous agitation jusqu'au changement de couleur de rose à violet.



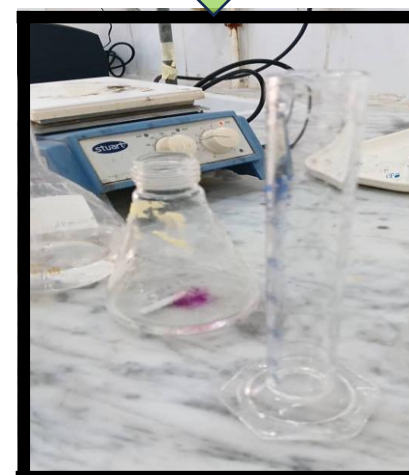
1-extrait des cendres



2-ajout (NaOH)



4-agitation et titrage avec  
(EDTA)



3-Ajout indicateur  
(murexide)

Figure 06 : photos des étapes de dosage de calcium

# Chapitre I : Matériels et méthodes

La formule pour calculer la concentration de  $\text{Ca}^{2+}$  est

$$\text{Ca}^{2+} = (\text{VEDTA}_{\text{edta}} \times \text{N}_{\text{edta}} \text{NEDTA} \times 100) / \text{volume de la prise d'essai en m}^3/\text{litre}$$

Calcul de la concentration de  $\text{Mg}^{2+}$

La concentration de  $\text{Mg}^{2+}$  est déterminée par la formule suivante :

$$\text{Mg}^{2+} = \text{TH} - \text{Ca}^{2+}$$



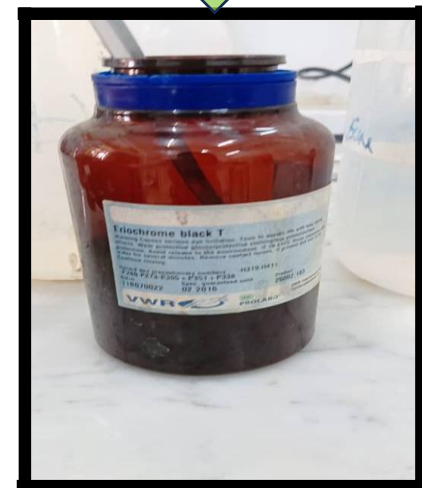
1-extrait des cendres



2-ajout (PH=10)



4-agitation et titrage avec (EDTA)



3-Ajout indicateur (Eriochrome black T)

Figure 07 : photos des étapes de dosage la dureté totale (TH)



### 3.4. Dosage des polyphénols totaux de pollen

#### Principe

Selon Teow et al (2007) Cette méthode colorimétrique quantifie les polyphénols totaux d'un échantillon. Elle repose sur la réaction entre les polyphénols et le réactif de Folin-Ciocalteu, produisant un complexe bleu mesuré à 750 nm. L'intensité de la couleur bleue est proportionnelle à la concentration en polyphénols.

#### Mode opératoire

Tableau n°1 : Gamme étalon de l'acide gallique pour le dosage des polyphénols totaux

tubes	blanc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Solution mère (1mg/ml) de l'acide gallique (µl)	0	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200
Eau distillée (µl)	200	180	160	140	120	100	80	60	40	20	0
C2	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1

#### Préparation de l'extrait

La méthode d'extraction utilisée est la macération, où on a préparé une solution mère à [50 mg/ml] en dissolvant 1 g de pollen dans 20 ml de solvants (Méthanol- eau distillée) (v-v) avec agitation 30 min, t on les mit en centrifugation à 4000 tr/ min pendant 7 min à température ambiante. Ensuite, on récupère le surnageant. On réalise 3 répétitions.

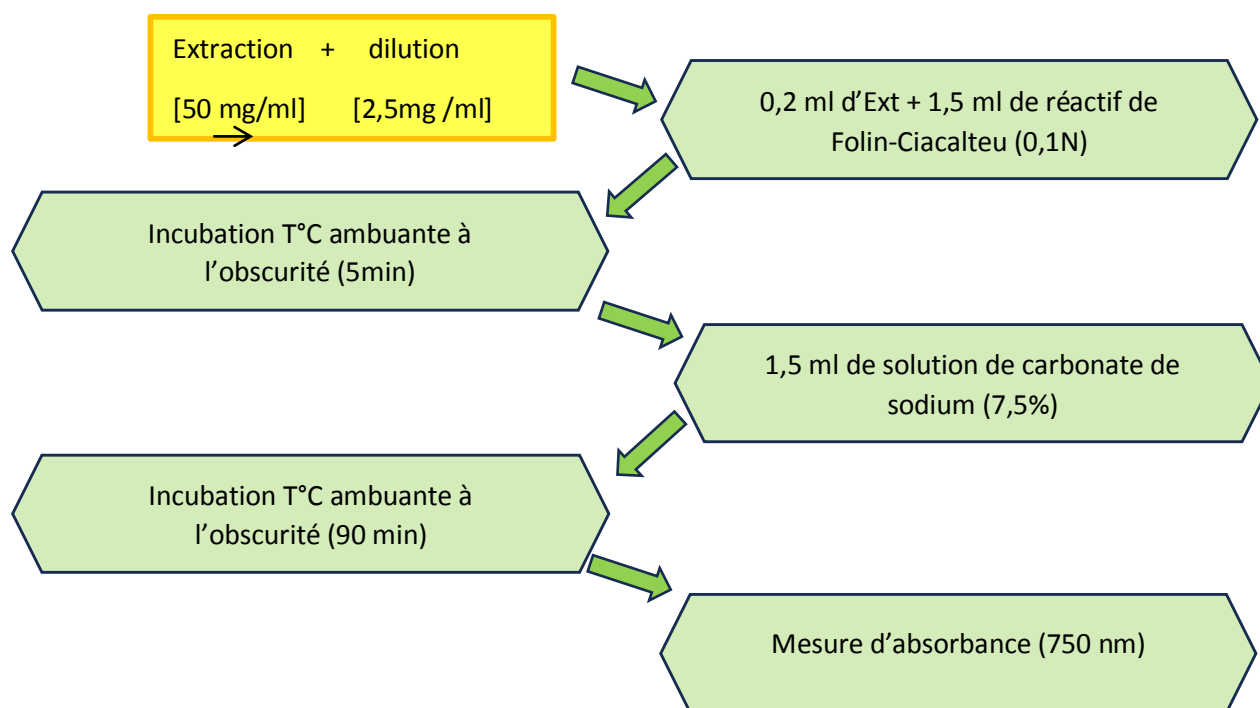
Enfin, on les conserve à +4 °C séparément dans des tubes à essai jaugées jusqu'à l'analyse

#### Dosage des polyphénols totaux

-Mélanger 0,2 mL d'extrait de pollen ou de solution d'acide gallique (étalon) avec 1,5 mL de réactif de Folin-Ciocalteu dilué (1/10), le mélange est incubé à température ambiante et à l'obscurité pendant 5 minutes, ajouter 1,5 mL de solution de bicarbonate de sodium à 7,5%, incuber le mélange à température ambiante et à l'obscurité pendant 90 minutes, mesurer l'absorbance du mélange à 750 nm.

Les résultats de la concentration en composés phénoliques totaux sont exprimés en équivalents d'acide gallique par gramme de matière sèche (EAG/g MS), en utilisant une courbe d'étalonnage de l'acide gallique comme référence pour la détermination.

## Chapitre I : Matériels et méthodes



**Schéma n°1** : Protocole de dosage de polyphénols totaux

### 3.5. Dosage des flavonoïdes

**Tableau n°2** : Gamme étalon de la quercétine pour le dosage des flavonoïdes totaux

tubes	blanc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Solution mère(0.05 mg /ml) de quercétine (ml)	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1	1.2	1.4	1.6	1.8	2
Eau distillée (ml)	2	1.8	1.6	1.4	1.2	1	0.8	0.6	0.4	0.2	0
C2	0	0.005	0.01	0.015	0.02	0.025	0.03	0.035	0.04	0.045	0.05

Mélanger 2 ml de chaque échantillon d'extrait avec 2 ml d'une solution d' $\text{AlCl}_3$  à 2% fraîchement préparée dans le méthanol, incuber le mélange pendant 10 minutes à température ambiante et à l'abri de la lumière.

Lire l'absorbance du mélange à 430 nm à l'aide d'un spectrophotomètre (Lekbir et al., 2015).

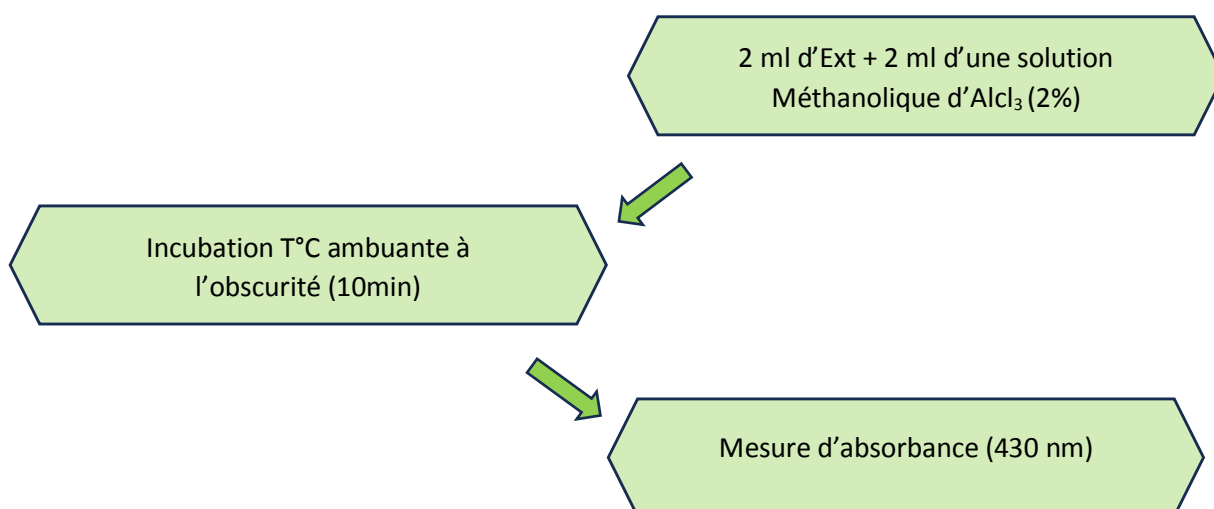
## Chapitre I : Matériels et méthodes

---

---

### Préparation de la gamme étalon

-Les résultats de la concentration des flavonoïdes de chaque échantillon sont exprimés en milligrammes d'équivalent quercétine par gramme de matière sèche (**mg EQ /g. MS**) en utilisant une courbe d'étalonnage de quercétine comme référence pour la détermination. (**Ben Abbes,2011**)



**Schéma n°2** : Protocole de dosage des flavonoïdes

### Évaluation de l'activité antioxydante de pollen

#### Évaluation par le radical libre diphényle-picryl-hydrazyle (DPPH)

Le DPPH est un radical stable, soluble dans du méthanol et éthanol avec une coloration violette qui présente une absorption à 517 nm. L'activité antioxydante DPPH est une méthode simple et courante pour mesurer la capacité d'un échantillon à neutraliser les radicaux libres. Elle repose sur la décoloration d'une solution de DPPH par les antioxydants présents dans l'échantillon. L'intensité de cette décoloration, mesurée par spectrophotométrie, permet de calculer l'activité antioxydante de l'échantillon. (**Thouri et al., 2017**)

#### Principe du test DPPH

## Chapitre I : Matériels et méthodes

Le test DPPH permet d'évaluer l'activité antioxydante d'un composé en mesurant sa capacité à réduire les radicaux libres DPPH. La décoloration de la solution, mesurée à 515 nm, est proportionnelle à l'activité antioxydante. C'est une méthode simple et rapide pour une évaluation préliminaire. (Lu et al., 2011)

### -Mode opératoire

**Tableau n °03** : Les différentes concentrations des extraits de pollen

Concentration de L'extrait de pollen C2 (mg / ml)	10	30
Volume 1 extrait (µl)	120	360
Volume 2 eau distillée (µl)	480	240

### A. Préparation de la solution des extraits

Les extraits obtenus après la procédure d'extraction ont été dissous dans un solvant pour obtenir une solution mère à une concentration de **50 mg/ml**. A partir de cette solution mère, deux nouvelles dilutions ont été préparées : une à **10 mg/ml** et l'autre à **30 mg/ml**. (Voir tableau n°3).

### B. Préparation de la solution DPPH (0.1mM)

Pour ce faire, 4 mg de **DPPH** ont été dissous dans 100 ml de méthanol. Le mélange a ensuite été agité vigoureusement jusqu'à dissolution complète du **DPPH**. La solution obtenue a été conservée à l'abri de la lumière à température ambiante jusqu'à son utilisation.

### C. Le dosage

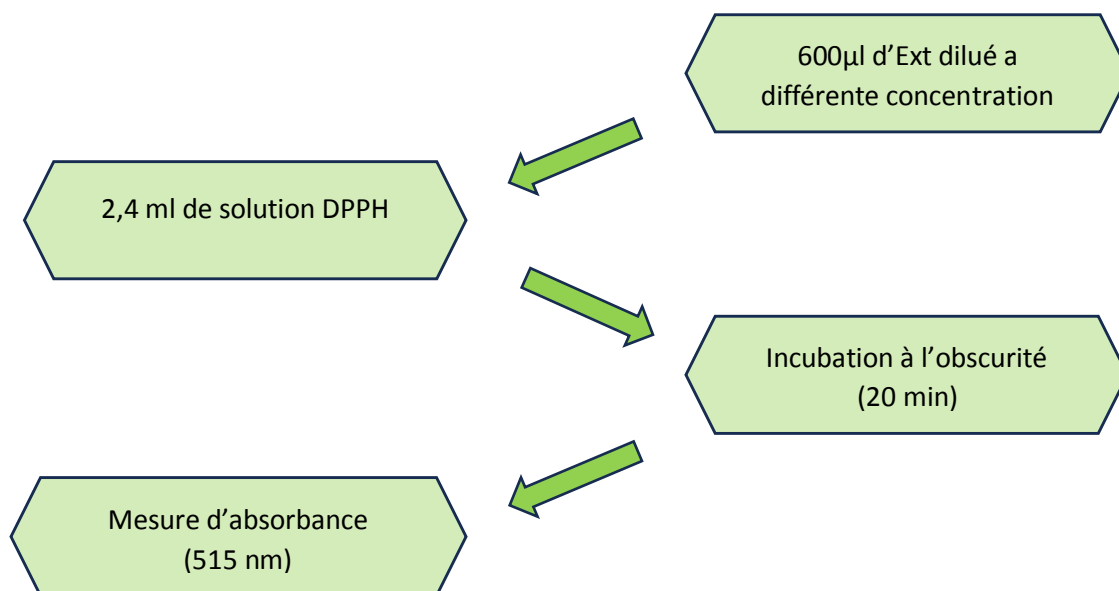
Échantillons : 2,4 mL de solution **DPPH** ont été ajoutés à 600 µL d'extrait de pollen dilué à différentes concentrations (voir tableau 3).

Chaque variété a été testée en double dans des tubes à essai séparés.

Incubation : Les mélanges ont été incubés dans l'obscurité pendant 20 minutes.

Lecture de l'absorbance : L'absorbance a été mesurée à 515 nm en utilisant une solution de **DPPH** pure comme blanc.

Calcul de l'**IC50** : La concentration inhibitrice 50% (IC50), correspondant à la concentration d'extrait nécessaire pour inhiber 50% de l'activité **DPPH**, a été déterminée à partir de la courbe d'inhibition obtenue en mesurant les différentes concentrations d'extrait. (Popovici et al., 2009)



**Schéma n°3** : Protocole de dosage d'activité antioxydant DPPH

### D. Expression des résultats

L'efficacité de l'échantillon à neutraliser les radicaux libres peut être évaluée par son activité antiradicalaire. Cette activité est exprimée en pourcentage d'inhibition (PI%) et calculée à l'aide de l'équation suivante :

Où :

- PI% : Pourcentage d'inhibition
- Abs échantillon : Absorbance de l'échantillon
- Abs contrôle : Absorbance du contrôle

### 3.6. Détermination de l'acidité titrable

Le principe de l'acidité titrable consiste à quantifier le nombre d'acides présents dans une solution, pouvant être neutralisés par une base forte. (Halouadji et Limam,2016)

#### *Mode opératoire*

##### 1-Préparation de l'échantillon

## Chapitre I : Matériels et méthodes

---

---

-Peser 1 gramme de pollen dans un bécher

-Ajouter 100 ml d'eau distillée (ED)

### 2-Extraction des acides

Chauffer le mélange à 60°C pendant 30 minutes, en remuant régulièrement, laisser refroidir la solution.

### 3-Filtration et dilution

Filtrer la solution refroidie sur papier filtre et compléter avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge dans une fiole jaugée de 250 ml.

### 4-Titrage de l'acidité

- Prélever 25 ml du filtrat à l'aide d'une pipette et les placer dans un bécher.

-Ajouter 300 µL de phénolphtaléine comme indicateur.

-Titrer le filtrat avec la solution d'hydroxyde de sodium (NaOH 0,1 N) jusqu'à l'apparition d'une coloration rose persistante pendant 30 secondes.

\* Noter le volume de NaOH utilisé (V1) ( **Kaanin et Harfi 2012 ; Tambou et Abdallah 2023** )

### 5-Calcul de l'acidité titrable :

Utiliser la formule suivante pour calculer l'acidité titrable (AT) en % par gramme d'acide citrique

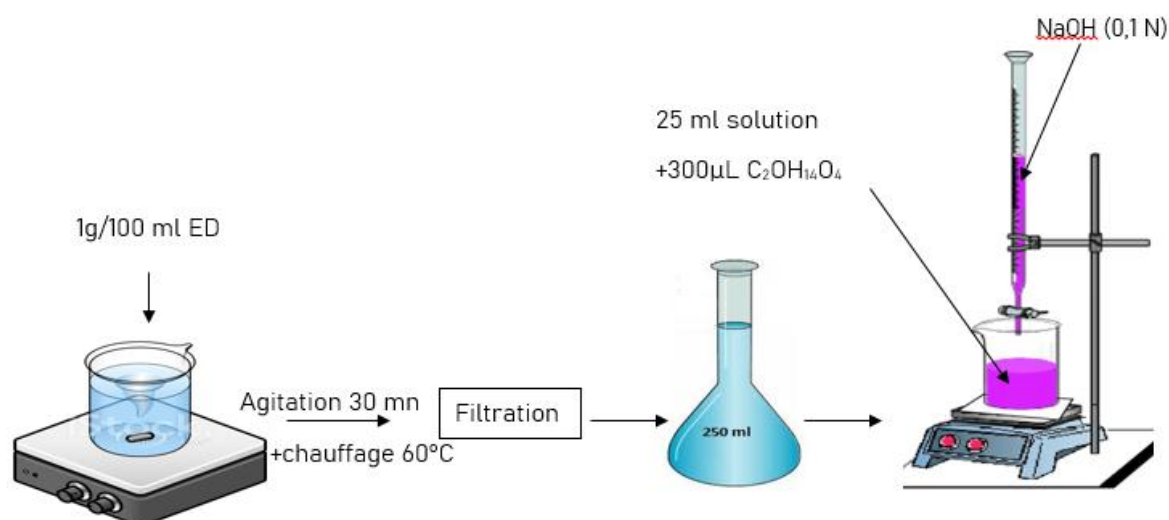
$$A\% = \frac{250 \times V1 \times 100}{V0 \times M \times 10} * 0.07$$

Soit :

M : Masse de produit prélevé (g)

Vo : Volume de la prise d'essai (ml)

V1 : Volume de la solution d'hydroxyde de sodium à 0,1 N (ml)



**Schéma n°4** : Protocole expérimental pour le dosage de l'acidité titrable

### 3.7. Détermination de Matière grasse (%)

**Objectif** est de déterminer la quantité de lipides (graisses) dans un échantillon.

**Méthode** : Extraction solide / liquide par solvant (éther de pétrole) à l'air (méthode Soxhlet).

#### 1-Préparation de l'échantillon

1 gramme de pollen est placé dans une cartouche d'extraction (Wattman).

#### 2-Extraction des lipides

- Remplir un ballon à fond rond préalablement pesé (P1) de 60 mL d'éther de pétrole.
- Insérer la cartouche d'échantillon dans l'ampoule d'extraction.
- Chauffer l'éther de pétrole pendant 6 heures pour extraire les lipides du pollen.
- Évaporer l'éther de pétrole du ballon.

Sécher le ballon contenant les lipides à 105°C pendant 30 minutes dans une étuve.

Laisser refroidir le ballon dans un dessiccateur.

peser le ballon (P2). (Sayah, 2010)

#### 3-Pesée finale et calcul

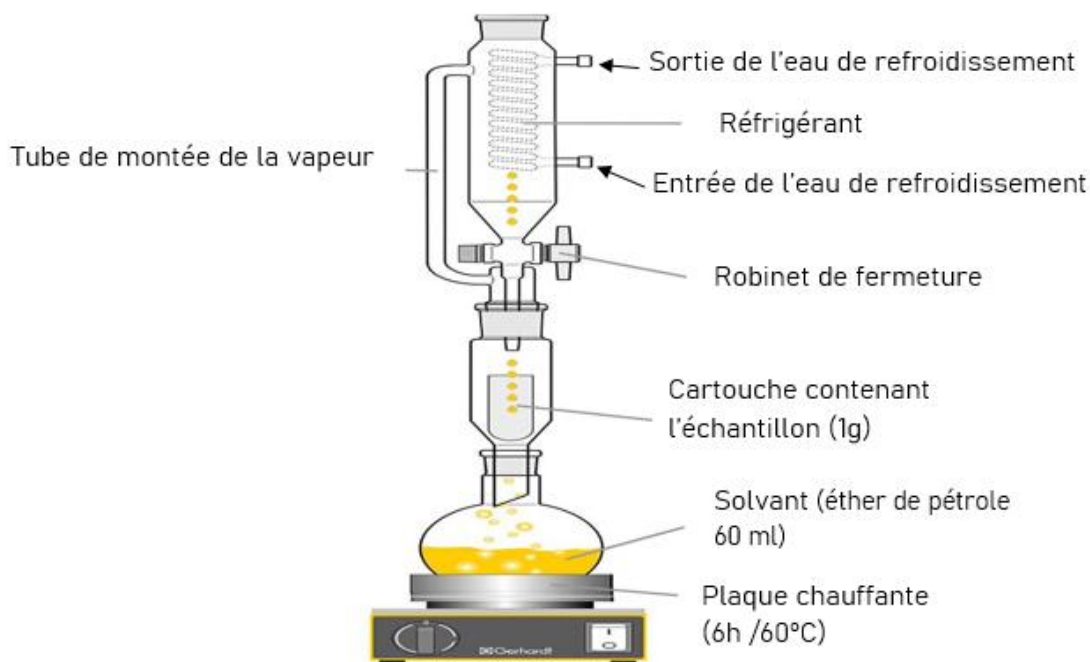
Peser le ballon sec (P2).

Calculer le pourcentage de lipides (%MG) en utilisant la formule :

## Chapitre I : Matériels et méthodes

: Où

- MG% : Pourcentage de lipides
- P2: Poids du ballon sec avec les lipides (en grammes)
- P1 : Poids du ballon vide (en grammes)
- PE: Poids de l'échantillon initial (en grammes) (**Kouamé et al.,2015**)



**Schéma n°5** : Protocole expérimental pour le dosage des lipides

### 3.8. Extraction des sucres réducteurs à partir du pollen

Les sucres réducteurs sont des glucides simples qui possèdent une propriété unique : ils peuvent agir comme donneurs d'électrons dans des réactions de nature oxydo-réductrice. Ces sucres incluent notamment le glucose, le fructose et le maltose. Ils partagent un groupe fonctionnel aldéhyde, qui est responsable de leur capacité à réduire d'autres composés chimiques en cédant un électron dans une réaction d'oxydation. Cette propriété leur permet de jouer un rôle important dans de nombreux processus biologiques, tels que la respiration cellulaire et la photosynthèse.

#### -Le principe

Les sucres réducteurs peuvent être mesurés de manière quantitative en utilisant une méthode colorimétrique associée au réactif DNS (Acide dinitro-3,5 salicylique). Lorsque les sucres



## Chapitre I : Matériels et méthodes

réducteurs sont présents, ce réactif produit une coloration orangée dont l'intensité est proportionnelle à la concentration des sucres. Ainsi, cette méthode colorimétrique permet de quantifier précisément les sucres réducteurs présents dans une solution. (Teixeira et al., 2012)

### -Mode Opérateur

**Tableau n°4 :** Gamme étalon de glucose pour le dosage des sucres réducteurs.

Tubes	BLANC	1	2	3	4	5
Solition mère de glucose (ml)	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1
Eau distillée(ml)	1	0.8	0.6	0.4	0.2	0
C2	0	0.4	0.8	1.2	1.6	2

### 1. Préparation de la solution de référence

- Peser 1 g de pollen.
- Mélanger le pollen avec 50 mL d'eau distillée.
- Agiter le mélange pendant 30 minutes à 60°C.
- Filtrer le mélange à l'aide d'un filtre à raffinerie.
- La solution obtenue est une solution de référence de concentration 20 mg/mL.

### 2-Préparation de la gamme étalon

- Diluer une solution de glucose à 2 mg/ml pour obtenir une série de solutions de référence couvrant la plage attendue de sucres réducteurs dans l'échantillon à analyser.

### 3-Mise en place des tubes à essai

- Préparer un nombre suffisant de tubes à essai pour chaque concentration de la gamme étalon, pour l'échantillon et pour un blanc (eau distillée).
- Ajouter 1 ml de chaque solution (gamme étalon, échantillon et blanc) dans les tubes à essai respectifs.

### 4-Ajout du réactif DNS

- Ajouter 1 ml de réactif DNS à chaque tube à essai.
- Mélanger soigneusement pour homogénéiser le contenu et porter le volume total à 2 ml avec de l'eau distillée.
- Conserver le réactif DNS à l'abri de la lumière.

### 5-Incubation et refroidissement

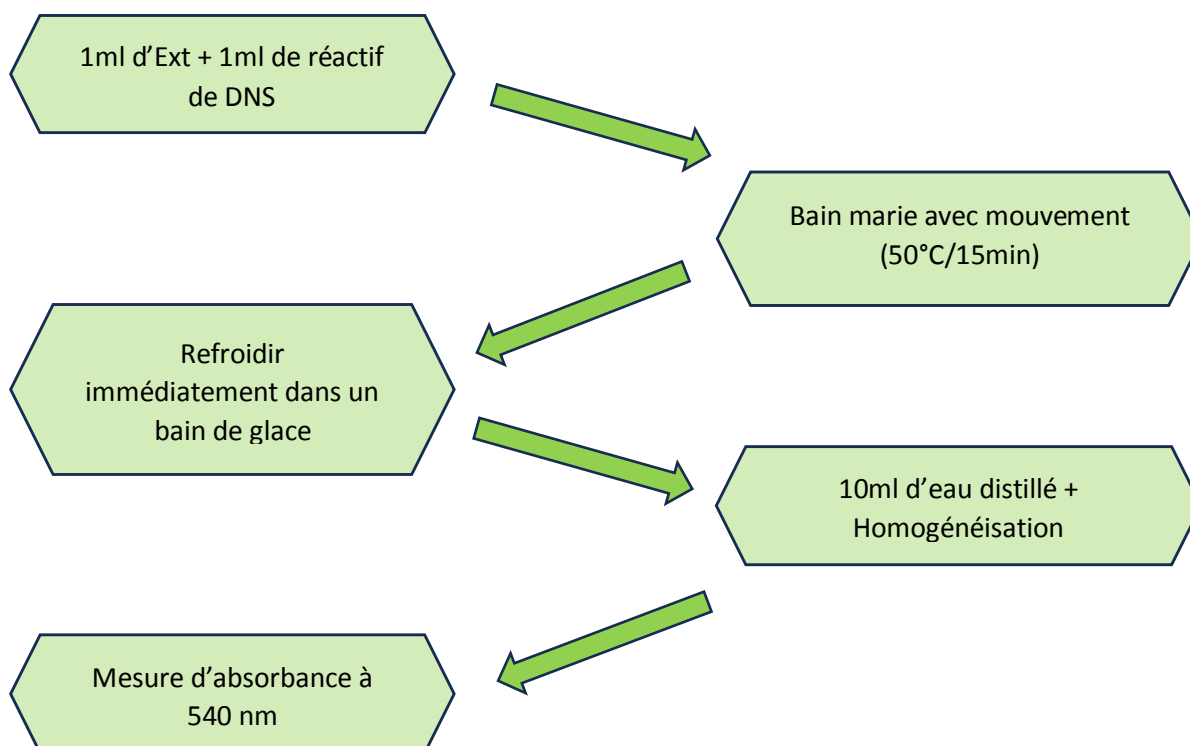
- Chauffer tous les tubes à essai à 50°C pendant 10 minutes dans un bain-marie.
- Refroidir immédiatement les tubes dans un bain de glace pour arrêter la réaction.

### 6-Spectrophotométrie

## Chapitre I : Matériels et méthodes

- Ajouter 1 ml d'eau distillée à chaque tube à essai.
- Mélanger soigneusement pour homogénéiser le contenu.
- Mesurer l'absorbance de chaque solution à une longueur d'onde de 540 nm à l'aide d'un spectrophotomètre. (El Faiz et al., 2022)

Les résultats de la concentration de sucre réducteur est déterminée en se referant a la courbe d'étalonnage obtenue en utilisant le glucose comme stantard .(Voir tableau n°4)



Schémas n°6 : Protocole de dosage des sucres réducteurs

### 3.9. Dosage des sucres totaux

#### Principe

Selon Khali et al (2015), la méthode colorimétrique exploite la réaction de déshydratation des sucres en milieu acide, produisant des dérivés du furfural qui réagissent avec le phénol pour donner une coloration jaune-rouge. L'intensité de cette coloration, mesurée à 490 nm, est proportionnelle à la concentration des sucres totaux.

## Chapitre I : Matériels et méthodes

Cette approche simple, rapide et précise est utilisée dans divers domaines pour le dosage des sucres dans les aliments, les produits pharmaceutiques.

### Dosage des sucres totaux dans le pollen

#### Mode opératoire

Tableau n°5 : Gamme étalon de glucose pour le dosage des sucres totaux

Tubes	blanc	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Solution mère de glucose (mL)	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1	1.2	1.4	1.6	1.8
Eau distillée (mL)	2	1.8	1.6	1.4	1.2	1	0.8	0.6	0.4	0.2
C2										

#### 1-Extraction des sucres

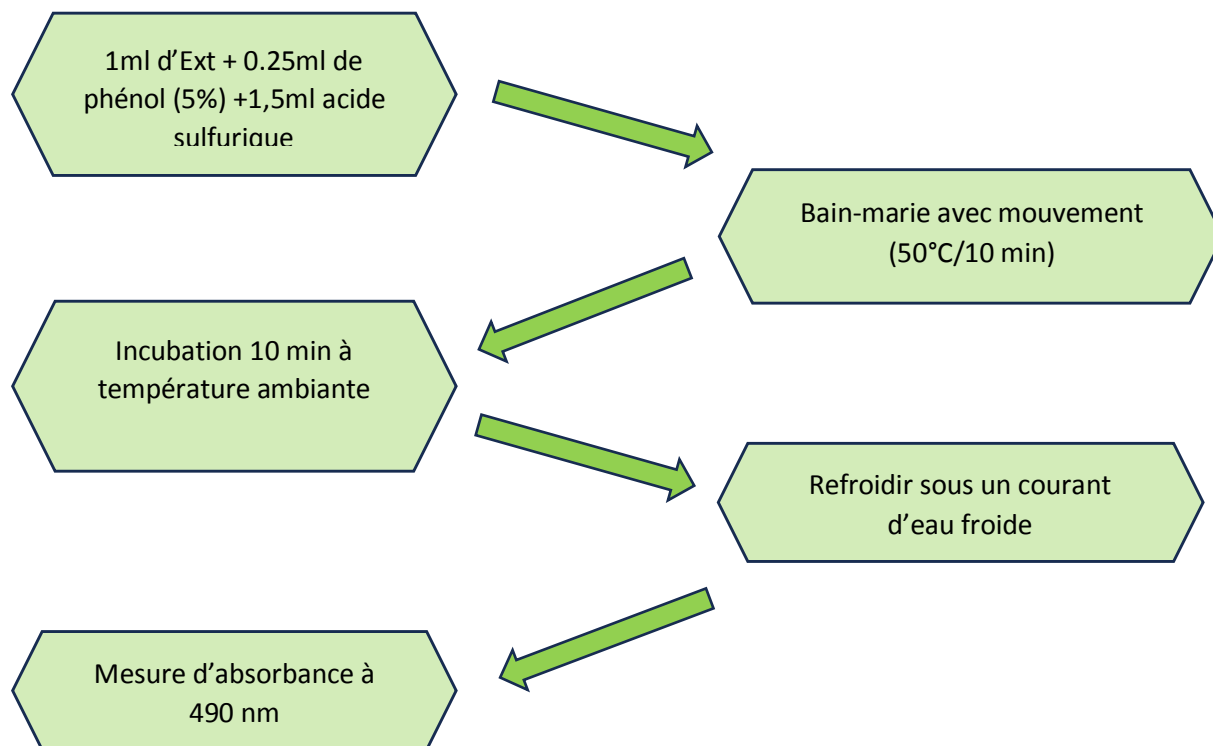
- Préparer des solutions de pollen à une concentration de **20 mg/mL**.
- Prélever **20 µL** de la solution de pollen à l'aide d'une pipette.
- Ajouter 980 µL d'eau distillée pour obtenir une solution diluée.

#### 2-Dosage des sucres totaux

- Préparer une solution de glucose de référence à 0,5 mg/mL en dissolvant 25 mg de glucose dans 50 mL d'eau distillée.
- Remplir des tubes à essai avec 1 mL d'extrait de pollen ou de solution de glucose de référence.
- Ajouter 250 µL de phénol (**5%**) et 1,5 mL d'acide sulfurique concentré à chaque tube.
- Chauffer les tubes à 50°C pendant 10 minutes.
- Laisser les tubes refroidir à température ambiante pendant 10 minutes jusqu'à l'apparition d'une coloration jaune-rouge.
- Stopper la réaction en refroidissant les tubes sous un courant d'eau froide.
- Mesurer l'absorbance de chaque solution à 490 nm à l'aide d'un spectrophotomètre.

-Les résultats de la concentration de sucre totaux est déterminée en se référant à la courbe d'étalonnage obtenue en utilisant le glucose comme standard, (**voir tableau n°5**)

(Dubois et al., 1956)



Schémas n°7 : Protocole de dosage des sucres réducteurs

### 3.10. Screening phytochimique

Le screening phytochimique est une méthode fréquemment employée pour identifier les composés chimiques présents dans les échantillons végétaux. Cette approche repose sur l'utilisation de tests chimiques afin de détecter la présence de diverses classes de composés tels que les alcaloïdes, les flavonoïdes, les tanins et les terpènes. En réalisant ce type de test, les chercheurs peuvent mieux caractériser la composition chimique des échantillons végétaux et repérer des molécules potentiellement dotées d'effets pharmacologiques ou thérapeutiques (Wachira, 2024 ; Shukla et al., 2015).

Dans tous les tests de coloration, à l'exception du test des saponines, les extraits préparés lors de la phase d'extraction sont utilisés, consistant en 1 g de pollen dans 20 ml de solvant (méthanol, eau distillée).

#### A-Détection des tanins dans les extraits de pollen

## Chapitre I : Matériels et méthodes

---

---

### **Objectif**

Identifier la présence de tanins dans les extraits de pollen de deux variétés.

### **Méthode**

Préparation de la solution de chlorure ferrique ( $\text{FeCl}_3$ ) :

Dissoudre 0,5 g de  $\text{FeCl}_3$  dans 50 mL d'eau distillée et agiter vigoureusement jusqu'à dissolution complète.

### **Test de détection des tanins**

Préparer deux tubes à essai et ajouter 1 mL d'extrait de pollen de chaque variété dans les tubes respectifs. Ensuite, ajouter quelques gouttes de la solution de  $\text{FeCl}_3$  dans chaque tube et observer la couleur de la solution. (Moualkia et Gourmati, 2015)

### **B-Test d'Anthraquinones**

**Objectif** : Identifier la présence d'anthraquinones dans les extraits de pollen de deux variétés.

### **Méthode**

Préparation de la solution d'hydroxyde de potassium (KOH) à 1% :

Dissoudre 5 g de KOH dans 50 mL d'eau distillée.

Agiter vigoureusement jusqu'à dissolution complète.

Test de détection des anthraquinones :

Préparer 2 tubes à essai.

Ajouter 1 mL d'extrait de pollen de chaque variété dans les tubes respectifs

Ajouter 1 mL de la solution de KOH à 1% dans chaque tube.

Mélanger vigoureusement.

Observer la couleur de la solution dans chaque tube (Rahim et al., 2012)

### **C-Test des Quinones pour les Extraits de Pollen**

**Objectif** : Déterminer la présence de quinones dans les extraits de pollen de deux variétés.

### **Méthode**

Préparation de la solution d'hydroxyde de sodium (NaOH):

Dissoudre 5 g de NaOH dans 50 mL d'eau distillée.

Mélanger vigoureusement à l'aide d'un agitateur jusqu'à dissolution complète.

### **Test de détection des quinones**

Préparer 2 tubes à essai.

Ajouter 1 mL d'extrait de pollen de chaque variété dans les tubes respectifs.

Ajouter 1 mL de la solution d'hydroxyde de sodium (NaOH) dans chaque tube.

Observer la couleur du mélange dans chaque tube.

## Chapitre I : Matériels et méthodes

---

---

(Ansri et Djenhi, 2021)

### D- le criblage des terpenoïdes

**Objectif :** Déterminer la présence de terpenoïdes dans l'extrait de pollens de deux variétés différentes.

**Méthode :** 1 ml de solution d'extrait de pollen a été mélangé avec quelques gouttes de chloroforme et d'acide sulfurique (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). (Rahim et al., 2012)

### E-Test de Liberman

#### Protocole

Ajouter trois gouttes d'anhydride acétique à 1 ml d'extrait de pollens.

Agiter légèrement le mélange.

Ajouter une goutte d'acide sulfurique concentré (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>).

(Rahim et al., 2012)

### F- teste des stérols insaturés

Un millilitre de solution d'extrait de pollens a été mélangé à un millilitre de concentré d'acide sulfurique (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). Pour les deux variétés de pollen testées, la réaction a produit une coloration brun rougeâtre. Cette coloration est caractéristique de la présence de stérols, un type de lipide présent dans les membranes cellulaires des végétaux. (Berraha et Bouchareb,2023)

### G-Test des saponines

#### Objectif

Le présent protocole vise à évaluer la présence de saponines dans un échantillon végétal par la méthode de formation de mousse.

#### Mode opératoire

- Prélever 1 mL de la solution d'extrait végétal et l'introduire dans un tube à essai.
- Ajouter 5 mL d'eau distillée au tube à essai.
- Chauffer le mélange au bain-marie pendant 15 à 20 minutes.
- Agiter vigoureusement le tube à essai à l'aide du vortex pendant une minute.
- Observer la formation de mousse après un repos de 15 minutes. (Safrad et al., 2007)

### 3.11. Test de viabilité au Bleu de méthyle pour le pollen de palmier dattier

#### Principe du test

Le Bleu de méthyle est un colorant vital qui pénètre dans les cellules vivantes et colore leur cytoplasme en bleu-vert. Les grains de pollen viables, possédant une membrane cellulaire

## Chapitre I : Matériels et méthodes

---

---

intacte et une activité métabolique, absorbent le colorant et se colorent en bleu-vert. En revanche, les grains non viables, présentant une membrane cellulaire endommagée ou une activité métabolique inactive, ne sont pas capables d'absorber le colorant et restent de couleur bleue.

### **Protocole du test**

1. Prélèvement du pollen : Prélever une petite quantité de pollen frais à l'aide d'une petite plume ou d'un cure-dent.
2. Préparation de la lame : Déposer une goutte de solution de Bleu de méthyle (0,1%) sur une lame porte-objet propre.
3. Mise en suspension du pollen : Disperser délicatement le pollen prélevé sur la goutte de Bleu de méthyle.
4. Recouvrement de la lame : Recouvrir la lame porte-objet avec une lamelle couvre-objet pour éviter l'évaporation de la solution.
5. Incubation : Laisser incuber la préparation pendant 1 heure à température ambiante.
6. Observation microscopique : Observer la préparation au microscope optique à fort grossissement (400x).
7. Comptage des grains de pollen : Compter le nombre de grains de pollen colorés en bleu-vert (viables) et le nombre de grains de pollen restés bleus (non viables) dans trois champs microscopiques distincts, contenant chacun environ 100 grains de pollen. (**Chenini et Chiguer, 2020**)

### **3.12. Le test de germination in vitro du pollen**

#### **Principe**

Le test de germination du pollen est une méthode couramment utilisée pour évaluer la viabilité du pollen et sa capacité à germer. Ce test permet de déterminer le pourcentage de grains de pollen qui sont capables de produire un tube pollinique, structure essentielle à la fécondation chez les plantes.

#### ***Mode opératoire***

##### **A- Milieu de culture**

Le milieu de culture utilisé dans cette étude est le milieu de Brewbaker et Kwack (1963), composé de :

- 15% de saccharose
- 1 g d'agar

## Chapitre I : Matériels et méthodes

---

---

- 0,05 g d'acide borique ( $H_3BO_3$ )
- 0,03 g de nitrate de calcium tétrahydraté ( $Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$ )
- 0,02 g de sulfate de magnésium heptahydraté ( $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ )
- 0,01 g de nitrate de potassium ( $KNO_3$ )
- 100 ml d'eau distillée

### B-Préparation du milieu de culture

- Mélanger tous les composants secs dans un erlenmeyer.
- Ajouter 100 ml d'eau distillée et chauffer le mélange sur une plaque chauffante jusqu'à ébullition et dissolution complète de l'agar.
- Verser le milieu de culture stérile dans des boîtes de Pétri (10 cm<sup>3</sup> par boîte).

### C-Stérilisation du milieu de culture

Le milieu de culture est stérilisé à l'autoclave à 120°C pendant 20 minutes à une pression de 1 bar.

### D-Culture du pollen

- Dans des conditions stériles (sous hotte), ensemercer les boîtes de Pétri contenant le milieu de culture avec du pollen à l'aide de petits pinceaux.
- Refermer les boîtes de Pétri et les incuber dans une étuve à 26°C pendant 24 heures.

### E-Évaluation de la germination

- Après 24 heures d'incubation, observer les grains de pollen au microscope optique à un grossissement de 400x.
- Compter le nombre de grains de pollen germés et non germés dans trois champs de microscope (à raison de 30 grains par champ).
- Calculer le pourcentage de germination en divisant le nombre de grains de pollen germés par le nombre total de grains de pollen observés et en multipliant par 100.
- La germination des tubes polliniques est observée au microscope optique, et le pourcentage de germination est un indicateur de la viabilité du pollen. (**Bekkouche et Lebba,2020**)



# Chapitre II : Résultats et Discussion

## Chapitre II : Résultats et discussion

Les pollens affectent la production et la qualité de dattes dans la région. Les différents types de pollen varient en termes de conservation et de qualité.

Notre étude vise à comparer deux types de pollen, Bouhlase (BH) et Hamraya (HM). Nous avons étudié leurs propriétés chimiques, physiques et morphologiques et l'influence de type de conservation sur la viabilité des grains de pollen. Le chapitre suivant présente les résultats obtenus.

### 1. Résultats des propriétés chimiques et physiques

Définition de l'ANOVA : L'analyse de variance (ANOVA) est une méthode statistique qui permet de vérifier si les moyennes de plusieurs groupes sont significativement différentes. Elle compare la dispersion des données à l'intérieur des groupes avec la dispersion entre les groupes pour déterminer si les variations observées sont statistiquement pertinentes. Cette technique est particulièrement utile lorsqu'il est nécessaire de comparer plus de deux groupes.

Nous avons utilisé le logiciel XLSTAT 2016 pour traitement des données

**Tableau n°6** : synthèse de l'analyse de la variance entre les paramètres physico-chimiques-variétés

	HM	BH	Probabilité	Significatif
H%	56,000 a	55,627 a	0,771	Non
CND%	1,337 a	1,993 a	0,500	Non
Acd %	7,350 a	1,401 b	0,000	Oui
MG %	9,850 a	2,500 b	0,004	Oui
Ca 2+ mg /L	72,000 a	40,000 b	0,000	Oui
Mg2+ mg/L	52,800 b	81,600 a	0,000	Oui
K+ mg/L	64,550 a	14,670 b	0,000	Oui
SR mg/g MS	6,290 a	4,560 b	0,020	Oui
STT mg/g MS	513,363 b	926,247 a	0,021	Oui

D'après le tableau n°6 suivant qui représente la synthèse de l'analyse de la variance entre les paramètres physico et phyto-chimiques-variétés, on peut constater qu'il y a pas une différence significative entre les variétés pour les paramètres suivants : H%, CND%, Poly, Flavénoids, IC 50 %, alors qu'on trouve qu'elles se différent pour les paramètres : STT, SR, K+, Mg2+, Ca 2+, MG %, Acd %.

## Chapitre II : Résultats et discussion

---

---

### 1.1. La teneur en eau

L'humidité varie de 55.62% jusqu'à 56% où HM enregistre la valeur la plus élevée. Toutes les variétés présentent un bon caractère (taux entre 55.63 e 56%).

### 1.2. La teneur de cendre

Les pollens des deux variétés, objet de notre étude, présentent une teneur en cendres qui varie entre 1.33% dans la HM et 1,99 % dans la BH.

### 1.3. La teneur de matière grasse

Selon les Résultats du tableau n°6, le pourcentage le plus élevé de la matière grasse a été enregistrée pour de la variété HM avec (9.85%) par contre la variété BH a marqué un taux relativement faible (2.5%).

La teneur en lipides est significativement plus élevée dans le pollen frais que dans le pollen collecté et stocké par les abeilles (Sebii, 2015).

### 1.4. L'acidité titrable

Les analyses révèlent que le taux de l'acide titrable est très faible pour la variété Bouhlassa (BH) (1.4), Tout en atteignant une valeur élevée pour la variété Hamraya (HM) (7.35).

### 1.5. Les éléments minéraux

Le Tableau n°6, représente les éléments minéraux des quatre éléments étudiés indiquent que :

Pour le  $Ca^{+2}$  : La quantité de calcium dans la première variété (Hamraya) est plus élevée avec 72 mg/l que pour la variété (Bouhlassa) 40 mg/l.

Pour le  $Mg^{+2}$  : La valeur du magnésium dans la deuxième variété (Bouhlassa), est de BH=81.6 mg/l, et une valeur inférieure en première variété (Hamraya) atteinte HM =52.8mg/l.

Pour le  $K^{+}$  : la quantité de potassium dans la première variété (Hamraya) est plus élevée que chez la variété (Bouhlassa), où le total de HM= 64.55mg/l, alors qu'il atteint BH = 14.67mg/l.

## Chapitre II : Résultats et discussion

Généralement le pollen de palmier dattier contient une quantité élevée de potassium et une faible quantité de sodium vu que le sodium et le calcium sont toxiques alors que le potassium, le phosphate et le magnésium sont nécessaires pour les abeilles. Ainsi un rapport K/Na élevé rend le pollen d'abeille potentiellement précieux favorisant un équilibre électrolytique bien défini (Sebii, 2015).

### 1.6. Les sucres totaux

Pour le sucre total, Bouhlassa (BH) a une concentration de sucre plus élevée pouvant atteindre STT= 926.247mg/gMS et la valeur la plus faible est notée pour la variété Hamraya (HM) STT=513.36 mg/gMS.

### 1.7. Sucres réducteurs

Selon tableau n°6, la variété Hmraya atteint une valeur plus élevée en sucre réducteur (SR =6.29mg/g MS) que dans la variété Bouhlassa (SR=4.56mg/g MS).

### 1.8. L'analyse de la variance

**Tableau n°7 :** synthèse de l'analyse de la variance entre les paramètres phyto-chimiques-variétés

Synthèse (Moyennes estimées) –variété			
Variétés	Flv µg EQ/g MS	Poly mg EAG/g MS	IC 50 %
Hamraya (HM)	1,85 µg EQ/g MS	58,71 mg EAG/g MS	35,91mg/ml
Bouhlassa (BH)	1,36 µg EQ/g MS	54,73 mg EAG/g MS	33,84mg/ml
Probabilité	0,185	0,618	0,347
Significatif	Non	Non	Non

D'après le tableau 02 qui récapitule l'analyse de la variance des moyennes entre les variétés et les paramètres étudiés et leurs significations. On peut noter qu'aucune différence significative n'a été trouvée entre les variétés étudiées et les polyphénols, les flavonoïdes et IC 50%.

### A. La teneur de composés polyphénols totaux

## Chapitre II : Résultats et discussion

Elles varient entre 58.71 mg EAG /g MS et 54.73mg EAG /g MS, la valeur de polyphénols pour variété Hamraya (HM) est légèrement supérieure à celle de la variété Bouhlase (BH).

### B. La teneur de composés flavonoïdes

Les résultats obtenus montrent que la quantité oscille entre, 1,85 µg EQ/g MS de variété Hamraya (HM) et pour la variété Bouhlase (BH) 1,36 µg EQ/g MS.

### C. test de DPPH

La valeur en IC50% se fluctue entre (33,84 mg/ml) pour la variété Bouhlase (BH) et que le plus élevée pour la variété Hamraya (HM) avec (35,91mg/ml).

## 1.9. Screening phytochimique

Tableau n°8 : résultats des tests screening phyto-chimique

Les tests	Les variétés	
	BH	HM
Tanins	Positif (+)	
Stérols insaturé	Positif (+)	
Quinones	Négatif (-)	
Terpénoides	Négatif (-)	
Liberman	Négatif (-)	
Anthraquinons	Négatif (-)	

## Chapitre II : Résultats et discussion

Tableau n°9 : Résultats de test de saponines (indice de mousse) (mm)

Variétés	La hauteur de la mousse (mm)
BH	2
HM	Négatif (-)

Ces analyses ont été effectuées pour détecter la présence des métabolites secondaires naturels que renferment les noyaux, qui pourraient être à l'origine de leur activité antioxydante. Les réactions et les couleurs observées peuvent varier en intensité, se traduisant par une coloration ou aucune apparition de couleur, et sont classées de négative (-) à fortement positive (++++) (voir tableau 9).

### -Les tanins

La couleur apparue était bleu verdâtre, pour les variétés testées ce qui indique la présence des tanins catéchiques dans le pollen



Figure n°8 : illustration des résultats pour les Tanins

## Chapitre II : Résultats et discussion

### -L'anthraquinone

Il a été observé que la couleur de tous les extraits ne change pas, indiquant un résultat négatif.



Figure n°9 : illustration des résultats pour les Anthraquinones

## Chapitre II : Résultats et discussion

---

### Les quinones :

Il a été observé que la couleur de tous les extraits ne change pas, indiquant un résultat négatif.

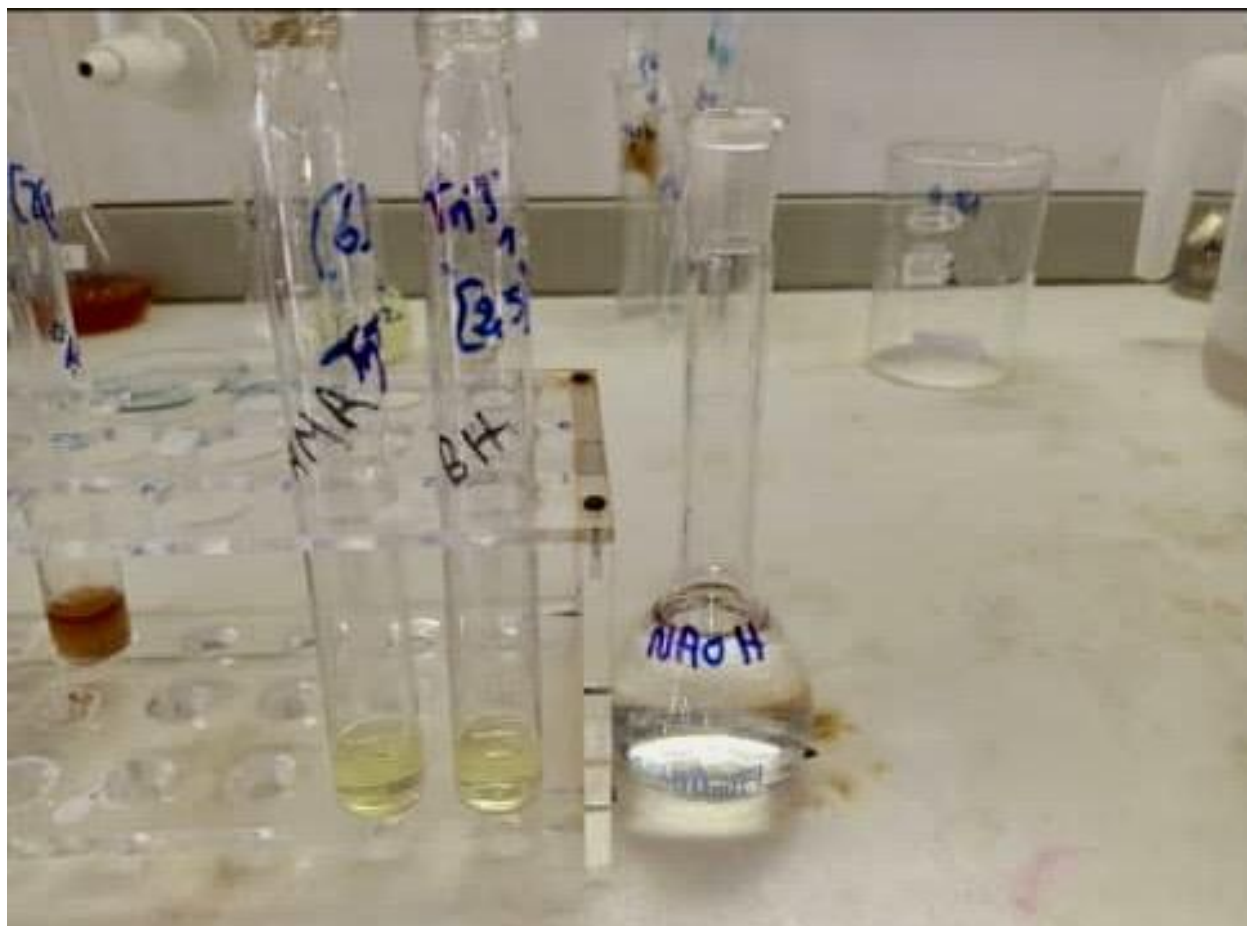


Figure n° 10 : illustration des résultats pour les Quinones



## Chapitre II : Résultats et discussion

### Les terpénoïdes

Il a été observé que la couleur de tous les extraits ne change pas, indiquant un résultat négatif.

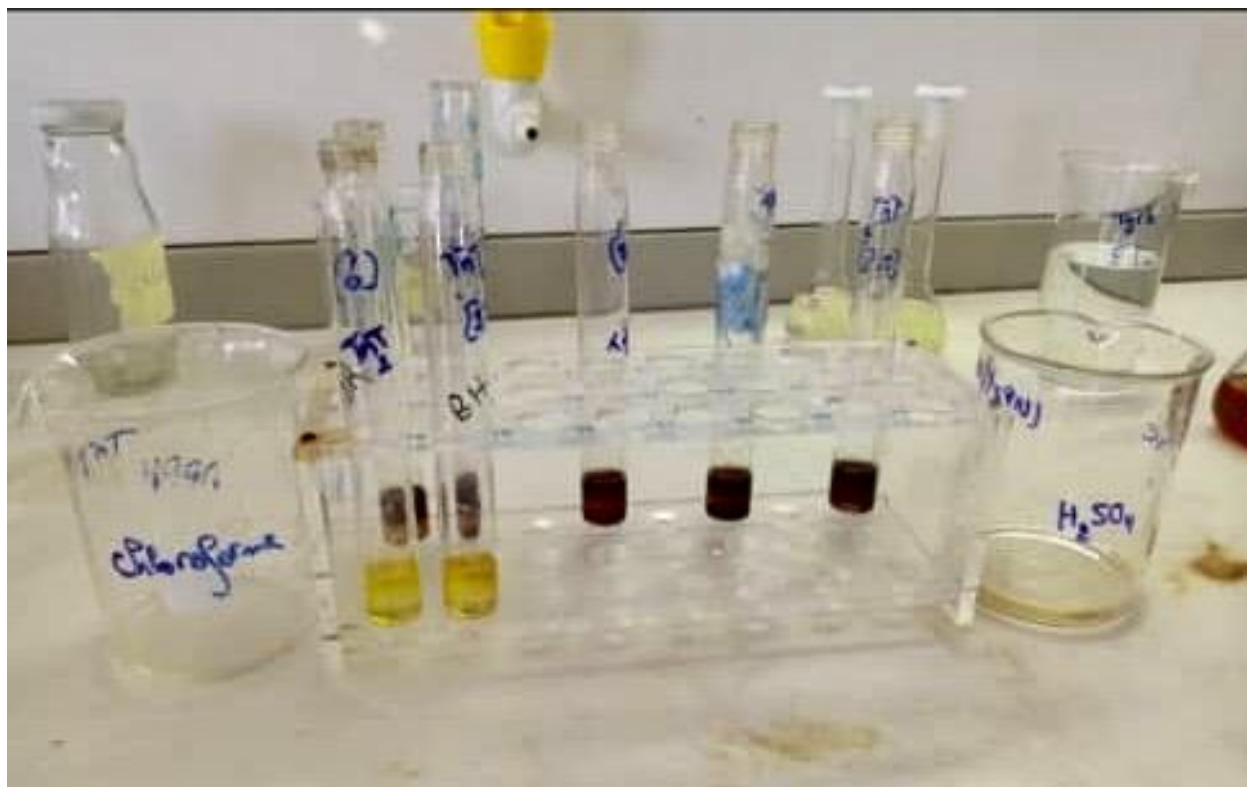


Figure n° 11 : illustration des résultats pour le criblage des terpénoïdes

### E-Test de Liberman

Il a été observé que la couleur de tous les extraits ne change pas, indiquant un résultat négatif.



**Figure n°12 : illustration des résultats pour le test de Liberman**

### **F- teste des stérols insaturés :**

Un millilitre de solution d'extrait de pollens a été mélangé à un millilitre de concentré d'acide sulfurique ( $H_2SO_4$ ). Pour les deux variétés de pollen testées, la réaction a produit une coloration brun rougeâtre. Cette coloration est caractéristique de la présence de stérols, un type de lipide présent dans les membranes cellulaires des végétaux. **(Berraha et Bouchareb,2023)**

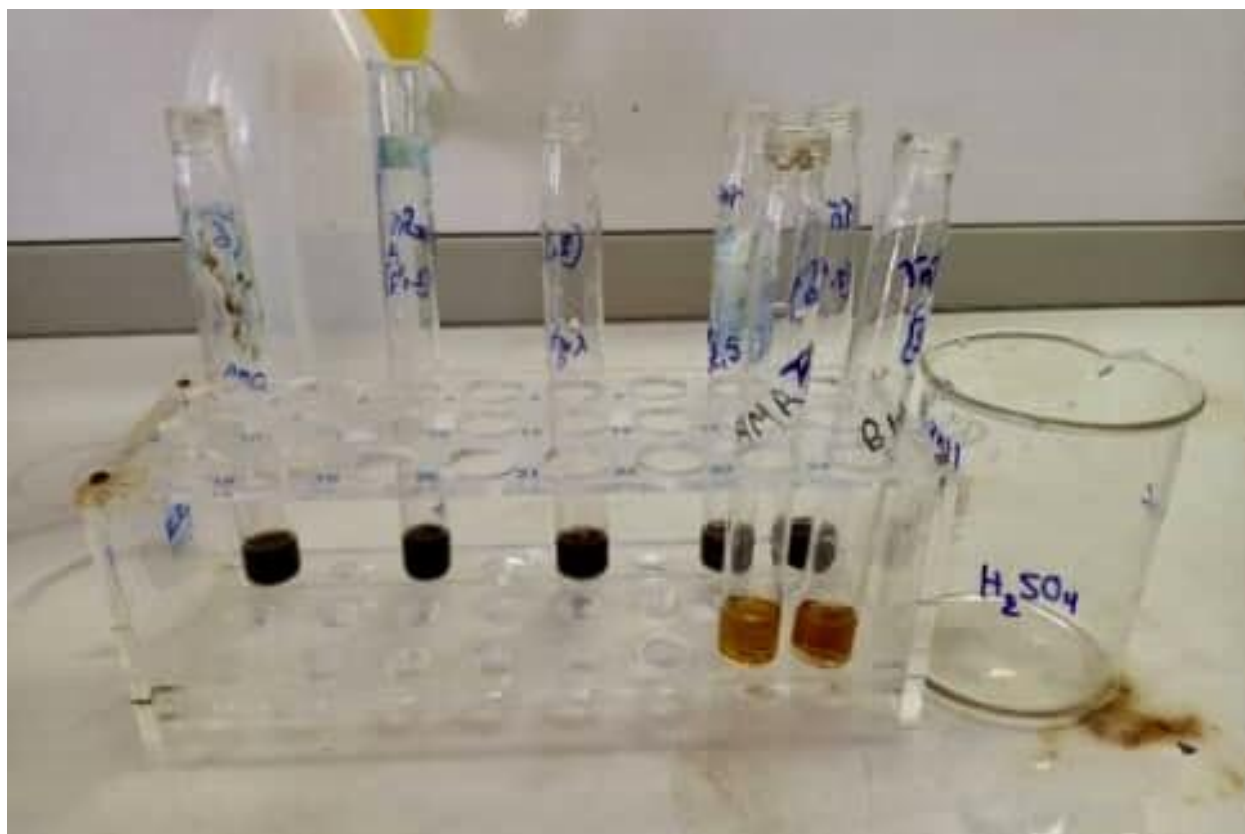


Figure n° 13: illustration des résultats pour le criblage des stérols insaturés

### G-Test des saponines

-On a noté la présence d'une mousse persistante pendant quelques secondes à pour la variété BH, ce qui confirme la présence des saponines (test positif).

-Test négatif pour la variété de HM

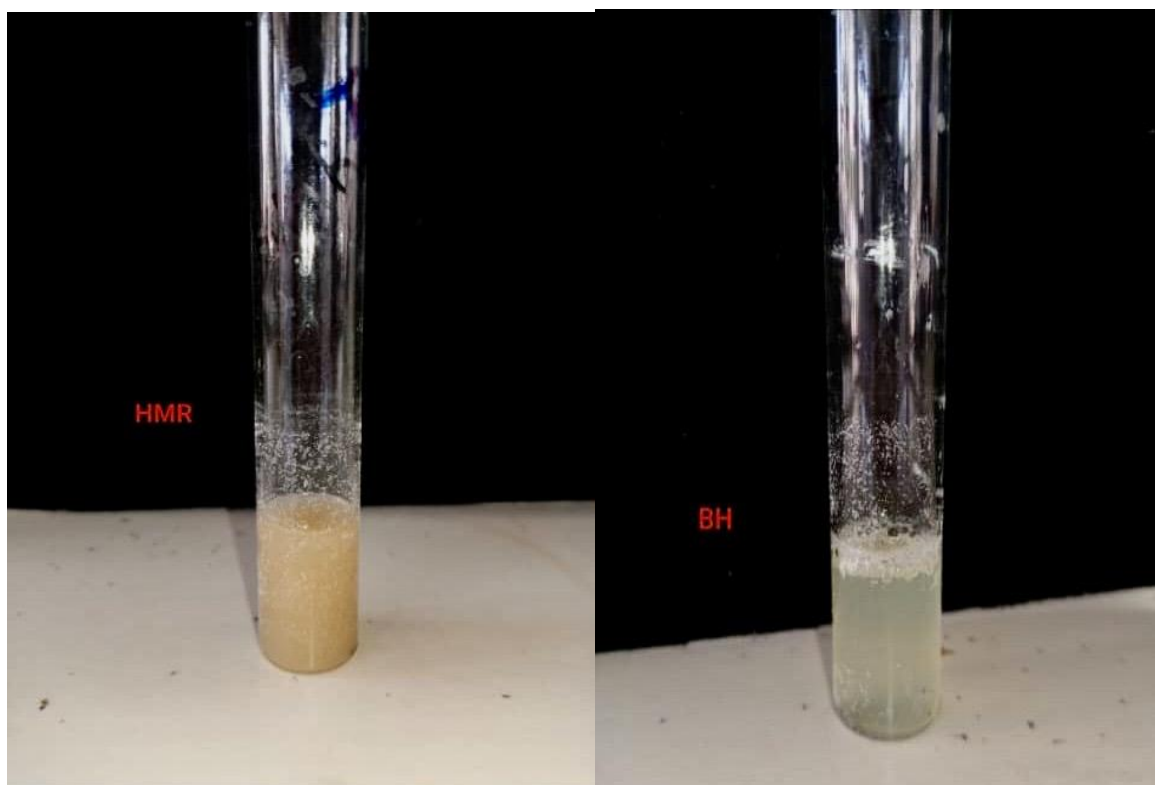


Figure n°14 : illustration des résultats pour les Saponines

### 2. Analyse des paramètres morphologiques

Les paramètres morphologiques des variétés étudiées : Hamraya (HM), Bouhlase (BH) sont déterminées sur 3 échantillons sains choisis au hasard.

Les résultats obtenus sont mentionnés dans le tableau n°8 ci-dessous.

## Chapitre II : Résultats et discussion

**Tableau n°10** : Les paramètres morphologiques des spathes de différentes variétés étudiées

Paramètres/variété	HM	BH	Probabilité	Significatif
Poids de spathes	1603 a	1469,500 a	0,637	Non
Longueur de spathes	58,500 a	65,900 a	0,375	Non
Largeur de spathes	16,250 a	25,750 a	0,266	Non
nombre d'eplt/sp	155 a	166,500 a	0,483	Non
nombre fleur/eplt	92 a	65,611 b	0,006	Oui
Longueur eplt	27 a	26,222 a	0,715	Non
Longueur partie à Fleur	24,056 a	20 a	0,099	Non
germination %	70,667 a	57 a	0,305	Non
colr (%)	86,053 a	82,043 a	0,613	Non

D'après les résultats obtenus (tableau n°8), on remarque qu'il y a aucune différence significative entre les variétés sauf pour le paramètre : nombre de fleurs/ épillet.

### 2.1. Poids de spathes

Le poids de spathes des variétés de pollen varie entre 1155 g et 1930g. La variété Hamraya (HM) présente le poids le plus élevé (1930g) alors que la variété Bouhlase (BH) a le poids le plus bas (1155g).

### 2.2. Longueur de spathes

La longueur de spathes varie de 52 à 77 cm. la variété Bouhlase (BH) ont la spathe la plus longues avec respectivement 77 cm. Quant au plus petit spathes, c'est celui de la variété Hamraya (HM) avec 52 cm de long.

### 2.3. Largeur de spathes

Les spathes de la variété Bouhlase (BH) 26 cm sont plus larges que ceux de la variété Hamraya seulement 16 cm.

### 2.4. Les paramètres d'épillets

## Chapitre II : Résultats et discussion

Le nombre des épillets est plus élevé dans la variété (BH) avec une moyenne de (166.5), alors que la variété (HM) a enregistré un nombre moyen de 155.

- La longueur d'épillets varie entre 26 à 27 cm.

**Tableau n°11** : synthèse de l'analyse de la variance du Test de la variabilité du pollen frais et conservé

Variétés	germination %	coloration (%)
HM-f	70,500 a	86,080 a
BH-c	0,000 b	82,500 a
BH-f	57,000 a	82,065 a
HM-c	0,000 b	43,000 a
Probabilité	0,014	0,545
Significatif	Oui	Non

D'après le tableau n°8 qui indique les résultats de l'ANOVA de la viabilité du pollen (test de germination et coloration) du pollen frais et conservé. Le pourcentage de germination du pollen frais pour la variété de Hamraya (HM) est plus élevé par rapport à la variété de Bouhlase (BH) avec 70 ,50% et 57% respectivement mais sans différence significative ( $p= 0,014$ ).

Alors que pour les pollens conservés au congélateur, on constate que le pourcentage de germination pour les deux variétés (HM) et (BH) est de 0%.

Il est clairement remarquable qu'il y a une variabilité hautement significative entre les variétés concernant le type de pollen frais et conservé.

Pour le test de coloration, les résultats ne révèlent aucune différence entre les variétés et le types de pollen.

Selon le tableau n°8, Les résultats montrent la différence entre la germination dans le pollen conservé et frais. Grâce au test de germination, le pollen frais donne de meilleurs résultats que le conservé.

### Discussion

Au cours d'étude, les résultats de la caractéristique des deux variétés de pollen (Hamraya (HM), Bouhlase (BH))

Selon (Soltane,2021) et d'après son étude sur trois types de pollen (Daglet Nour, Ghars et L'Arecheti), les résultats des paramètres morphologiques sont étroitement liées à l'espèce et/ou la variété.

## Chapitre II : Résultats et discussion

---

---

En comparant ses résultats avec les cultivars que nous avons étudiés (Hamraya et Bouhlase), nous constatons qu'en termes de longueur de spathes :

La longueur des spathes dans les cultivars choisis par (Soltane, 2021) est plus élevée (Daglet Nour=87.83cm, Ghars=72.67cm, L'Arecheti =90.33cm) que dans les cultivars étudiées (Hamraya =59cm, Bouhlase=66cm).

En ce qui concerne la largeur des spathes, le cultivar de Bouhlase renferme la mesure la plus élevée (BH=26cm) de que les cultivars étude de (Soltane,2021) (Daglet Nour= 19.17cm, Ghars=22cm, L'Arecheti =22.33cm).

Pour le poids des spathes, le cultivars L'Arecheti étudié par (Soltane,2021) a obtenu le plus de poids par rapport aux autres cultivars Daglet Nour=980g, Ghars=1100g, L'Arecheti =1795g), (Hamraya =1603g, Bouhlase=1470g).

En ce qui concerne le nombre de épillets/spathes, nous notons que les cultivars étudiés par (Soltane,2021) obtiennent des résultats plus élevés (Daglet Nour= 207, Ghars=248, L'Arecheti =260) que les cultivars que nous avons choisi d'étudier (Hamraya =155, Bouhlase=167) et sont les plus élevées chez le cultivar L'Arecheti.

Pour les paramètres chimiques et d'après les études de (Ben Seghier,2018), on note que l'acidité titrable chez les cultivars ( Daglet Nour =17.49% et Daglet Beida=23.24% et Ghars=20.88%) ont des valeurs beaucoup plus élevées que chez les deux cultivar que nous avons étudié (Hamraya =7.35%, Bouhlase=1.4).

Aussi, selon (Chala et Chergui,2021), la teneur en polyphénol dans le cultivars Hamraya =229.59mg EAG/gMS, elle est beaucoup plus élevée que la valeur moyenne que nous avons obtenue dans notre étude avec Hamraya =58.71mgEAG/gMS

A la lumière de ces résultats, la variété, l'entretien de palmier, les conditions climatiques et de stockage du pollen jouent un rôle majeur dans la détermination des caractéristiques de cultivars et n'oublie pas non plus l'effet du milieu, du climat et le stade de récolte sur les propriétés.

Les propriétés chimiques affectent la conservation et le stockage de pollen. La variété et les propriétés du pollen jouent également un rôle important dans le processus des pollinisation

# Conclusion



## Conclusion et perspectives

Nous avons effectué une étude sur les grains de pollen de deux variétés de palmier dattier de la région d'El-Outaya et Biskra (Hamraya et Bouhles) dans le but de caractériser leur morphologie et les paramètres de reproduction (nombre de fleurs/épillets, longueur de l'épillets, longueur de la partie à fleur, test de germination et de coloration), et d'examiner l'influence de type de conservation sur la viabilité des grains de pollen, leurs propriétés physico-chimiques (taux d'humidité, teneur en cendre, acidité titrable, éléments minéraux et teneur en matière grasse), biochimiques (les sucres réducteurs et totaux) et phytochimiques (contenu en polyphénols, en flavonoïdes, et activité antioxydante). L'objectif de ce travail était de comparer quantitativement le pollen des deux variétés de palmier dattier en se basant sur les caractéristiques étudiées.

La teneur en eau dans les pollens des deux variétés est respectivement de 55% et 58%, la variété Hamraya enregistrant un taux d'humidité plus élevé. La moyenne des teneurs en cendre dans les pollens est de  $1,34\% \pm 1,99\%$ , avec une valeur extrême de 1,99% pour la variété Bouhles, tandis que la variété Hamraya présente une valeur plus faible de 1,34%.

L'acidité titrable dans les différentes variétés est en moyenne de  $1,39\% \pm 7,7\%$ . Les résultats indiquent une forte acidité de 1,4% pour les pollens de Hamraya, alors que le pollen de la variété Bouhles présente une acidité plus faible.

La teneur en matière grasse moyenne été 9,85%, pour le pollen de la variété Hamraya on peut conclure que cette variété peut être utilisée dans la fabrication pharmaceutique et alimentaire.

Le taux de minéraux varie d'une variété à l'autre, avec les pourcentages les plus élevés enregistrés pour le calcium (Hamraya, 72 mg/L), le magnésium (Bouhles, 81,6 mg/L) et le potassium (Hamraya, 64,55 mg/L). Cela met en évidence la supériorité de ces variétés en termes de qualité minérale.

La composition phyto-chimique (présence de polyphénols et de flavonoïdes) joue un rôle essentiel dans la détermination de la valeur des pollens de palmier. La quantité des polyphénols et des flavonoïdes confère une qualité supérieure à la variété Hamraya ( 58,71 mg EAG/g MS ; 1,85  $\mu\text{g}$  EQ/g MS respectivement). Concernant l'activité antioxydante IC50%, nous avons enregistré un résultat optimal de 38,91mg/ml, correspondant au pourcentage d'inhibition des radicaux libres pour la variété Hamraya.

En ce qui concerne les résultats obtenus pour les caractéristiques morphologiques, ils sont les suivants :

La variété Hamraya (HM) présente le poids de spathes le plus élevé (1930 g).

Le nombre d'épillets est plus élevé dans la variété Bouhles (BH), avec une moyenne de 167. Le pourcentage de germination est plus élevé dans chez la variété Hamraya (HM).

Concernant la comparaison entre le type de pollen frais et conservé au congélateur, les résultats obtenus ont montré que le pollen frais des deux variétés présente les meilleurs pourcentages de germination en comparant avec ceux conservés au congélateur à une température de (- 25C°)

En conclusion, les cultivars de Hamraya ont dévoilé de meilleurs résultats que ceux de Bouhles dans l'ensemble des caractéristiques étudiées ce qui incite à l'utiliser comme meilleur pollinisateur et Les composés bioactifs du pollen peuvent être utilisés pour le développement de médicaments et dans l'industrie alimentaire.

Cependant, il est nécessaire de poursuivre les études sur le pollen pour mieux comprendre ses caractéristiques et les avantages de chaque type, ce qui permettra de mieux déterminer la préférence pour l'une ou l'autre variété, d'autres études aussi sont nécessaires pour examiner la valeur nutritionnelle des éléments nutritifs et les acides aminés contenus dans chaque type de pollen et essayer d'extraire et d'incorporer la matière grasse dans des formulations pharmaceutiques, cosmétiques et alimentaire.

## Références Bibliographiques

1. Assami, T., et al. "Contribution of remote sensing in the study of the relationship between soil surface state and soil landscapes in arid areas: the example of the region of El Outaya (Biskra)." (2014): 60-71.
2. Ansri S., & Djenhi I., (2021). Screening phytochimique et étude biologique d'une plante médicinale de la flore algérienne (*Borago Officinalis*) (Doctoral dissertation, university center of abdalhafid boussouf-Mila).
3. Baba, M., Mzabri, I., Mimouni, J., & Berrichi, A. (2022). La parthénocarpie chez le palmier dattier: diagnostic et causes potentielles chez le cultivar Assiane de l'oasis de Figuig au Maroc.
4. Babahani, s., Eddoud, a., Siboukeur, s., Chemalla, o., Amiar, a., & Merizig, h. (2020). Les pollinisateurs du palmier dattier (dokkars): un patrimoine marginalisé en palmeraies du sud-est d'algerie.
5. Bentradi, N., Gaceb-Terrak, R., Benmalek, Y., & Rahmania, F. (2017). Studies on chemical composition and antimicrobial activities of bioactive molecules from date palm (*Phoenix dactylifera* L.) pollens and seeds. *African journal of Traditional, Complementary and alternative Medicines*, 14(3), 242-256.
6. Bahmanpour, s., Panjeh shahin, m.r., Talaei, t., Vojdani, z., Poust pasand, a., Zareei, s., & Ghaemian, m.. (2006). Effect of phoenix *dactylifera* pollen on sperm parameters and reproductive system of adult male rats. *Iranian journal of medical sciences (ijms)*, 31(4), 208-212. Sid
7. Ben Abbes, F. "Etude de quelques propriétés chimiques et biologiques d'extraits de dattes." *Phoenix dactylifera* (2011): 5-9.
8. Bekkouche et Lebba, 2020 : Contribution à l'étude de quelques caractéristiques du pollen de Palmier Dattier (*Phoenix dactylifera* L.) dans la région d'El Oued. Mémoire de Master. Université Echahid Hamma Lakhdar –El- OUED.
9. Berriha et Bouchareb, 2023 : Recherche des métabolites bioactifs et l'étude de leurs propriétés antioxydant dans le sirop de dattes stocké. Mémoire de Master. Université Kasdi Merbah Ouargla.
10. Chenini et Chiguer, 2020 : caractérisation phénotypique du palmier mâle dans la région de Biskra. Mémoire de Master. Université Mohamed Khider de Biskra.
11. Delmotte, S. (2009). Publications scientifiques en sciences humaines : L'argumentation dans l'accès aux savoirs dans l'édition numérique. *Les Cahiers du numérique*, 5, 53-84.
12. Downie, B. (1994). Conservation ex situ de pollen et de graines, et de cultures in vitro de plantes ligneuses pérennes.

13. Daoud, A., Malika, D., Bakari, S., Hfaiedh, N., Mnafigui, K., Kadri, A., & Gharsallah, N. (2019). Assessment of polyphenol composition, antioxidant and antimicrobial properties of various extracts of Date Palm Pollen (DPP) from two Tunisian cultivars. *Arabian Journal of Chemistry*, 12(8), 3075-3086.
14. Dubois, M., Gilles, K. A., Hamilton, J. K., Rebers, P. T., & Smith, F. (1956). Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Analytical chemistry*, 28(3), 350-356.
15. El Faiz, N., Azizi, S., Bihi, I., Nani, A., & Bahiani, M. (2022). Classification de quelques cultivars de dattes de la région de Reggane selon leurs index glycémiques (Doctoral dissertation, Université Ahmed Draïa-Adrar).
16. Gursoy, N., Sarikurkcu, C., Cengiz, M., & Solak, M. H. (2009). Antioxidant activities, metal contents, total phenolics and flavonoids of seven *Morchella* species. *Food and Chemical Toxicology*, 47(9), 2381-2388.
17. Halouadji et Limam, 2016 : Caractéristiques physicochimiques et organoleptiques de quelques variétés de dattes consommées dans la région d'Adrar (Sud-ouest d'Algérie) Mémoire de Master. Université Kasdi Merbah Ouargla
18. HALIMI, H. (2004). La Caractérisation Des Palmiers Dattiers Males Dans La Région de Ouargla En Vue D'une Sélection Qualitative (Doctoral dissertation, université kasdi merbah Ouargla).
19. Hassan, H. M. (2011). Chemical composition and nutritional value of palm pollen grains. *Global J Biotechnol Biochem*, 6(1), 1-7.
20. Kaanin, G., & Harfi, L. (2012). Extraction et caractérisation physico-chimique et biologique de l'huile du noyau de datte : essai d'incorporation dans une margarine de table. Mémoire de fin d'études, université de Bejaia, Algérie.
21. Kouamé, N. M. T., Soro, K., Mangara, A., Diarrassouba, N., Koulibaly, A. V., & Boraud, N. K. M. (2015). Étude physico-chimique de sept (7) plantes spontanées alimentaires du centre-ouest de la Côte d'Ivoire. *Journal of applied biosciences*, 90, 8450-8463.
22. Khali, M., Boussena, Z., & Boutekrabt, L. (2015). Effet de l'incorporation de noyaux de dattes sur les caractéristiques technologiques et fonctionnelles de la farine de blé tendre. *Nature & Technology/Nature & Technologie*, (12).
23. Karra, Sirine, et al. "Male date palm flowers: Valuable nutritional food ingredients and alternative antioxidant source and antimicrobial agent." *South African journal of botany* 131 (2020): 181-187.

24. Lecheb, F. (2010). Extraction et caractérisation physico-chimique et biologique de la matière grasse du noyau des dattes (Doctoral dissertation, Boumerdès, Université M'hamed bougara. Faculté des Sciences de L'ingénieur).
25. Lekbir, A., Lombarkia, O. A., Haddad, S., Mizane, B., Noui, Y., Abdeddaim, M., & Ferhat, R. (2015). Phenolic contents and antioxidant activity of six Algerian date palm (*Phoenix dactylifera* L.) cultivars. *Annals: Food Science and Technology*, 15, 201-206.
26. Lu, M., Yuan, B., Zeng, M., & Chen, J. (2011). Antioxidant capacity and major phenolic compounds of spices commonly consumed in China. *Food research international*, 44(2), 530-536.
27. Moualkia et Gourmati, 2015 : Détermination de substances naturelles a potentialités antioxydante et anti- inflammatoire de plantes *Punica granatum* L et *Lawsonia inermis*. Mémoire de Master. Université des frères Mentouri Constantine.
28. Nehdi, I., et al. "Characteristics and chemical composition of date palm (*Phoenix canariensis*) seeds and seed oil." *Industrial crops and products* 32.3 (2010): 360-365.
29. Popovici, C., Saykova, I., & Tylkowski, B. (2009). Evaluation de l'activité antioxydant des composés phénoliques par la réactivité avec le radical libre DPPH. *Revue de génie industriel*, 4(8).
30. Sayah, Z. (2010). Etude comparative des caractéristiques physico-chimiques et biochimiques des dattes de la cuvette de Ouargla. Laboratoire de protection des écosystèmes en zones arides et semi-arides, faculté des sciences de la nature et de la vie.
31. Sebi, H., Bchir, B., Karra, S., Mokni Ghribi, A., Attia, H., Blecker, C., & Besbes, S. (2016). Pollen du palmier dattier: Propriétés physico-chimiques et techno-fonctionnelles. In *Quatrièmes Journées Scientifiques de l'Agro-Alimentaire*.
32. Shukla, A., Vats, S., & Shukla, R. K. (2015). Phytochemical screening, proximate analysis and antioxidant activity of *dracaena reflexa* lam. Leaves. *Indian journal of pharmaceutical sciences*, 77(5), 640-644
33. Rahim, G., Qureshi, R., Gulfraz, M., Arshad, M., & Rahim, S. (2012). Preliminary phytochemical screening and ethnomedicinal uses of *teucrium stocksianum* from malakand division. *Journal of medicinal plants research*, 6(5), 704-707.
34. Teow, Choong C., et al. "Antioxidant activities, phenolic and  $\beta$ -carotene contents of sweet potato genotypes with varying flesh colours." *Food chemistry* 103.3 (2007): 829-838.
35. Thouri, A., Chahdoura, H., El Arem, A., Omri Hichri, A., Ben Hassin, R., & Achour, L. (2017). Effect of solvents extraction on phytochemical components and biological activities of Tunisian date seeds (var. Korkobbi and Arehti). *BMC complementary and alternative medicine*, 17, 1-10.

36. Tambou, H., Abdallah, S., & Souddi, M. (2023). Caractérisation morphologique de quelques cultivars du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) dans la région de Bouda-wilaya d'Adrar (Doctoral dissertation, université Ahmed Draïa-Adrar).
37. TourerN, G. (1967). Le palmier dattier culture et production. Al awamia. Teixeira, R. S. S., da Silva, A. S. A., Ferreira-Leitão, V. S., & da Silva Bon, E. P. (2012). Amino acids interference on the quantification of reducing sugars by the 3, 5-dinitrosalicylic acid assay mislead carbohydrase activity measurements. *Carbohydrate research*, 363, 33-37.
38. Wachira, S. W. (2024). Factors to consider in development of nutraceutical and dietary supplements. In *Pharmacognosy* (pp. 757-768). Academic Press.

## Résumé :

Le but de notre étude a porté sur la caractérisation morphologique, chimiques, biochimiques, et phyto-chimiques de deux variétés de palmiers dattier de la région d'El Outaya, Biskra (Hamraya et Bouhles) ainsi que l'influence de type de conservation sur la qualité des pollens.

Les résultats obtenus montrent que la variété Hamraya présente une qualité supérieure en matière grasse (9.85%), en calcium ( $\text{Ca}^{2+} = 72 \text{ mg/L}$ ) et en  $\text{K}^+$  (64.55mg/L), tandis que la variété Bouhles se distingue par une teneur plus élevée en magnésium ( $\text{Mg}^{2+} = 40 \text{ mg/L}$ ). La composition phytochimique révèle des concentrations légèrement élevées en polyphénols (58,71 mg EAG/g MS) et en flavonoïdes (1,85  $\mu\text{g EQ/g MS}$ ) pour la variété Hamraya, en revanche BH détient la IC50% la plus efficace avec 33.84 mg/ml. De plus, Hamraya illustre de meilleures caractéristiques morphologiques, avec un poids de spathe de 1603 g, nombre de fleurs (92), longueur de l'épillet (27cm) et la partie à fleur (24cm) et un pourcentage de germination avec 70.51%. Aussi l'étude a révélé que les pollens frais des deux variétés sont plus viables que ceux conservés au congélateur.

On conclut que la variété hamraya est le meilleur pollinisateur et les composés bioactifs du pollen peuvent être utilisés pour le développement de médicaments et dans l'industrie agro-alimentaire.

**Mots clés :** pollen, propriétés chimiques, propriétés biochimiques, propriétés phytochimiques, pollinisateur, conservation, morphologiques.