



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



**Université Amar Telidji-Laghouat**

FACULTE DES SCIENCES  
DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES

**MEMOIRE DE MASTER**

Présenté par : *M<sup>elle</sup>* Kazouai Khadidja

DOMAINE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE (SNV)

FILIERE : SCIENCES ALIMENTAIRES

SPECIALITE : AGROALIMENTAIRE ET CONTROLE DE QUALITE

**Thème**

**Caractérisation microbiologique des dattes molles de la  
région de Laghouat : aspects qualitatifs et aptitude à la  
conservation**

**Soutenu le : 22/06/2023**

**Jury de soutenance :**

<b>Nom et Prénom</b>	<b>Grade</b>	<b>Qualité</b>
M. Houicher Abderrahmane	Professeur (UAT-Laghouat)	Président
Mm. Lounici Safia	Maitre-assistant "A"(UAT-Laghouat)	Examineur
M. Goudjal Yacine	Professeur (UAT-Laghouat)	Rapporteur

**Session : Juin 2022**

## *Dédicaces*

*Je dédie ce modeste travail*

*A mes chers parents, ma mère Hadj Aïssa Wafa et mon  
père Abdel-Kader*

*Pour leur patience, amour, encouragement et leur  
soutien*

*A mes frères et ma sœur*

*A toute ma grande famille*

*A mes amis et mes camarades*

*Sans oublier tous mes professeurs, que ce soit du  
primaire, du moyen, du secondaire et de l'enseignement  
supérieur*

*Kazouai Khadidja*

# Remerciements

*Au terme de ce modeste travail, je tiens à remercier Dieu de m'avoir offert la santé, la volonté et le courage pour franchir les obstacles et achever ce travail*

*Je tiens à remercier également, notre Professeur, M. Goudjal Yacine, Professeur à l'Université de Laghouat pour ses précieux conseils et aides durant toute la période du travail*

*Je remercie aussi M<sup>lle</sup>. Brahimi Imane, Co-promotrice à l'université de Laghouat, pour son aide et son soutien de ce travail*

*Je tiens à remercier M. Houicher. A, Professeur à l'Université de Laghouat d'avoir accepté présider le jury de soutenance*

*Je remercie également M<sup>me</sup>. Lounici, Maître-assistant A à l'Université de Laghouat d'avoir accepté examiner notre travail*

*Je remercie également M. Chouireb Taher pour son aide au cours de l'échantillonnage des dattes dans sa palmeraie*

*Nous remercions à l'occasion, l'ensemble des membres du Laboratoire de l'Université de Laghouat.*

*Merci*

## Résumé

Au cours de la conservation, les dattes subissent des altérations causées par des champignons post récolte. Notre objectif a été d'isoler et d'identifier partiellement les champignons post récolte de deux variétés de dattes molles de la région de Laghouat « Timjhouret », « Archti » et étudier l'effet du gel d'Aloé Véra et de Figuier de Barbarie sur ces champignons comme un agent de biocontrôle alternatif aux fongicides chimiques. D'autres paramètres morphologiques, biométriques, physicochimiques et biochimiques des dattes ont été étudié dans ce travail. Nos résultats d'étude morphologique et biométrique nous ont permis de classer les deux variétés comme des dattes de bonne qualité morphologique. Les données biométriques sont de ; 42,19-53,18mm de longueur et 25,9-37,27mm de largeur avec une masse de 7,08-13,21g. Le pH est de 5,8. Les résultats des polyphénols totaux, des tanins condensés et des anthocyanes les résultats sont respectivement de 54,19-4,74 µg/ml ; 89,78-17,96 µg/ml ; 23,12-12,85 µg/ml. Les sucres totaux et les sucres réducteurs sont respectivement de 79,67%-83,78% et 54,89%-57,19%. Le taux de cendres a été presque égal, il est de 1,3%. L'isolement des champignons nous a permis de les rapprocher à : *Rhizopus stolonifer* ; *Aspergillus niger* ; *Penicillium expansum* et *Penicillium* spp. Deux parmi ces champignons peuvent avoir un effet néfaste sur la santé de consommateur causé par la sécrétion de la patuline qui est une mycotoxine très dangereuse. Les gels d'Aloé véra et de Figuier de Barbarie ont montré un effet sur la croissance fongique, principalement le gel d'Aloé véra contre *Aspergillus niger* et le gel de Figuier de Barbarie contre *Rhizopus stolonifer*. L'utilisation des gels d'Aloé véra et de Figuier de Barbarie a montré des résultats efficaces sur la croissance fongique en culture. Il est à recommander de poursuivre l'étude sur les extraits du gel d'Aloé véra et de Figuier de Barbarie avec d'autres substance notamment la chitosane pour augmenter leur effet et aussi pour les utiliser en enrobage comestibles comme une approche innovante de biocontrôle contre les champignons d'altération post récolte des dattes.

**Mots clés :** dattes molles, Laghouat, champignons d'altération, post récolte, biocontrôle, Aloé véra, Figuier de Barbarie.

## **Abstract**

During storage, dates undergo alterations caused by post-harvest fungi. Our objective was to partially isolate and identify the post-harvest fungi of two varieties of soft dates from the Laghouat region "Timjhouret", "Archti" and to study the effect of Aloe Vera and Prickly Pear frost. on these fungi as an alternative biocontrol agent to chemical fungicides. Other morphological, biometric, physicochemical and biochemical parameters of dates were studied in this work. Our results of morphological and biometric study allowed us to classify the two varieties as dates of good morphological quality. The biometric data are from; 42.19-53.18mm in length and 25.9-37.27mm in width with a mass of 7.08-13.21g. The pH is 5.8. The results of total polyphenols, condensed tannins and anthocyanins the results are respectively 54.19-4.74  $\mu\text{g/ml}$ ; 89.78-17.96  $\mu\text{g/ml}$ ; 23.12-12.85 mcg/ml. Total sugars and reducing sugars are 79.67%-83.78% and 54.89%-57.19% respectively. The ash rate was almost equal, it is 1.3%. The isolation of the fungi allowed us to bring them closer to : *Rhizopus stolonifer*; *Aspergillus niger*; *Penicillium expansum* and *Penicillium* spp. Two of these fungi can have an adverse effect on consumer health caused by the secretion of patulin which is a very dangerous mycotoxin. Aloe vera and prickly pear gels showed an effect on fungal growth, mainly Aloe vera gel against *Aspergillus niger* and prickly pear gel against *Rhizopus stolonifer*. The use of Aloe vera and Prickly Pear gels has shown effective results on fungal growth in culture. It is recommended to continue the study on the extracts of Aloe vera and Prickly Pear gel with other substances, in particular chitosan, to increase their effect and also to use them in edible coatings as an innovative approach to biocontrol against post-harvest spoilage fungi of dates.

**Keywords:** soft dates, Laghouat, spoilage fungi, post-harvest, biocontrol, Aloe vera, Prickly pear.

## ملخص

أثناء التخزين ، تخضع التمور للتغيرات التي تسببها فطريات ما بعد الحصاد. كان هدفنا هو عزل وتحديد فطر ما بعد الحصاد جزئياً لنوعين من التمور الطرية من منطقة الأغواط "تمجورت" ، "أرشتي" ودراسة تأثير الصبار والتين الشائك على هذه الفطريات كعنصر بديل للمكافحة الحيوية عامل لمبيدات الفطريات الكيميائية. تمت دراسة المتغيرات المورفولوجية والبيومترية والفيزيائية والكيميائية الحيوية للتمور في هذا العمل. سمحت لنا نتائج دراستنا المورفولوجية والبيومترية بتصنيف النوعين على أنهما تمور ذات جودة شكلية جيدة. البيانات البيومترية مأخوذة من ؛ 53.18-42.19 ملم في الطول و 37.27-25.9 ملم في العرض وكتلة 13.21-7.08 جم. الرقم الهيدروجيني 5.8. وكانت نتائج البوليفينول الكلي والعفص المكثف والأنثوسيانين على التوالي 4.74-54.19 ميكروغرام / مل. 89.78-17.96 ميكروغرام / مل ؛ 12.85-23.12 ميكروغرام / مل. السكريات الكلية والسكريات المختزلة هي 79.67% - 83.78% و 54.89% - 57.19% على التوالي. كان معدل الرماد متساوياً تقريباً ، فهو 1.3%. سمح لنا عزل الفطريات بتقريبها الى : *Rhizopus stolonifer*; *Aspergillus niger*; *Penicillium expansum* .

*Penicillium spp.* . ثنتان من هذه الفطريات يمكن أن يكون لها تأثير سلبي على صحة المستهلك بسبب إفراز الباتولين وهو سم فطري خطير للغاية. أظهر جل الصبار والكمثرى الشائك تأثيراً على نمو الفطريات وخاصة هلام الصبار ضد *Aspergillus niger* وجل الكمثرى الشائك ضد *Rhizopus stolonifer*. أظهر استخدام هلام الألوّة فيرا والكمثرى الشائك نتائج فعالة في نمو الفطريات في وسط الزرع. يوصى بمواصلة الدراسة على مستخلصات الألوّة فيرا وجل الكمثرى الشائك مع مواد أخرى ، لا سيما الشيتوزان ، لزيادة تأثيرها وأيضاً استخدامها في الطلاءات الصالحة للأكل كنهج مبتكر للمكافحة الحيوية ضد فطور ما بعد الحصاد لفطريات البلح.

**الكلمات المفتاحية:** التمر الرطب ، الأغواط ، الفطريات الفاسدة ، ما بعد الحصاد ، مكافحة الحيوية ، الصبار ، التين الشوكي

## Liste des abréviations

Anses : Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail

APET : Polyéthylène téréphtalate amorphe

BC : biocontrôle

BCA : Agents de biocontrôle

CESB : Comité d'Experts Spécialisé pour l'analyse et l'évaluation des dangers Biologiques dans les aliments

FB : Figuier de Barbarie

INRA : Institut National de la Recherche Agronomique

PDA : Pomme de terre Dextrose Agar

## Index des figures

	<b>Page</b>
<b>Figure 1.</b> Morphologie générale du palmier dattier.....	04
<b>Figure 2.</b> Les pays à tradition phoenicicole à travers le monde.....	06
<b>Figure 3.</b> Morphologie générale de la datte.....	07
<b>Figure 4.</b> Stades de développement des dattes.....	08
<b>Figure 5.</b> La biotechnologie de transformation des datte.....	10
<b>Figure 6.</b> La détérioration du fruit par contamination fongique postrécolte.....	16
<b>Figure 7.</b> L'utilisation des levures "killer yeasts" contre les champignons pré-récolte et postrécolte.....	20
<b>Figure 8.</b> La plante d'Aloé véra.....	22
<b>Figure 9.</b> Le gel d'Aloé véra.....	23
<b>Figure10.</b> Schéma représentatif de la méthode d'enrobage par le gel d'Aloé véra.....	23
<b>Figure 11.</b> Le Figuier de Barbarie.....	25
<b>Figure 12.</b> Photographie montre un palmier dattier.....	26
<b>Figure 13.</b> Photographies montrent la variété de datte 'Archti'.....	27
<b>Figure 14.</b> Photographies montrent la variété de datte 'Timjoughret'.....	33
<b>Figure 15.</b> Photographies montrent la feuille d'Aloé Véra et son gel.....	33
<b>Figure 16.</b> Photographies montrent la feuille de Cactus et son gel.....	37
<b>Figure17.</b> Représentation graphique des valeurs du pH des variétés de dattes étudiées.....	38
<b>Figure18.</b> Représentation des taux de cendres des variétés de dattes étudiée.....	39
<b>Figure 19.</b> Représentation graphique du taux des sucres totaux des deux variétés de dattes étudiées.....	40
<b>Figure 20.</b> Taux des sucres réducteurs des deux variétés de dattes étudiées.....	41
<b>Figure21.</b> Concentrations des polyphénols des deux variétés de dattes étudiées.....	42
<b>Figure22.</b> Concentrations des tannins condensés des deux variétés de dattes étudiées.....	43

<b>Figure 23.</b> Concentrations des anthocyanes dans les deux variétés de dattes.....	44
<b>Figure24.</b> Valeurs de l'indice de brun pour les deux variétés de dattes étudiées.....	45
<b>Figure25.</b> Photographies de colonies mycéliennes isolées des datte Timjhouret et archti.....	46
<b>Figure26.</b> Photographies montrent quelques souches fongiques isolées des dattes Timjhouret et archti et purifiées sur gélose PDA.....	47
<b>Figure27.</b> Photographies montrent quelques souches fongiques isolées des dattes Timjhouret et archti observées sous microscopique optique à grossissement X40 et X100.....	49
<b>Figure 28.</b> Photographies montrent les résultats des tests antifongiques du gel d'Aloé Vera et de cactus contre <i>Aspergillus niger et Penicillium expansum</i> .....	51
<b>Figure 29.</b> Photographies montrent les résultats des tests antifongiques du gel d'Aloé véra et de cactus contre <i>Rhizopus stolonifer et Penicillium spp</i> .....	52

## Index des tableaux

	<b>Page</b>
<b>Tableau 1</b>	classification des dattes selon la texture 09
<b>Tableau 2</b>	Teneurs en minereaux dans les dattes 11
<b>Tableau 3</b>	Températures de conservation des dattes en fonction de la durée de stockage 13
<b>Tableau 4</b>	Quelques Principales espèces de levures aux propriétés antagonistes vis-à-vis les champignons post récolte 19
<b>Tableau 5</b>	Description morphologique des variétés des dattes étudiées selon <b>IPGRI</b> 35
<b>Tableau 6</b>	Résultats des données biométriques des variétés de dattes étudiées 36
<b>Tableau 7</b>	Caractéristiques micro et macromorphologiques pour l'identification partielle des isolats fongiques des dattes Timjhouret et archti. 48
<b>Tableau 8</b>	Répartition des souches isolées pour les deux variétés des dattes étudiées 49

## Liste des annexes

**Annexe I .** Descripteur de l'IPGRI.

**Annexe II .** Composition de réactif Folin ciocalteau.

**Annexe III .** Courbe d'étalonnage de l'acide gallique utilisé pour le dosage des polyphénols totaux.

**Annex IV .** Courbe d'étalonnage de l'acide tannique utilisé pour le dosage des tanins condensés.

**Annexe V .** Courbe d'étalonnage utilisée pour le dosage des anthocyanes.

## TABLE DES MATIERES

### Dédicace

### Remerciements

Résumé .....	I
<b>Abstract</b> .....	II
ملخص .....	III
<b>Liste</b> des abréviations .....	IV
Index des figures.....	V
Index des tableaux .....	VI
Liste des annexes .....	VII

### Introduction

Introduction .....	1
--------------------	---

### Partie bibliographique

#### Chapitre 1. Le palmier dattier

1. Taxonomie et origine du palmier dattier .....	3
1.1. Exigences écologiques .....	3
1.2. Morphologie générale du palmier dattier.....	3
1.2.1. Système racinaire .....	5
1.2.2. Système reproducteur.....	5
1.2.3. Système végétatif aérien .....	5
1.3. Air géographique du palmier dattier .....	5
1.3.1. Dans le monde.....	5
1.3.2. En Algérie .....	6

#### Chapitre II. La datte

1. Description de la morphologie de la datte .....	7
--	---

1.2. Stades de développement des dattes .....	7
1.3. Classification des variétés de dattes.....	9
1.4. Transformation des dattes .....	9
1.4.1. Sirop des dattes .....	9
1.4.2. Pate des dattes .....	9
1.4.3. Farine des dattes .....	9
1.5. Paramètres physicochimiques et biochimiques des dattes.....	10
1.5.1. Le pH.....	10
1.5.2. La teneur en sucre .....	11
1.5.3. La teneur en eau .....	11
1.5.4. Les éléments minereaux .....	11
1.6. La diverssité microbienne des dattes .....	11
1.7. Traitement post-recolte des dattes .....	12
<b>Chapitre III. Les champignons d'altération postrécolte</b>	
1. Généralités sur les champignons d'altération postrécolte .....	14
1.1. Définition .....	14
1.2. Classification des champignons.....	14
1.3. Les champignons de stockage.....	14
1.4. Le processus d'infection des dattes par les chamignons post-récolte.....	14
1.5. Le problèmes des mycotoxines dans les fruits.....	14
1.6. Les moyens de lutte contre les champignons de stockage.....	14
1.6.1. Lutte chimique .....	14
1.6.2. Irradiation Gama .....	14
1.6.3. La temperature .....	14
1.6.4. Lutte biologique (ou biocontrole) .....	14
<b>Chapitre IV. Le gel d'Aloé véra et Le Figuier de Barbarie</b>	
1. Généralités sur l'Aloé véra .....	23
2. Le gel d'Aloe véra .....	23
2.1. Propriétés anti-fongiques .....	24
3. Généralités sur le Figuier de Barbarie " <i>Optuna ficus-indica</i> " .....	24
3.1. Le gel de cactus.....	24
<b>Matériel et Méthodes</b>	
1. Présentation du site d'étude.....	25

1.1. La zone échantillonnée .....	25
1.2. Les échantillons des dattes.....	25
2. Description des variétés de dattes.....	27
3. Paramètres biométriques .....	27
4. Paramètres physicochimiques .....	28
4.1 Mesure du pH.....	28
5. Paramètres biochimiques.....	28
5.1. Les sucres solubles.....	28
5.2. Les sucres réducteurs .....	28
6. Préparation d'une solution à base des dattes .....	29
6.1. Dosage des polyphénols totaux.....	29
6.2. Dosage des tanins condensés .....	29
6.3. Dosage des anthocyanes .....	30
7. Taux de cendres .....	30
8. Indice de brun .....	31
9. Les analyses microbiologiques.....	31
9.1. Le milieu de culture utilisé .....	31
9.2. Isolement et identification partielle des champignons d'altération post-récolte .....	31
9.2.1 Isolement et mise en culture.....	31
9.2.2. Purification .....	31
9.2.3. Lecture des résultats .....	32
9.2.4. Identification partielle des champignons .....	32
10. Récolte et extraction de gel d'Aloé véra et du Figuier de Barbarie .....	32
10.1. Test d'antagonisme entre les souches isolées et les gels d'Aloé véra et de Figuier de Barbarie.....	34

### **Résultats et discussions**

1. Résultats de l'étude morphologique des dattes .....	35
1.1. Résultats de la description des dattes.....	35
1.1.2. Discussion des résultats de la description des dattes .....	35
1.2. Résultats des données biométriques .....	36
1.2.1. Discussion des résultats des données biométriques .....	36
2. Résultats des analyses physicochimiques.....	37

2.1. Résultats de la mesure du pH.....	37
2.1.2. Discussion des résultats de la mesure du pH .....	37
3. Résultats des analyses biochimiques .....	38
3.1. Résultats du taux de cendres .....	38
3.1.2. Discussion des résultats du taux de cendres.....	38
3.2. Résultats du dosage des sucres totaux .....	38
3.2.1. Discussion résultats du dosage des sucres totaux .....	39
3.3. Résultats du dosage des sucres réducteurs.....	39
3.3.1. Discussion des résultats du dosage des sucres réducteurs .....	40
3.4. Résultats du dosage des polyphénols totaux.....	40
3.4.1. Discussion des résultats du dosage des polyphénols totaux.....	41
3.5. Résultats du dosage des tannins condensés .....	42
3.5.1. Discussion des résultats du dosage des tannins condensés .....	42
3.6. Résultats du dosage des anthocyanes.....	42
3.6.1. Discussion des résultats du dosage des anthocyanes .....	43
3.7. Résultats et de la détermination de l'indice de brunissement.....	43
4. Résultats des analyses microbiologiques.....	44
4.1. Résultats des isollements microbiens à partir des dattes .....	44
4.2. Résultats de la purification et de l'identification partielle des isolats .....	45
4.3. Discussion des résultats de l'identification partielle des isolats.....	49
5. Résultats de l'effet antifongique du gel d'Aloé véra et de Figuier de Barbarie .....	50

### **Conclusion**

Conclusion.....	54
-----------------	----

<b>Références bibliographique</b>	56
-----------------------------------	----

<b>Annexes</b>	64-66
----------------	-------

# **Introduction**

---

### Introduction

Le palmier dattier constitue depuis longtemps un élément majeur dans l'économie rurale en régions arides et notamment au bas Sahara par ses fruits « dattes » (Dakhia et *al.*, 2013).

L'Algérie est un pays phoenicicole à grande production et consommation des dattes et ses dérivés avec une large commercialisation à l'échelle national et international (Bouguedoura et *al.*, 2010). La datte algérienne est un produit de qualité spécifique. Cependant, malgré un réel potentiel tant au niveau de la qualité que de la quantité de sa production, la datte souffre de dysfonctionnement divers, principalement les pertes au cours de stockage causées par les altérations microbiennes (Amziane, 2016).

Les dattes commercialisées doivent répondre à des critères qualitatifs dépendants des circonstances différentes, de la culture jusqu'à stockage (Reynes, 1994). Le stockage pour cela constitue une étape clé dans la commercialisation et la consommation des dattes (Cherif, 2021). Différents agents peuvent être à la cause des grandes pertes de production et principalement les pertes d'origine microbiologique et plus précisément causées par les champignons post-récolte au cours du stockage (Bautista-Banos, 2014). La datte comme tous autres fruits peut être exposée à une altération d'origine microbiologique due à des champignons post-récolte qui affectent sa conservation (Bano et *al.*, 2023). Dans ce cadre, la préservation et le maintien de qualité des dattes ont une relation étroite avec les circonstances et les manipulations pendant le stockage. Donc l'application des méthodes de lutte et de conservation sont toujours recommandées (Misbah et *al.*, 2021).

Les agents de lutte les plus utilisés sont les fongicides d'origine chimique (Estanova, 2016), mais les substances actives utilisées comme fongicides présentent des risques potentiels sur la santé humaine (ANSES, 2021). Pour cela, divers nouveaux moyens à base des plantes sont largement explorés comme alternatifs de biocontrôle lors de la conservation (Maan et *al.*, 2021).

Le travail représenté dans ce document a pour objectifs d'isoler les champignons post-récolte qui affectent les dattes de la variété molle d'une part et d'autres part tester l'effet anti-fongique des substances de biocontrôle qui sont le gel d'Aloé véra et le gel de Figuier de Barbarie sur la croissance des champignons isolés.

Après expliquer le contexte du travail et déterminer la problématique, la méthodologie s'articule en trois parties : la première partie représente des généralités sur le

palmier dattier et la datte aussi les champignons post récolte et les problèmes de conservation avec une explication des effets antifongique du gel l'Aloé véra et de cactus. La deuxième partie est l'étude expérimentale (matériel et méthodes) qui montre une représentation de la région d'étude et aussi la région échantillonnée, le matériel végétal ainsi que les protocoles expérimentaux. La troisième partie est consacrée pour la représentation des résultats et leurs discussions. Le travail est achevé par une conclusion qui remembre les résultats du travail et ses perspectives.

# **Partie bibliographique**

---

## 1. Taxonomie et origine du palmier dattier

Le palmier dattier est cultivé depuis la plus haute antiquité (Munier, 1953). C'est parmi les espèces végétales les plus anciennes (Sedra, 2001). Du point de vue taxonomique, la nomination "*Phoenix dactylifera*" est repris par Line en 1734 (Peyron, 2000). Le nom "*Phoenix*" est donné par les Grecs signifiant l'arbre des phéniciens ; "*dactylifera*" du mot dactulos, c'est à dire un doigt, allusion faite à la forme du fruit.

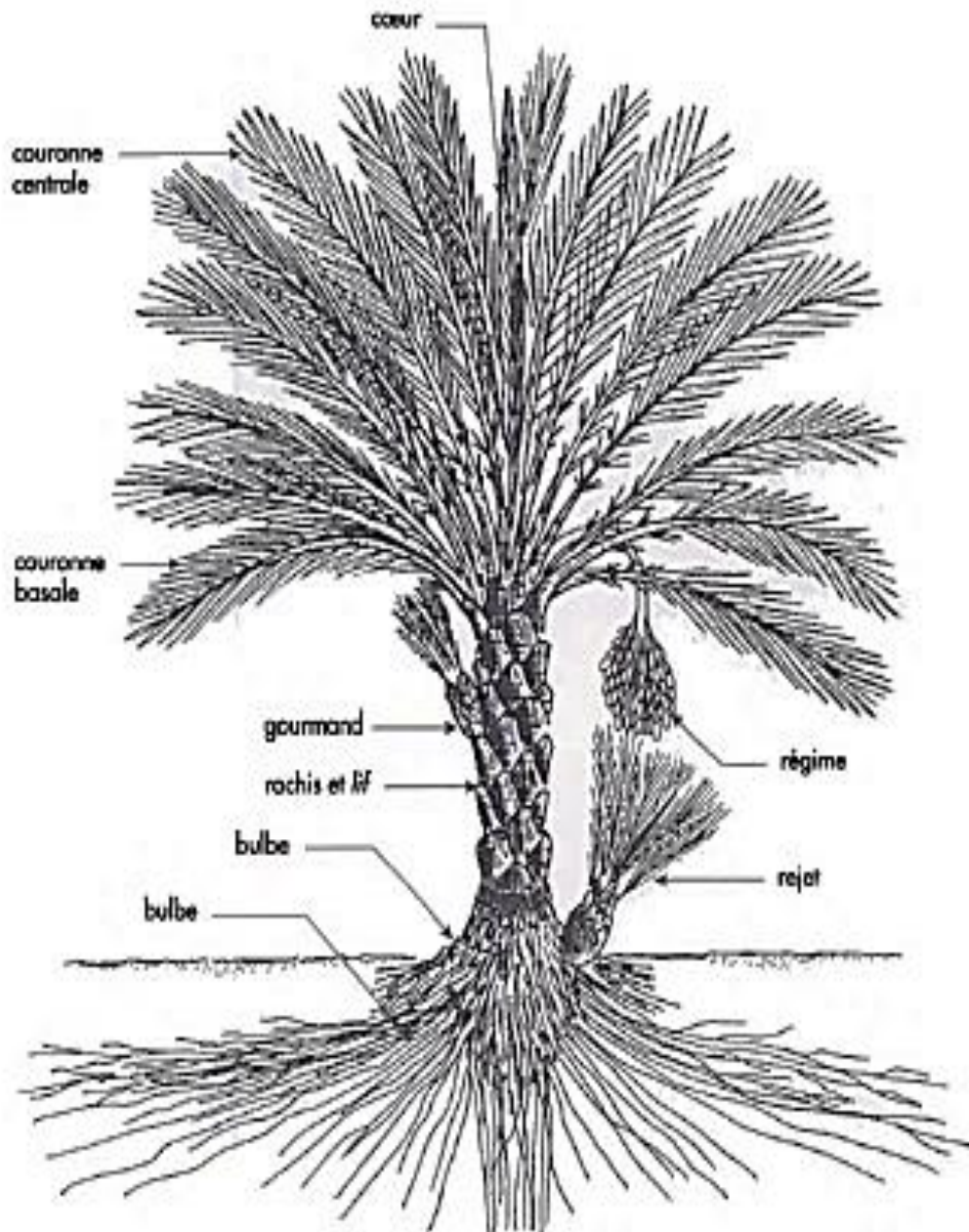
Les origines décrites par Munier, (1953) et Toutain, (1967) concernant la culture du palmier dattier dit que c'est une culture pratiquée dans les régions désertiques ou son fruit est considéré comme un aliment de frugalité en raison des circonstances écologiques difficiles de ces régions.

### 1.1. Exigences écologiques

Le palmier dattier, comme tout autres espèces végétales, recommande des exigences en température et en eau. Selon Toutain, (1967), la culture du palmier dattier nécessite une température élevée variable selon les régions, citant comme exemple l'Espagne ou la pratique de cette culture est faite dans les régions dont la température est à 18°C, et Laghouat à partir de 20°C. D'autre part, le palmier dattier montre une tolérance au sols arides et semi arides (Rebourd, 1947).

### 1.2. Morphologie générale du palmier dattier

Le palmier dattier est une monocotylédone arborescente (Ben Abdallah, 1990). Son tronc ou bien stipe prend la forme cylindrique en général mais parfois sa forme est tronconique son diamètre varie selon les conditions écologiques et l'élongation est assurée par le bourgeon terminal dans la partie coronaire (Peyron, 1998). Le stipe porte des palmes issues de bourgeon terminal et qui prennent la forme des hélices rapprochés (Toutain, 1967).



**La couronne, ou frondaison**

le feuillage de l'arbre

- les palmes
- couronne basale, formée des palmes les plus âgées
- couronne centrale, formée des palmes en pleine activité
- palmes du cœur, dont celles en pinceau
- les inflorescences et les régimes

**Le tronc, ou stipe**

- les rachis des palmes
- le fibrillum, ou lif
- les gourmands et les rejets

**Les racines, ou système racinaire**

- le bulbe
- les racines

Figure 1 : Morphologie générale du palmier dattier (Peyron, 1994)

### 1.2.1. Système racinaire

Le système racinaire du dattier regroupe de nombreuses racines longues, obliques à disposition horizontales (Belabaci, 1988). Ce système est volumineux, peut ramifié et a extension profonde (Munier, 1973). Durant la phase juvénile, il existe sept types de racines avec des caractéristiques particulières (Mimoun et *al.*, 2015), mais Selon Peyron (2000) le système racinaire du palmier dattier est représenté en quatre zones : racines respiratoires, racines de nutrition, racines d'absorption et racines pivotantes.

### 1.2.2. Système reproducteur

La fécondation des fleurs dans le cas du palmier dattier est assurée par l'homme. C'est une espèce allogame (Melliani et *al.*, 2016), au niveau de la région coronaire, à partir de bourgeon naissent les inflorescences. La spathe à la base du palmier protège les axes inflorescentiels de la chaleur (Gros-Balthazard, 2012). Le palmier est une plante diploïque c'est-à-dire chaque individu ne porte que des inflorescences d'un même sexe (Peyron, 2000). Seules les fleurs fécondées arrivent à la maturité (Barrow, 1998).

### 1.2.3. Système végétatif aérien

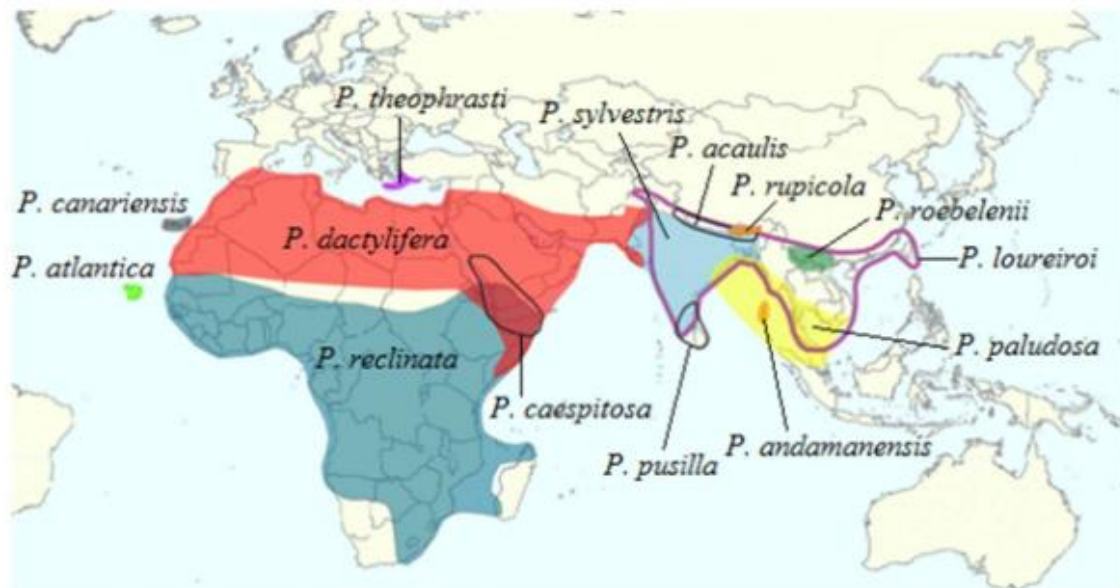
L'architecture du *Phoenix dactylifera* L. est représentée par le stipe et les palmes. Pour le stipe, sa forme est cylindrique et à même diamètre (Peyron, 2000). Le palmier dattier produit des troncs de rejet en bas qui ont un rôle majeur dans le mécanisme de réitération totale (Gros-Balthazard, 2012). Les feuilles sont indupliquées avec des folioles irrégulières qui se terminent par des épines. En général, les folioles qui se trouvent au-dessus d'épine sont plus longues que celles situées à l'extrémité (Rahmoun, 2018).

## 1.3. Aire géographique du palmier dattier

### 1.3.1. Dans le monde

La culture du palmier dattier est focalisée dans les régions arides au sud de la Méditerranée et en Proche-Orient depuis le sud-Est de l'Iran jusqu'à la côte atlantique de l'Afrique du Nord à l'Ouest (Zango, 2016). En Europe, l'Espagne reste le seul pays à

produire les dattes (Matalah, 2004). La phoeniciculture est également pratiquée aux Etats-Unis d'Amérique (Booij et *al.*, 1992). Concernant l'Afrique, le palmier dattier se trouve dans les zones sub-sahariennes notamment dans les pays sahéliens. Pour l'Australie, Mexique et l'Argentine, la culture est en faible échelle (Zango, 2016) .



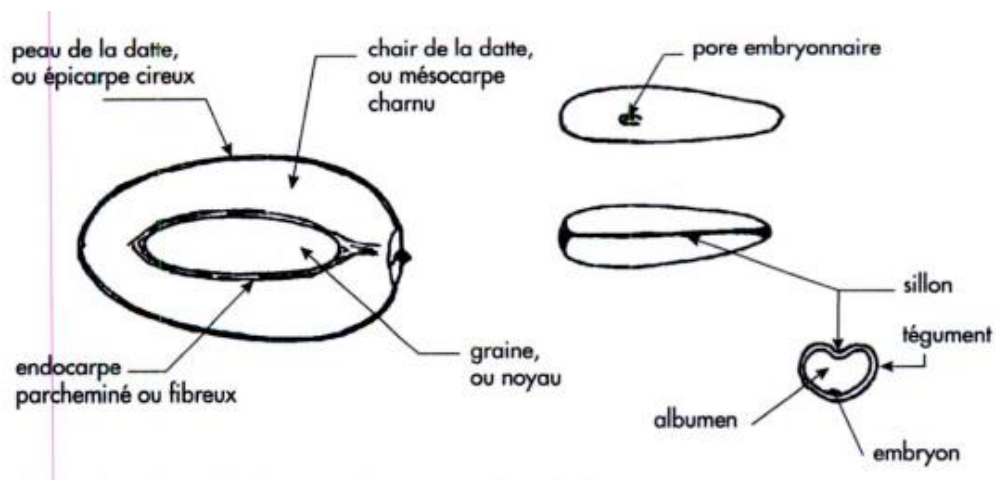
**Figure 2** : Les pays à tradition phoenicicole à travers le monde (Zango, 2016)

### 1.3.2. En Algérie

L'Algérie est classée en 6<sup>ème</sup> rang mondial et la 1<sup>ière</sup> en magrheb en phoeniciculture (Aberlenc-Bertossi, 2017). Les palmeraies en Algérie sont réparties dans les appuis des montagnes de l'Atlas (Ksour Oules Nail, Aurès) et à l'est (Biskra, Oued rhir, oued Souf et le bassin de Ouargla), à l'ouest : le Saoura, le Touat (Adrar), Gourara (Timimoune), Reggan (Tidikelt), au centre : le M'zab (ghardaia), El-Goléa et Laghouat (Bouguedoura et *al.*, 2015).

### 1. Description de la morphologie de la datte

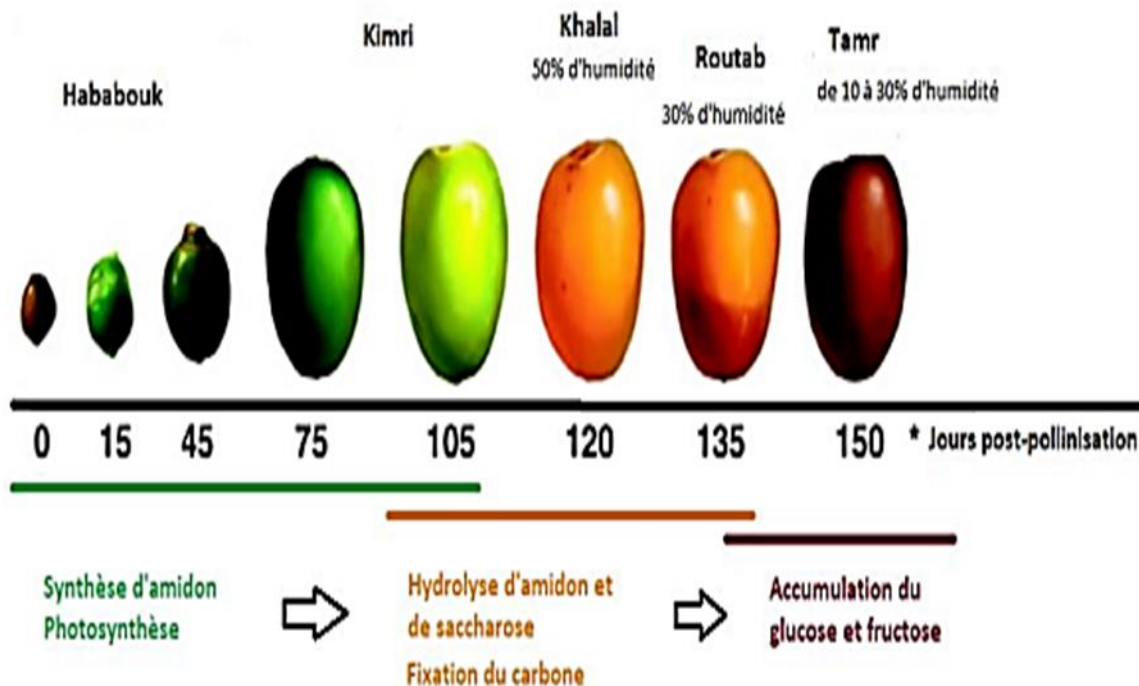
La datte est constituée d'une partie charnue riche en sucre appelée mesocarpe, portée par un epicarp fin (El Houmaizi, 2002). Sa couleur et sa texture varient selon la variété et le fruit a une seule graine à albumen tres dur de texture appelée communément « noyau », recouvert par l'endocarpe (Misbah et *al.*, 2022) .



**Figure 3** : Morphologie générale de la datte (Peyron, 2000).

### 1.2. Stades de développement des dattes

Selon Esafahani, (2011) le carpelle évolue par développement en passant par 5 stades comme indiqué par la figure 4.



**Figure 4** : stades de développement des dattes (Misbah et *al.*, 2022).

**-Stade Hababouk** : Après la pollinisation, le fruit prend la forme arrondie et une couleur crème avec des rayures vertes, c'est le stade le plus long qui dure de 4-5 semaines.

**-Stade Kimri** : Le stade apparaît après 17 semaines de la pollinisation, le fruit s'allonge et prend la couleur verte avec une texture dure, c'est dans ce stade où les tanins arrivent à une concentration maximale et deux phases sont distinguées : la première est marquée par la prise en masse et de volume de fruit avec une augmentation des sucres et plus d'acidité, la 2<sup>ème</sup> phase est la réduction de l'acidité et également la masse et le volume du fruit.

**-Khalal ou Bisar** : Durant cette phase, le fruit atteint sa plus grande morphologie, la couleur vire en jaune, la texture devient dure et les sucres condensés sont convertis en saccharose.

**-Stade Routab** : La teneur en eau diminue et également le poids du fruit et sa couleur devient plus brune avec un goût d'astringence moins prononcé. À ce stade le saccharose est converti en sucres reducteurs.

**-Stade TAMAR** : Le fruit a tous ses caractéristiques du goût sucré et de couleur marron avec une texture plus molle. L'amidon de la pulpe est transformé totalement en sucres reducteurs.

### 1.3. Classification des variétés de dattes

Selon Peyron, (2000), les dattes peuvent être classées selon leur texture molle ou bien dure (tableau 1).

**Tableau1** : classification des dattes selon la texture (Peyron, 2000).

La texture	catégories
molle	Molle Demi-molle
dure	Demi-sèche Sèche

### 1.4. Transformation des dattes

#### 1.4.1. Sirop des dattes

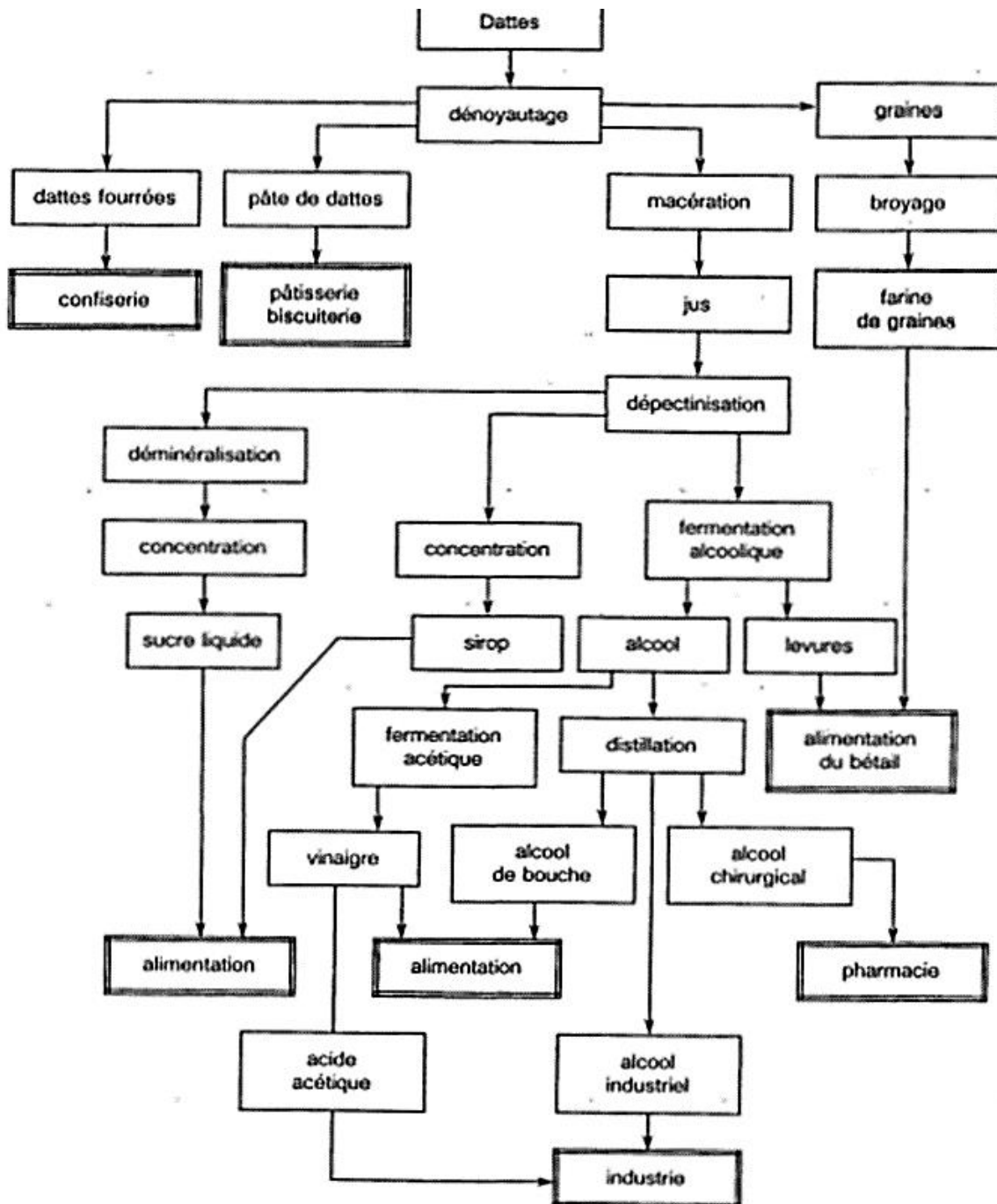
Les dattes sont considérées comme des aliments riches en sucre. Ceci permet l'extraction du sirop par chauffage à haute température (Djaferi et *al.*, 2021).

#### 1.4.2. Pâte des dattes

Des dattes molles à demi-molles sont humidifiées pour produire des pâtes après l'addition de la farine ou le sirop des dattes pour leur donner une consistance convenable (Harrak & Boujnah, 2012).

#### 1.4.3. Farine des dattes

Elle est préparée à partir des dattes sèches ou susceptibles de le devenir après dessiccation. Cette farine est utilisée en pâtisserie et biscuitrie (Megullati, 2021).



**Figure 5** : Schéma technologique de transformation des dattes (Djafri et al., 2021)

## 1.5. Paramètres physicochimiques et biochimiques des dattes

### 1.5.1. Le pH

La datte à un pH variable selon la variété mais les pH les plus communs se situent entre les valeurs 5.3 et 6.3 à l'exception de quelques variétés (Reynes et al., 1994). Non

seulement la variété est à considérer, les stades de développement aussi jouent un rôle dans la détermination du pH (Cheikhi et *al.*, 2019) .

### 1.5.2. La teneur en sucre

Les dattes possèdent une chair avec un taux de sucre relativement élevé. Elles sont riches en glucose et fructose et aussi en saccharose (Harrak et *al.*, 2005). d'après Estanove, (1990), les sucres reducteurs au stade khalal sont moins présents que les sucres totaux ; et au stade Rotab les sucres reducteurs sont à moitié des sucres totaux avec un pourcentage général de 50 à 90% .

### 1.5.3. La teneur en eau

La teneur en eau des dattes évolue en fonction du stade de maturité (Booij et *al.*, 1992). D'après Estanova, (1990) quelque soit la variété de la datte, la teneur en eau est souvent entre 10-40% .

### 1.5.4. Les éléments minéraux

La teneur en minéraux est maximale au stade vert pour toutes les variétés des dattes puis elle décroît jusqu'au stade Rotab (Benchaban, 2007). Selon Booij et *al.* (1992) les teneurs trouvées en général sont présentées dans le tableau (2) .

**Tableau 2** : Teneurs des dattes en éléments minéraux

Les minéraux	Les teneurs
potassium	0.6 %
calcium	0.05 %
magésium	0.04 %
phosphore	0.045 %
Fer	60 ppm

### 1.6. La diversité microbienne des dattes

Les levures et les moisissures sont les contaminants les plus communs des dattes notamment *Aspergillus niger* ; *Staphylium botryosum* ; *Phomopsis diospyri* ; *Cladosporium* sp. ; *Alternaria* sp. ; *Macrosporium* sp. ; et *Penicillium*. Ces espèces fongiques attaquent la datte durant la phase de maturation (Abekhti et *al.*, 2013). Concernant les bactéries dans les dattes, elles sont responsables de la transformation des sucres en acide lactique ou acide

acétique après la fermentation et elles lui confèrent la propriété de la fabrication de vinaigre (Boulal, 2017).

Abekhti et *al.*, (2016) ont affirmé que les bactéries anaérobies ne sont pas présentes en grand nombre dans les dattes. Les moisissures les plus altérantes sont : *Aspergillus* ; *Penicillium* ; *Fusarium oxysporum* ; *Fusarium sp.* ; *Alternaria* ; *Rhizopus* et *Botrydiplochia theobromae* (Boulal, 2017). À l'égard de la phase de maturité, le stade khalal et Rotab sont plus susceptibles aux contaminants fongiques plus fréquemment *Penicillium spp.* et *Black aspergilli* (Palou et *al.*, 2016) .

### 1.7. Traitement post-recolte des dattes

L'opération de la récolte constitue une étape très importante pour déterminer la qualité du fruit. Ce processus est qualifié par "très précoce", "précoce", "moyennement précoce", "de saison", "moyennement tardive" ou "tardive", lorsque la récolte est effectuée respectivement en "juillet", "août", "septembre/début octobre", "mi-octobre", "fin octobre", "début novembre" et "mi novembre", respectivement (Misbah et *al.*, 2021). Le traitement est effectué suivant des étapes, commençant par la réception des dattes dans des grands sacs faisant l'objet d'analyses morphologiques générales du fruit (Noutifa et *al.*, 2018). Ensuite les dattes sont pesées et subissent une fumigation à la phosphorine et restent 5 jours en température ambiante (Estanova, 1990). La désinsectisation est recommandée lors d'entroposage de plus l'eau finement pulvérisée à forte pression est utilisée pour le lavage (Munier, 1961). Plusieurs types d'emballage sont utilisés principalement le conditionnement en barquette en APET, un scellage avec un film en APET peut être utilisé aussi (Achour et *al.*, 2003). Quelques précautions sont recommandées selon Munier, (1961) principalement la mise à l'abri des zones humides des dattes après conditionnement tout donnant intérêt au rapport eau/sucre. La conservation des dattes est effectuée à température basse ou négative selon la durée de conservation (tableau 3) d'après Estanova, (1990) .

**Tableau 3** : Temperatures de coservation des dattes en fonction de la durée de stockage

(Estanova, 1990)

<b>Temperature en °C</b>	<b>Durée de conservation</b>
26°C – 27°C	1 mois
15°C – 16°C	3 mois
4°C – 5°C	8 mois
2°C – 3°C	1 an
-17°C - 18°C	Plus d'un an

## 1. Généralités sur les champignons d'altération post-récolte

### 1.1. Définition

Les champignons sont des microorganismes filamenteux, eucaryotes. L'hyphe en est l'élément structural et sa paroi contient le plus souvent de la chitine. La croissance de cette hyphe par ramification forme un mycélium (Larpen, 1997). Ils sont saprophytes et tirent leurs éléments nutritifs de la matière organique morte ou parasites qui tirent leurs éléments nutritifs de tissu végétaux vivants (Corbaz, 1990). La reproduction dans le cas des champignons est caractérisée par deux modalités : asexuée et sexuée qui se fait par des spores. Bien que les champignons aient une structure filamenteuse, quelques espèces sont dimorphiques avec une forme de levure qui se multiplie par bourgeonnement ou par scissiparité (Larpen, 1997).

La croissance des hyphes est strictement apicale. Cette croissance met en jeu la lyse de la paroi et la synthèse du matériel pariétal nouveau. Les hyphes peuvent être septées ou siphonnées (Berton, 1997).

Les moisissures sont d'autant plus redoutables qu'elles peuvent, suivant le cas, tolérer des pH très acides, se développer à des températures s'échelonnant de 0°C à plus de 40°C et supporter de faibles teneurs en eau. Les contaminants, en particulier les moisissures, peuvent être des agents actifs de biodégradation et des producteurs de dangereuses toxines provoquant des changements d'aspect de l'aliment, des altérations organoléptiques et des modifications chimiques (Larpen, 1997).

### 1.2. Classification des champignons

Selon Corbaz, (1990) les classes de champignons distinguées sont :

**-Archimycètes :** Ils sont primitifs liés à la présence de l'eau. Le stade mycéliens est réprimé dans le cas de *Spongospora subterranea* responsable de la gale poudreuse de la pomme de terre.

**-Phycomycètes :** Possèdent un mycélium développé non cloisonné. La reproduction dans cette catégorie est asexuée.

**-Ascomycètes :** Le mycélium des champignons du groupe ascomycète est cloisonné, les spores sexuées sont formées dans un sac alors que les spores asexuées se trouvent en

surface ou à l'intérieur « pycnides ». La reproduction dans ce cas est faite par un organe appelé asques qui libèrent des ascospores .

**-Basidiomycètes :** Le mycélium est cloisonné. Les spores sexuées sont formées au sommet des basides qui sont à la surface. Ils possèdent un mycélium cloisonné et leur reproduction est asexuée. Les champignons de ce groupe sont considérés comme étant les agents responsables des caries et des pourritures des fruits.

### 1.3. Les champignons de stockage

Les végétaux sont contaminés le plus souvent lors de la culture, mais la croissance et la sécrétion de toxines se poursuivent après la récolte, c'est-à-dire que les champignons du stockage sont regroupés en champignons de champ « pré-colte » et champignons d'entrepôt "post-recolt" (Louz & Hadjaissa, 2018).

La contamination des fruits avant la récolte peut être causée par plusieurs facteurs tels que le contact direct du fruit dans les zones ouvertes avec les particules circulantes et portées par l'air libre, ou bien par les parties endommagées "blessées". Ceci peut initier l'infection mais elle ne poursuit qu'après la diminution de résistance de l'hôte c'est-à-dire quand le fruit commence à murir et ses tissus deviennent sénescents (Singh & Sharma, 2018). D'une autre part, les contaminants post-récolte peuvent infecter le fruit à partir d'une simple blessure même si cette dernière est à un niveau microscopique, ou par la multiplication des contaminants fongiques avant récolte (Singh & Sharma, 2018).

L'aspect qualitatif des dattes en post-récolte et en stockage est affectée principalement par la présence des espèces fongiques d'altération : *Aspergillus niger* ; *Penicillium chrysogenum* ; *Aspergillus flavus* ; *Rhizopus stolonifer*(Al-Bulushi, 2017).

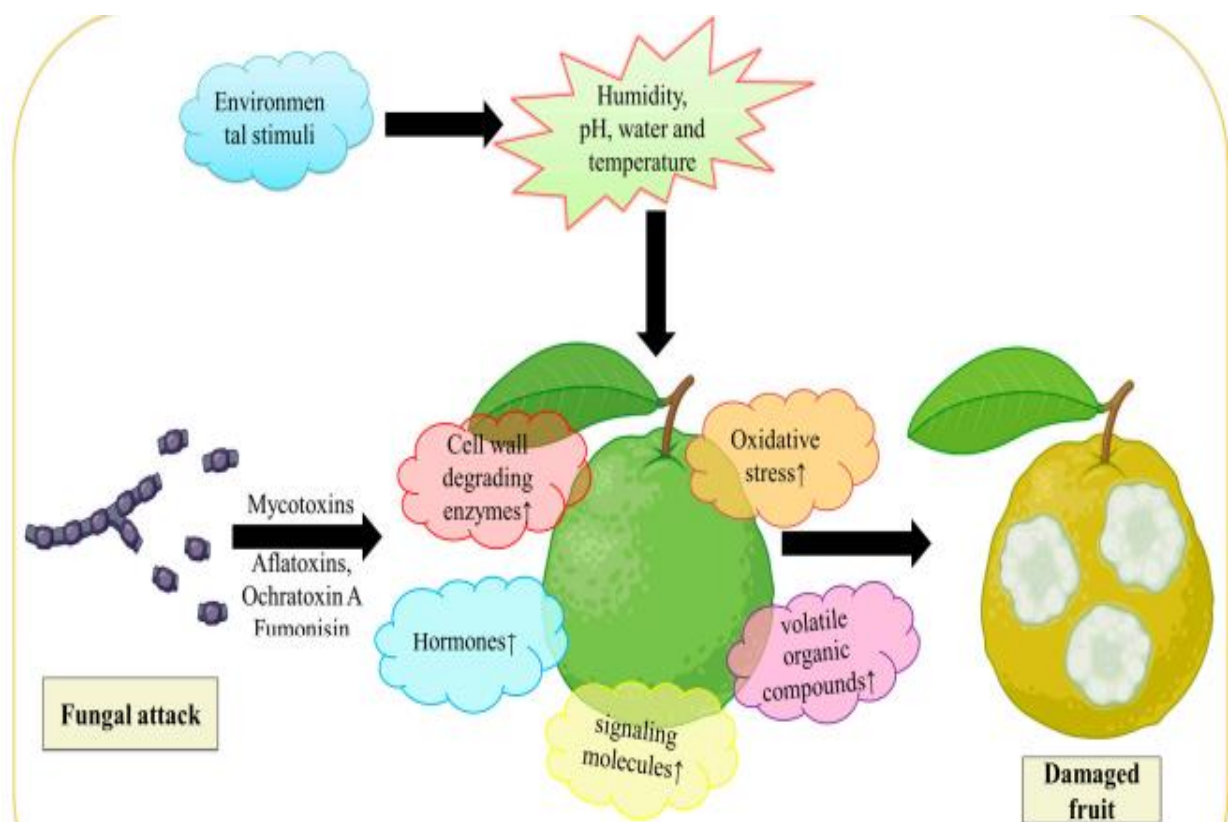
Selon Al-Muttrafi et *al.*, (2019), *Aspergillus* spp. Est considéré comme les champignons le plus altérants de la qualité des dattes en post-récolte. Il peut même causer des intoxications graves due aux mycotoxines sécrétées. D'autres études ont montré que les champignons d'altération des dattes trouvés généralement sont *Alternaria alternata* ; *Aspergillus flavus* ; *Aspergillus niger* et *Fusarium oxysporum*.

D'après Hamad, (2012), les champignons ayant un effet d'altération sur la qualité des dattes en stockage sont *Aspergillus niger* ; *Aspergillus flavus* et même des levures principalement *Zygosaccharomyces melis* et *Candida lipolytica*. Les différentes espèces

fungiques d'altération affectent la qualité organoleptique et morphologique de la datte et égelement le gout et la texture (Misbah et *al.*, 2022).

#### 1.4. Le processus d'infection des dattes par les chamignons post-récolte

Selon le processus decrit par Bano et *al.*, (2023), les fruits contaminés subissent des modifications après la pénétration des spores par l'air, les particuls su sol, les insectes vecteurs, les outils de recolte, les conteneurs, le personels ou les zones de stockage. Le tissu est ensuite infecté par l'une des manières suivantes : par les blessures causées par des agents abiotiques ou biotiques ou à travers les trous naturels dans les organes végétéaux tels que le stomate et interface pédicelle-fruit. Dans des conditions favorables de pH, température, humidité , nourritures et hydrophobicité; la germination commence et les conidies collent à la surface du fruit (Figure 6).



**Figure 6:** La deterioration du fruit par contamination fongique post-récolte

(Bano et *al.*, 2023)

### **1.5. Le problème des mycotoxines dans les fruits**

Plusieurs mycotoxines importantes telles que les aflatoxines, les trichothécènes et fumonisines, sont associées à différentes cultures, majoritairement les céréales, les arachides et les fruits à coque. La présence de ces mycotoxines est normalement pas un problème dans les légumes et les fruits frais à l'exception du patuline qui peut être la plus importantes toxicologiquement (Moss, 2008).

### **1.6. Les moyens de lutte contre les champignons de stockage**

#### **1.6.1. Lutte chimique**

La lutte chimique reste le moyen de lutte le plus efficace à court terme. Depuis les années 1930, plusieurs molécules ont évolué dans ce cadre, l'actualité entraîne le développement progressif d'actifs antiparasitaires de plus en plus efficaces. Le taux d'application pour Les composés inorganiques (oxychlorure de cuivre) sont réduits de quelques kg/ha à environ 1 kg/ha, la molécule organique est génération (dithiocarbamate) jusqu'à plusieurs centaines de grammes/ha pour les fongicides systémiques modernes (Serghat et *al.*, 2004).

#### **1.6.2. Irradiation Gama**

L'irradiation est utlulisée dans le cas des fruits mures car à ce stade les divisions cellulaires n'ont pas lieu. Ce moyen peut enraciner profondément les pathogènes (Singh & Sharma, 2008).

#### **1.6.3. La température**

L'utilisation de basses températures est considérée comme très importante pour contrôler la pourriture de plusieurs fruits et légumes. Une température basse peut ralentir la croissance des agents pathogènes, mais elle ralentit le processus de maturation des fruits. La gestion de la température est importante pour réduire la détérioration physiologique et prévenir la perte d'humidité et le flétrissement ainsi que réduire l'incidence de la maladie (Singh & Sharma, 2008).

#### **1.6.4. Lutte biologique (ou biocontrôle)**

Actuellement, la methode de controle la plus efficace est l'utilisation des fongicides chimiques ; mais cette méthode peut créer une seule résistance chimique aux pathogènes

fongiques si elle est utilisée en continue et elle demande plus d'attention en raison de leurs toxicité potentielle sur l'homme et l'environnement (Diwastuti, 2021). Pour cela, la lutte biologique est l'une des meilleures stratégies pour réduire l'utilisation des produits chimiques pendant la période post-récolte (Vilaplana, 2019).

Selon Kouassi, (2001), la lutte biologique consiste à l'utilisation des ennemis naturels contre les espèces causant des maladies post-récolte, toute lutte de forme non chimique.

Depuis les années 1990, plusieurs agents de lutte biologique "BCA" (Biological Control Agent) ont été largement étudiés contre différents agents pathogènes. De nombreux mécanismes de lutte biologique ont été suggérés pour agir sur les fruits y compris la formation de biofilms, la production de substances volatiles et diffuses, antibiotiques, parasitisme, induction de la résistance de l'hôte via le stress oxydatif et mécanisme d'induction et de tolérance (Spadaro, 2009).

Les antagonistes potentiels font l'objet d'un parmi plusieurs alternatives de lutte biologique. La procédure d'isolement des antagonistes potentiels dépend des caractéristiques d'infection du pathogène. Pour lutter contre les champignons post-récolte, la surface des fruits est une excellente source d'antagonistes naturels contre la pourriture des fruits après la récolte (Kouassi, 2001).

La recherche d'antagonistes sur des fruits sains au verger et au stockage, a abouti à l'isolement de nombreux antagonistes bactériens et de levure écologiquement adaptés et efficaces contre les pourritures post-récolte, l'isolement des antagonistes peut être amélioré en utilisant des fruits issus de cultures non gérées ou biologiques où les populations naturelles n'ont pas été perturbées par l'utilisation de produits chimiques. Une variété de procédures d'enrichissement ont été utilisées pour favoriser l'isolement de micro-organismes pour leur développement sur le substrat, ce qui se produit au site d'infection qui doit être protégée. Cette stratégie permet la sélection rapide d'un certain nombre d'antagonistes potentiels pour le contrôle de champignons post-récolte des fruits. Un défaut de cette stratégie est qu'elle favorise la sélection d'antagonistes qui sont généralement des cultivateurs rapides avec la capacité de coloniser une niche spécifique riche en nutriments, qui présentent principalement une activité protectrice plutôt que curative, et semblent avoir peu d'effet sur les infections latentes. En BC post-récolte dans le monde entier des

antagonistes d'une gamme étroite d'espèces ont indépendamment été identifiés et sélectionnés (Tableau 4) (Spadaro, 2009).

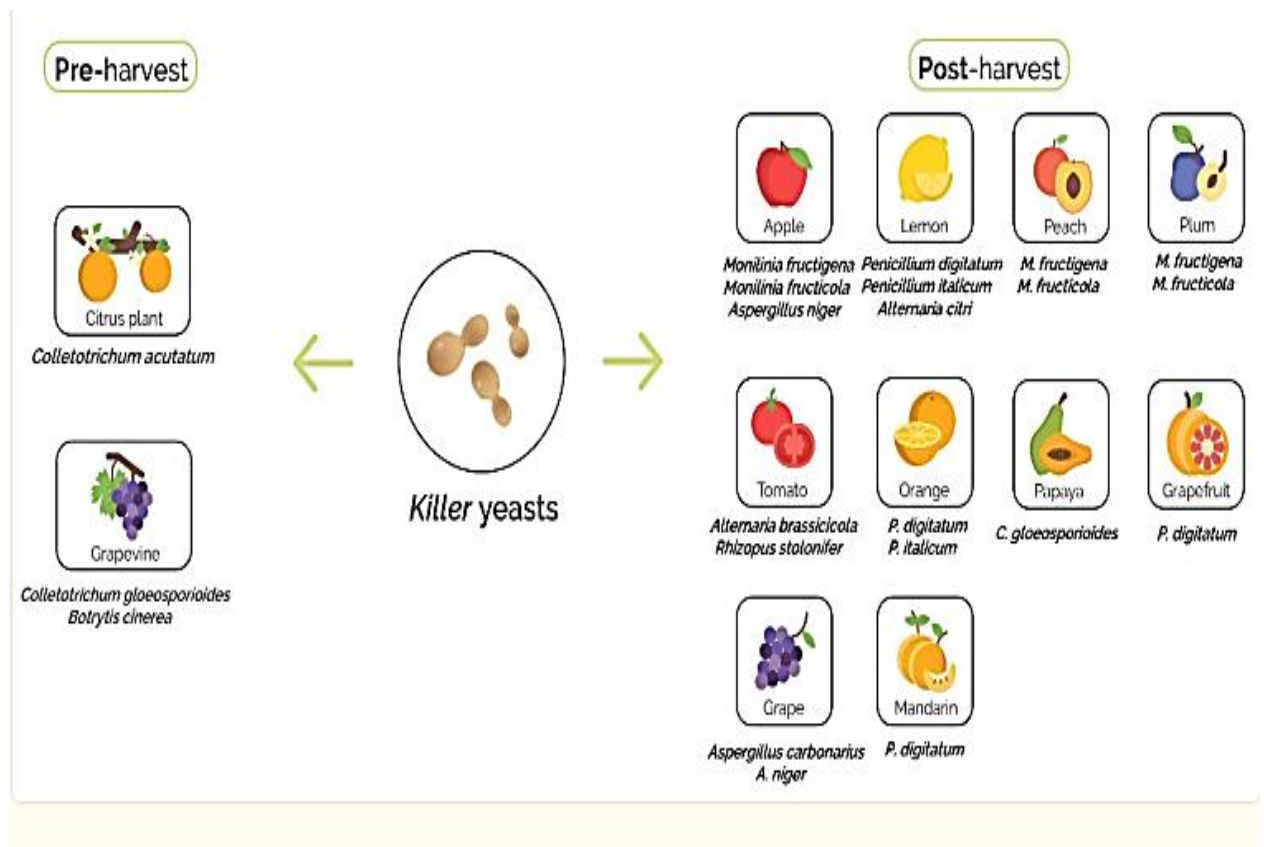
**Tableau 4 :** Quelques Principales espèces de levures aux propriétés antagonistes vis-à-vis les champignons post récolte (Spadaro, 2009)

Yeast or fungal species	Pathogens controlled	Host species
<i>Acremonium breve</i>	<i>Botrytis cinerea</i>	apple
<i>Aureobasidium pullulans</i>	<i>B. cinerea</i> , <i>Monilinia fructicola</i> , <i>Monilinia laxa</i> , <i>Penicillium expansum</i> , <i>Rhizopus stolonifer</i>	apple, grapes, peach, strawberry, sweet cherry
<i>Candida ciferrii</i>	<i>P. expansum</i>	apple
<i>Candida ernobii</i>	<i>Diplodia natalensis</i>	citrus
<i>Candida membranifaciens</i>	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	mango
<i>Candida oleophila</i>	<i>B. cinerea</i> , <i>C. gloeosporioides</i> , <i>Colletotrichum musae</i> , <i>Penicillium</i> <i>digitatum</i> , <i>P. expansum</i> , <i>Penicillium</i> <i>italicum</i> , <i>R. stolonifer</i>	apple, banana, cherry, citrus, papaya, peach, pear, strawberry, tomato
<i>Candida saitoana</i>	<i>B. cinerea</i> , <i>P. digitatum</i> , <i>P. expansum</i>	apple, citrus
<i>Candida sake</i>	<i>B. cinerea</i> , <i>P. digitatum</i> , <i>P. expansum</i> , <i>Rhizopus nigricans</i>	apple, citrus, kiwifruit, pear
<i>Cryptococcus albidus</i>	<i>B. cinerea</i> , <i>Mucor piriformis</i> , <i>P.</i> <i>expansum</i>	apple, pear
<i>Cryptococcus flavus</i>	<i>M. piriformis</i>	pear
<i>Cryptococcus humiculus</i>	<i>B. cinerea</i>	apple
<i>Cryptococcus infirmominiatus</i> ( <i>Cystofilobasidium infirmominiatum</i> )	<i>B. cinerea</i> , <i>M. fructicola</i> , <i>P. expansum</i> ,	apple, cherry, pear
<i>Cryptococcus laurentii</i>	<i>Alternaria alternata</i> , <i>B. cinerea</i> , <i>Geotrichum citri-aurantii</i> , <i>Glomerellacingulata</i> , <i>M. fructicola</i> , <i>M.</i> <i>piriformis</i> , <i>P. expansum</i> , <i>R. stolonifer</i>	apple, cherry, citrus, jujube, peach, pear, strawberry, tomato
<i>Cryptococcus magnus</i>	<i>M. fructicola</i>	peach
<i>Debaryomyces hansenii</i>	<i>Geotrichum candidum</i> , <i>P. digitatum</i> , <i>P.</i> <i>italicum</i> , <i>R. stolonifer</i>	citrus, peach
<i>Filobasidium floriforme</i>	<i>B. cinerea</i>	apple
<i>Hanseniaspora uvarum</i>	<i>B. cinerea</i>	grapes
<i>Kloeckera apiculata</i>	<i>B. cinerea</i> , <i>P. digitatum</i> , <i>P. italicum</i>	cherry, citrus
<i>Leucosporidium scottii</i>	<i>P. expansum</i>	apple
<i>Metschnikowia andauensis</i>	<i>B. cinerea</i> , <i>P. digitatum</i> , <i>P. expansum</i> , <i>P. italicum</i> , <i>R. stolonifer</i>	apple, mandarin, orange, pear

La mise en œuvre de levures présentant un mécanisme de destruction appelé « killer yeasts » et une des stratégies de lutte biologique pour des traitements pré- ou post-récolte visant à lutter contre la dégradation fongique post-récolte dans de nombreux produits agricoles (figure 7). Ils ont la capacité de coloniser les surfaces des fruits présentant des temps d'immobilisation assez longs supportant des conditions même sèches ; ils produisent

des polysaccharides extracellulaires améliorant leur propre survie, limitant simultanément les agents pathogènes ; et ils tolèrent suffisamment les pesticides couramment appliqués, tels que l'imazalil, le tiabendazole, le pyriméthanil ou le fludioxonil (Diaz *et al.*, 2020).

Selon Bono *et al.*, (2023) l'usage des extraits des plantes et des huiles essentiel est efficace pour ralentir l'activité fongique en modifiant le métabolisme cellulaire des infections fongiques post-récolte pour empêcher les fruits de s'infecter en enrobant les fruits dans l'extrait du gel d'Aloé véra comme un exemple avec de la chitosane.



**Figure 7 :** L'utilisastion des levures "killer yeasts" contre les champignons pré-récolte et post-récolte

### 1. Généralités sur l'Aloé véra

Dans le monde, il existe plus de 420 espèces d'Aloé mais la plus utilisée est l'Aloé véra. Cette plante est originaire du sud de l'Afrique puis elle s'est propagée dans le monde arabe et en Sud-Est de l'Asie. L'Aloé véra est reconnue par son effet anti fongique et plusieurs autres vertus thérapeutiques (Michayewicz, 2013). L'aloé-véra aussi appelée en botanique *Aloe vulgaris Lamark* ou *Aloe barbadensis Mille*, fait partie des liliacées. Cette plante arborecente d'environ 1 metre d'hauteur, a des racines courtes et profondes (Soriano, 2016). La tige de cette plante est robuste et ligneuse. Les feuilles d'Aloé-véra sont longues et dentées, sa couleur est vertes à un aspect charnu et plutôt étroites avec une disposition lancéolées (figure 8) . L'Aloe-vera fait partie des plantes xéroïdes qui possèdent la particularité de fermer les stomates pour garder l'eau à l'intérieure (Morin, 2008).



**Figure 8 :** La plante d'Aloé véra (Michayewicz, 2013)

### 2. Le gel d'Aloe véra

Le gel d'Aloé véra est le liquide transparent récupéré après découpage de la feuille (figure 9). Il est constitué de trois composants assez différents : les organites cellulaires, les parois cellulaires et le gel intra-cellulaire ; mais les deux polysaccharides à particularité antiseptique sont l'acémannanne et la manose 6- phosphate (Michayewicz, 2013).

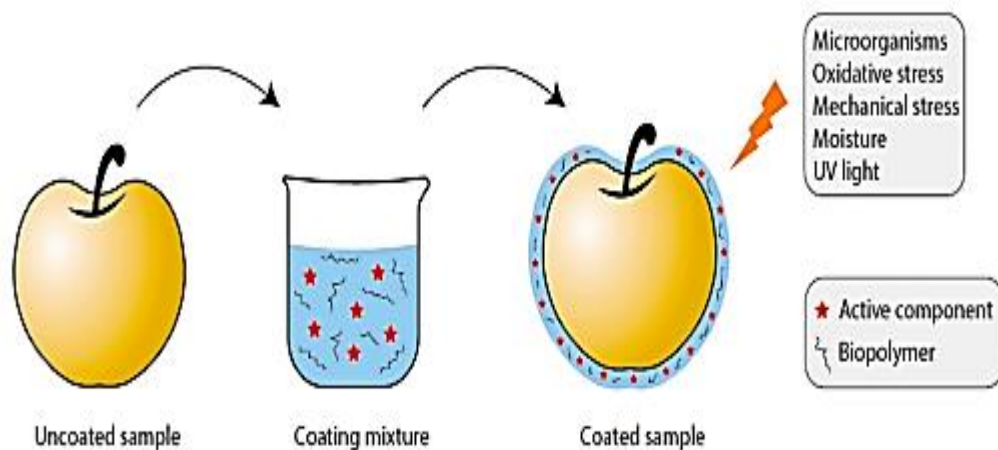


**Figure 9 :** Le gel d'Aloé véra (Michayewicz, 2013)

### **2.1. Propriétés anti-fongiques**

Les glycoliques extraits d'une feuille fraîche d'Aloé véra peuvent diminuer la formation des tubes germinatifs de *Candida albicans*, et aussi réduit la croissance de cette souche dans la rate et les reins après une étude effectuée sur les souris (Michayewicz, 2013).

Dans le secteur alimentaire, des études ont approuvé l'efficacité du trempage et enrobage des fruits dans le gel d'Aloé véra avec d'autres substances à augmenter la durée de conservation des fruits par empêcher les contaminants fongiques à pénétrer dans les fruits à travers les pores à la surface (figure 10) (Maan et al., 2021).



**Figure 10** : Schéma représentatif de la méthode d'enrobage par le gel d'Aloé véra (Maan et al., 2021).

### 3. Généralités sur le Figuier de Barbarie "*Optuna ficus-indica*"

Le Figuier de Barbarie est une plante succulante xénophyte résistante à la sécheresse d'origine Mexicaine. Cette résistance est assurée par la morphologie de la plante qui lui permet d'emmengaziner une grande quantité d'eau (Faouzi, 2013).

Le Figuier de Barbarie est une plante arborecente caractérisée par des tiges en forme de raquettes plates charnues et ovales avec une longueur de 3 à 4 mètres d'hauteur (figure 11). Elle a la particularité de fixer et stocker le CO<sub>2</sub> pendant la nuit et de fermer les stomates pendant le jour pour éviter l'évapotranspiration (Delmi, 2018).



**Figure 11** : Le Figuier de Barbarie (Delmi, 2018).

### **3.1. Le gel de cactus**

Les feuilles de FB aussi appelées cladodes ont une activité anti-fongique grâce aux stilbénes du gel. Ce liquide inhibe la germination des différentes espèces fongiques (Delmi, 2018).

Plusieurs études ont affirmé l'efficacité de l'enrobage des fruits par le mucilage de FB à un niveau de concentration de 50% et 75% à retarder la détérioration de la qualité organoléptique et morphologique (Abera *et al.*, 2019). Selon Riaz *et al.*, (2021) cette plante contient une quantité appréciable de polysaccharides et peut donc être utilisée dans un enrobage comestible des fruits comme une technique importante de préservation de la qualité morphologique, biochimique et microbiologique des fruits.

## **Matériel et méthodes**

---

### 1. Présentation du site d'étude

La wilaya de Laghouat se situe au Sud Algérien, limitée par la wilaya de Ghardaïa au Sud, la wilaya de Tiaret au Nord, la wilaya de Djelfa à l'Est et la wilaya d'El-Bayad à l'Ouest (El-hachmi, 2019).

#### 1.1. La zone échantillonnée

La palmeraie échantillonnée est une propriété privée d'un agriculteur particulier. Elle est située à l'Assafia, à 13 km de distance de la ville de Laghouat.

La palmeraie englobe 14 variétés différentes de dattes dont on a parmi elles les deux variétés étudiées "Timjhouret" et "Archti ". Il y a également d'autres cultures adjacentes comme l'olivier et la vigne.



**Figure 12** : Photographie montrant un palmier dattier de site d'étude

#### 1.2. Les échantillons des dattes

L'échantillonnage a été effectué le 19/décembre/2022. Les échantillons choisis sont des variétés "molles" bien mures. Les échantillons ont été conservés dans des boîtes hermétiquement fermées à une température de 4°C. Les deux variétés sont " Archti"(Figure

13) et "Timjhouret"(Figure 14). Les échantillons ont été transportés au laboratoire dans des boites hermétiques avec des conditions d'asepsie respectées.



**Figure 13** : Photographies montrant la variété de datte "Archti"



**Figure 14 :** Photographies montrent la variété de datte "Timjhouret"

## **2. Description des variétés de dattes**

La description des dattes est basée sur la couleur, la forme et l'aspect de la datte et du noyau, ainsi que le goût et la textures. Ces paramètres ont été définis selon le descripteur d'IPGRI (International Plant Genetic Resources), (2005) représenté en annexe.

## **3. Paramètres biométriques**

Les paramètres biométriques mesurés pour les deux variétés sont représentés par la longueur, la largeur et la masse. Ces paramètres sont mesurés comme suit :

**-La longueur :** la distance entre les deux extrémités de la datte est mesurée à l'aide d'un pied à coulisse, la longueur totale est exprimée en (mm) ;

**-La largeur :** au centre de la datte la largeur est mesurée avec un pied à coulisse puis exprimée en (mm) ;

**-La masse :** avec une balance électronique de précision (+0.01g), la masse de chaque datte est pesée et la valeur est exprimée en (g) ;

Chaque paramètre biométrique a fait l'objet d'une moyenne de 60 mesures effectuées sur des dattes de la même variété.

### 4. Paramètres physicochimiques

#### 4.1 Mesure du pH

Le pH d'une solution des dattes diluée à 4% est directement mesuré à l'aide d'un pH-mètre étalonné et cela conformément à la méthode d'Anrichisi et *al.*, (2001). Les résultats sont exprimés par la moyenne de 30 répétitions par variété.

### 5. Paramètres biochimiques

#### 5.1. Les sucres solubles

La mesure des sucres solubles a été réalisée grâce à une dilution à 4% à base de 1 gramme de la farine de pulpe de datte dissoute dans 25 ml de l'eau distillée préparée et bien agitée et homogénéisée puis filtrée. La lecture est directement effectuée par un refractomètre étalonné (Doukani & Tabak, 2013). Les résultats sont exprimés par la moyenne de 30 répétitions par variété.

#### 5.2. Les sucres réducteurs

Les sucres réducteurs sont dosés à partir d'une dilution de 5g de farine de datte dans 100 ml d'eau distillée chaude en agitant la solution, cette solution est filtrée et titrée dans un bécher sur plaque chauffante en agitant jusqu'au changement de couleur et la formation d'un précipitant rouge brique. La concentration des sucres réducteurs est calculée d'après une solution de liqueur de Fehling titrée avec une solution de glucose à concentration connue (Audigie et *al.*, 1980). Le taux de sucres réducteurs est donné par la relation suivante :

$$R = V1/V2 * C * D$$

**V1** : volume de chute de glucose

**V2** : volume de chute de solution des dattes

**D** : le facteur de dilution

**C** : la concentration connue de glucose

Les résultats de dosage des sucres réducteurs sont exprimés avec la moyenne de 3 répétitions pour chaque variété.

## 6. Préparation d'une solution à base des dattes

Une solution de dattes est préparée pour chaque variété afin de réaliser d'autres analyses biochimiques. La solution est préparée comme suit : dans un mortier-pilon, 5g des dattes sont broyées puis dissoutes dans une fiole contenant de l'eau distillée chaude. Après refroidissement, le volume est ajusté à 200 ml avec de l'eau distillée.

### 6.1. Dosage des polyphénols totaux

Le dosage des polyphénols a été effectué par la méthode photométrique de Folin ciocalteau à l'aide d'un spectrophotomètre à doubles faisceaux pour mesurer l'absorbance de chaque échantillon. Le principe de cette méthode repose sur l'oxydation des composés phénoliques par le réactif de Folin ciocalteau en mélange d'oxyde bleus vu la composition du réactif. Cette coloration possède une absorption optimale à 750-760 nm. L'absorbance est proportionnelle à la quantité des composés phénoliques (Blouin et *al.*, 1972).

Dans une fiole jaugée de 20 ml on met la solution des dattes (0.2 ml), réactif de Folin ciocalteau (1ml) et du bicarbonate ( $\text{CO}_3\text{Na}_2$ ) à 4.25%, (qsp 20ml). Un témoin est préparé dans les mêmes conditions. Seulement l'eau distillée a été ajoutée au lieu la solution des dattes puis les préparations sont portées au bain marie à 70°C pendant 20 min.

Après refroidissement, on détermine la densité optique à 760nm par rapport au témoin "blanc". L'indice de réactif est exprimé en g d'acid gallique/L. Une courbe d'étalonnage préétabli de différentes concentrations est utilisée (Bessas et *al.*, 2008).

Les résultats du dosage des polyphénols totaux sont exprimés par la moyenne de trois répétitions pour chaque variété.

### 6.2. Dosage des tanins condensés

La méthode colorimétrique de Folin Denis est adaptée pour le dosage des tanins condensés. Le principe de cette méthode est la réduction des composés du réactif en milieu alcalin en présence des tanins qui donnent une coloration bleue dont l'intensité est mesurée à 760nm.

Dans une fiole de 100 ml, on met 75 ml d'eau distillée, 1 ml de la solution des dattes, 5ml du réactif de Folin dennis et 10 ml de solution saturée de  $\text{CO}_3\text{Na}_2$ , obtenue par la dissolution de 43.75g de carbonate de sodium dans 100 ml d'eau distillée chaude (70°C –

80°C). Après refroidissement, on fait une filtration puis ajustement de la solution à 125 ml. La solution est agitée mécaniquement. Après 30 min la mesure est faite à 760nm. Une gamme étalon avec l'acide tannique préétablis est utilisée pour exprimer les résultats. Un témoin est préparé dans les même condition en ajoutant de l'eau distillée au lieu de la solution des dattes (Bessas et *al.*, 2008).

Les résultats du dosage des tannins condensés sont exprimés par la moyenne de trois répétitions pour chaque variété.

### **6.3. Dosage des anthocyanes**

Le principe de cette méthode est la décoloration des solutions des anthocyanes avec le bisulfite de sodium, un produit d'addition incolore se forme comme résultat selon la méthode de Bessas et *al.*, (2008). Les anthocyanes des variétés étudiées sont déterminés par la décoloration à l'acid sulfureux.

Dans un Erlenmeyer de 50 ml, on introduit 1 ml de la solution de dattes, 1 ml d'éthanol à 0.1% et 2 ml HCl à 2%. Ensuite, dans deux tubes à essai, on met dans le premier 10 ml de la solution et 4 ml d'eau distillée et dans le deuxième, 10 ml de la solution et 4 ml de bisulfite de sodium à 15%. Après un repos de 20 min, on procède à une lecture à 520 nm par rapport au blanc.

L'expression des résultats est en gramme d anthocyane par millilitre pour trois répétitions par variété. Une courbe d'étalonnage est présentée en annexe.

### **7. Taux de cendres**

Le taux de cendres est dosé par incinération de 5g de la farine des dattes dans des creusets pesés avec et sans la farine, dans un four à moufle électrique durant 5 heures à 500°C pour obtenir des cendres sans inflammation de la farine des dattes, jusqu'à l'apparition d'un résidu gris clair, après refroidissement de deux heures on pèse les creusets à nouveau (Audigie et *al.*, 1980), Les résultats représentent la moyenne de deux répétitions par variété. Les résultats sont donnés par la relation suivante :

$$TC = (P0 - P1 / Pn - P0) * 100$$

**TC** : taux de cendres (%)

**P0** : poids de creuset vide (g)

**P1** : poids de creuset + les cendres (g)

**P<sub>n</sub>** : poids de creuset + la prise d'essai (g)

### **8. Indice de brun**

Un gramme d'échantillon est dilué dans 100 ml d'eau distillée avec l'addition de formaldéhyde à 36 % et l'Acide acétique à 37 %, dans des tubes à essai et agiter pour homogénéiser la solution. Ensuite, on verse la solution dans des cuves après filtration. La lecture a été effectuée par un spectrophotomètre étalonné à 500 nm et à 600 nm. L'indice de brunissement est déterminé par la relation suivante :

$$\mathbf{IB\ (nm)\ =\ DO\ 500\ -\ DO600}$$

### **9. Les analyses microbiologiques**

#### **9.1. Le milieu de culture utilisé**

Le milieu utilisé dans notre étude est le milieu Pomme de terre Dextrose Agar (PDA).

#### **9.2. Isolement et identification partielle des champignons d'altération post-récolte**

##### **9.2.1 Isolement et mise en culture**

L'isolement des champignons à partir d'un aliment nécessite la connaissance des pratiques principales de la mycologie, pour une révélation du polymorphisme des espèces apparues à partir de cette matrice (Bourgeois & Leveau, 1980). Pour cela, les dattes ont été découpées en cubes et mises en culture dans des boîtes de Pétri contenant le milieu PDA. À l'aide d'une pince stérilisée, quatre morceaux sont déposés aseptiquement d'une façon bien organisée par boîte. Les boîtes sont ensuite fermées avec du para film et mises en incubation à 25°C pendant 5 à 7 jours.

##### **9.2.2. Purification**

La purification est réalisée par un repiquage successif des colonies jusqu'à l'obtention des souches pures séparées. Le repiquage se fait sur milieu PDA avec une anse en platine stérile à partir de thalle visible. Seulement un prélèvement en petite quantité est effectué et on prend également le mycélium de la zone périphérique (Bourgeois et Leveau, 1980).

### 9.2.3. Lecture des résultats

Après incubation, les colonies apparues sont caractérisées à l'œil nu ou avec une loupe binoculaire par leurs aspect, texture, forme et couleur. Le travail a été effectué dans des conditions aseptiques.

### 9.2.4. Identification partielle des champignons

#### a) Caractérisation macroscopique

L'analyse macroscopique repose sur une bonne observation des caractéristiques morphologiques des colonies apparues y compris la couleur et l'aspect. Cette observation se fait à l'œil nu ou parfois à la loupe optique.

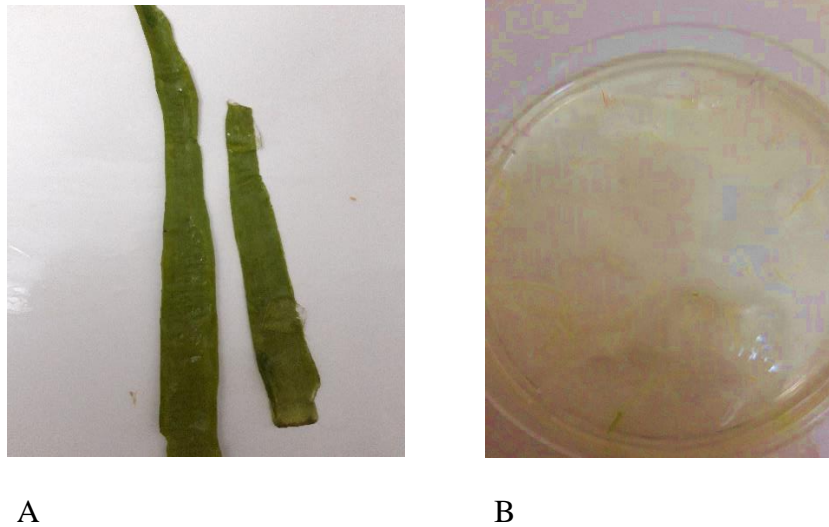
Certains caractères cultureux sont aussi pris en compte : la vitesse de croissance, texture de mycélium (laineux, veloute... etc.), couleur de thalle, les pigments diffusibles dans le revers de la culture et l'odeur et les gouttelettes d'eau transpirées par le mycélium aérien (Botton *et al.*, 1990).

#### b) Caractérisation microscopique

La technique utilisée pour l'observation microscopique est la technique du carré gélosé. Un carré de la gélose est prélevé aseptiquement avec une pointe et déposée avec une pince sur une lame. Une lamelle est ensuite mise au-dessus du matériel fongique, puis réduire la gélose sur un bec bunsen et une légère pression est appliquée pour finaliser le montage. On procède à une observation au microscope optique à différents grossissements (x40, x 100) dont le but est premièrement d'identifier l'aspect des hyphes constituant le mycélium ou bien le thalle. Deuxièmement, les organes de fructification asexuée, dernièrement les conidies, les sporocystes et les bourgeonnements aussi l'aspect de la spore elle-même. Les principales clés d'identification microscopique selon Berton, (1997) sont : la description du mycélium, présence ou non de cloisons pigmentation des hyphes et leurs ramifications d'un part, et d'autre part l'appareil sporifère du point de vue sporangiophore avec un sporange, conidiophore avec des colonnes de spores ramifié ou non ramifié. Ce qui est à noter lors de l'observation microscopique de plus, c'est les spores qui peuvent être internes c'est à dire sporangiospores dans sporange ou bien externes c'est à dire conidies ou conidiospores disposés sur conidiophore.

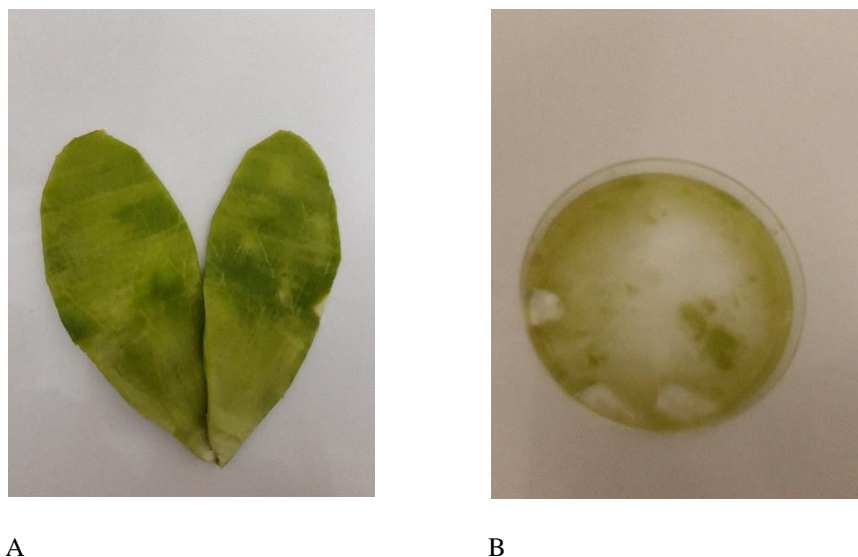
## 10. Récolte et extraction des gels d'Aloé véra et du Figuier de Barbarie

La récolte des feuilles se fait en choisissant les feuilles les plus proches au sol. Les feuilles sont ensuite découpées puis conservées à froid pour éviter tout type d'oxydation. Les feuilles ont été ensuite lavées à l'éthanol et le gel est retiré avec un couteau en évitant de toucher le latex (Figure 15) (Soriano,2016). Le gel de FB est retiré avec la même technique (Figure 16), après un rayonnement à une lampe UV est appliqué sur les deux gels pour minimiser la contamination. Il faut tenir en compte les conditions d'asepsie et le travail doit se faire à la proche d'un bec benzène.



**Figure 15** : Photographies montrent la feuille d'Aloé Vera et son gel

A : La feuille d'Aloé Vera, B : le gel extrait



**Figure 16** : Photographies montrent la feuille de Figuier de Barbarie et son gel

A : La feuille de figuier de barbarie, B : le gel extrait

### **10.1. Test d'antagonisme entre les souches isolées et les gels d'Aloé véra et de Figuier de Barbarie**

#### **-a) Test d'antagonisme entre les champignons isolés et le gel d'Aloé véra**

Dans des conditions d'asepsie rigoureuses et à côté d'un bec benzène, chacune des souches isolées est repiquée au milieu de la boîte de Pétri en 3 répétitions, le gel a été disposé séparément sur le milieu dans des points précises sous forme des spots en quatre points entourant le champignon repiqué au milieu de la boîte. Pour chaque souche, un témoin sans gel est réalisé dans les mêmes conditions. Les boîtes sont portées à incubation à 25°C pendant 5 à 7 jours.

#### **-b) Test d'antagonisme entre les champignons isolé et le gel de cactus**

Dans des conditions d'asepsie rigoureuses et à côté d'un bec benzène, chacune des souches isolées est repiquée au milieu de la boîte de Pétri en 3 répétitions, le gel de FB vu sa consistance, a été étalé avec un râteau sur la zone périphérique de la boîte de façon que le champignon repiqué soit au milieu. Pour chaque souche un témoin sans gel est réalisé dans les mêmes conditions. Les boîtes sont portées à incubation à 25°C pendant 5 à 7 jours. On mesure les zones d'inhibitions.

## **Résultats et discussions**

---

## 1. Résultats de l'étude morphologique des dattes

### 1.1. Résultats de la description des dattes

Les résultats de l'étude morphologique des dattes selon le descripteur d'IPGRI sont représentés dans le tableau (5).

**Tableau 5** : Description morphologique des variétés des dattes étudiées selon IPGRI

<b>Variété de Dattes</b> <b>Caractéristiques</b>	<b>Timjhouret</b>	<b>Archti</b>
<b>La couleur</b>	Marron foncé à noire	Jaune Miel
<b>La forme</b>	Ovoïde et subcylindrique	Ovoïde
<b>La consistance</b>	Molle	Molle
<b>La texture</b>	Fibreuse	Fibreuse
<b>Aspet de l'épicarpe</b>	Gaufré	Plissé
<b>Gout</b>	Parfumé peu acidulé	Parfumé
<b>La couleur du noyau</b>	Marron	Marron Beige
<b>La forme de noyaux</b>	Fusifforme	Ovoïde

#### 1.1.2. Discussion des résultats de la description des dattes

La description morphologique des variétés de dattes étudiées a montré des différences entre les deux variétés Timjhouret et Archti. Commenant par la couleur qui est marron foncé à noire dans le cas de Timjhouret et jaune a miel dans le cas de la variété archti. L'aspect de l'épicarpe est différencié ; il est gaufré chez Timjhouret et plissé chez archti. De plus, la forme et la couleur du noyau sont totalement différents. Il est à noter que le gout différencié entre les deux variétés : un gout légèrement acidulé de Timjhouret et remarquable contrairement à la variété archti qui est plus sucrée.

La couleur et l'aspect des dattes constituent des éléments esthétiques majeurs pour la commercialisation. La différence de la couleur est due aux pigmentations appropriées

pour chaque variétés (Ghezal *et al.*,2021). La plasticité et la consistance des dattes aussi diffèrent en fonction des conditions des cultures pratiquées dans les palmerais.

### 1.2. Résultats des données biométriques

Les résultats des mesures biométriques des dattes sont représentés en moyenne de 60 dattes pour chaque variété. Ces résultats sont représentés dans le tableau 6.

**Tableau 6 :** Résultats des données biométriques des variétés de dattes étudiées

La variété de datte Les paramètres	Timjhouret	Archti
Longueur (mm)	42,19 ± 0,45	53,18 ± 0,40
Largueur (mm)	25,9 ± 0,27	37,27 ± 0,17
La masse (g)	7,08 ± 0,19	13,21 ± 0,42

#### 1.2.1. Discussion des résultats des données biométriques

La longueur des deux variétés étudiées varie entre 42,19 mm et 53,18 mm On observe que la variété la plus longue est la variété Archti. Ces résultats sont dans la même fourchette de longueur discutées par Oudrane, (2019), qui sont entre 30 et 68 mm pour la variété archti. Pour la variété Timjhouret, la longueur est presque égale à celle présentées par Djoudi, (2013) qui est en moyenne de 46 mm.

Concernant la largeur, elle se situe entre 25,9 mm pour Timjhouret et 37,27 mm pour archti. On peut noter que la variété archti représente une morphologie plus grande que celle du Timjhouret mais les valeurs en général sont supérieures aux résultats rapportés par Oudrane, (2019) qui sont en moyenne de 30,5 mm.

Les paramètres morphométriques représentent une large différence dont plusieurs facteurs peuvent y intervenir, principalement l'origine génétique du palme lui-même, les conditions agroécologiques et même l'échantillonnage et le choix des dattes à analyser. De plus, les paramètres biométriques peuvent donner une idée sur la qualité morphologique de

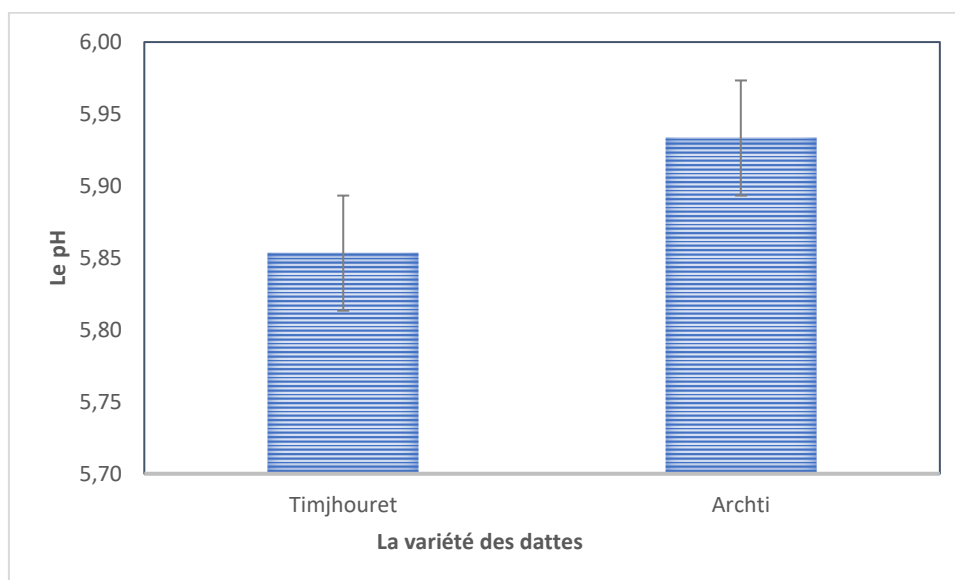
la dattes. Dans notre cas, on peut dire que les deux variétés ont une bonne qualité morphologique.

Les caractères pondéraux dans notre étude représentent une masse de 13,51g pour Archti et 7,18 g pour Timjhouret. Ces valeurs sont différentes de celles rapportées par Djoudi, (2013) qui sont de 4,6g et 12,3g pour les deux variétés, respectivement. Cette différence peut être expliquée par plusieurs facteurs notamment les conditions et l'origine des cultures et aussi l'humidité relative et les conditions d'entreposage et de stockage.

## 2. Résultats des analyses physicochimiques

### 2.1. Résultats de la mesure du pH

Les résultats de la mesure du pH sont représentés par la moyenne de 30 dattes. Les résultats obtenus sont donnés par la figure 17.



**Figure 17** : Représentation graphique des valeurs du pH des variétés de dattes étudiées

Les barres d'erreur représentent l'écart type de 30 répétitions calculé à  $p = 0,05$

#### 2.1.2. Discussion des résultats de la mesure du pH

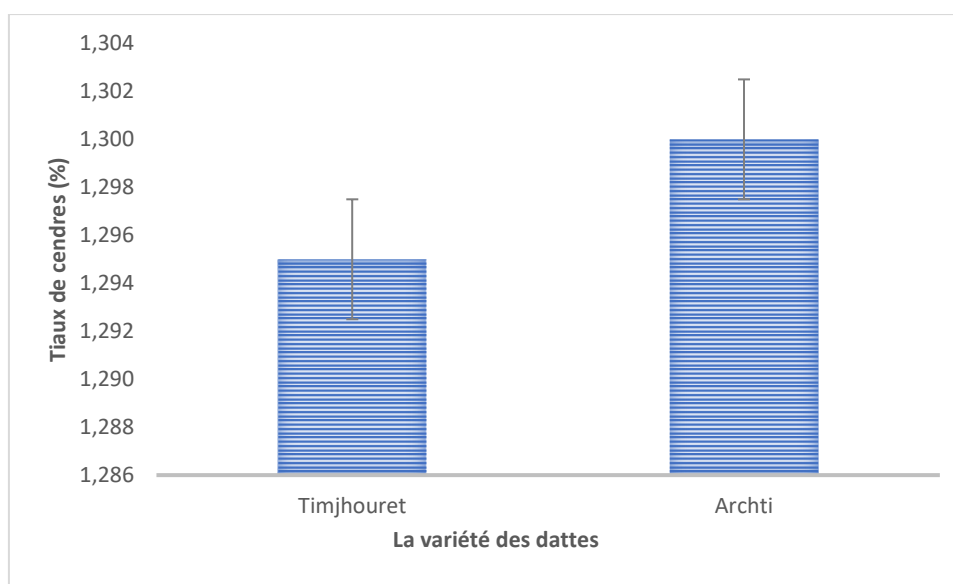
Le pH des variétés étudiées est de 5,8 pour Timjhouret et 5,9 pour Archti. On peut noter qu'elles sont presque égales (Figure 17) ce qui est compatible avec les travaux réalisés par Cheikhi *et al.*, (2018) qui sont 5,80 et 5,82 pour Timjhouret et Archti respectivement.

Les valeurs du pH dans notre cas sont peu acides. Ce qui n'est pas favorable pour la croissance bactérienne ; mais par contre, ces valeurs permettent la prolifération de différentes espèces de levures et moisissures.

### 3. Résultats des analyses biochimiques

#### 3.1. Résultats du taux de cendres

Les résultats du dosage des taux de cendres sont représentés par la moyenne de 2 répétitions par variété. Ces résultats sont donnés par la figure 19.



**Figure 18 :** Représentation des taux de cendres des variétés de dattes étudiées

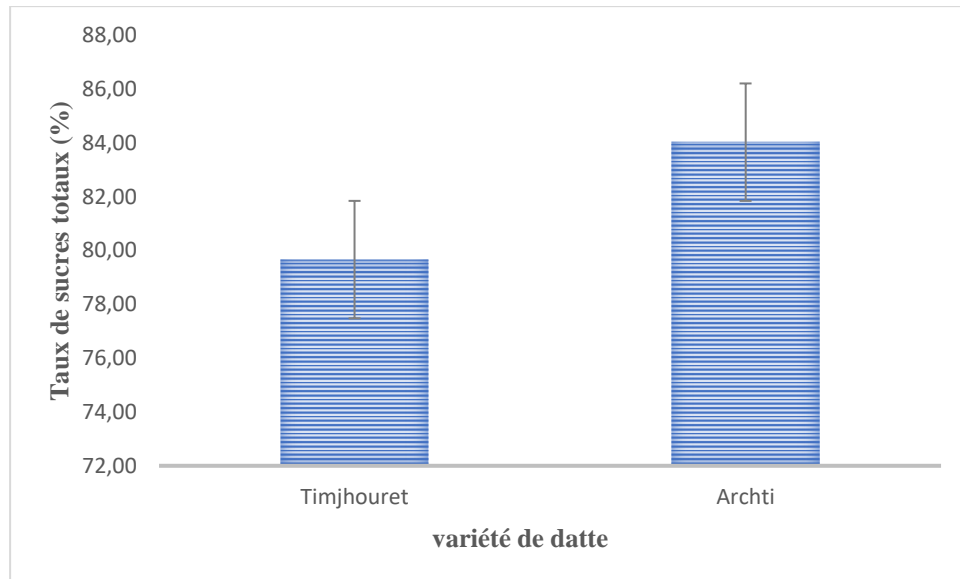
Les barres d'erreur représentent l'écart type de 2 répétitions calculé à  $p = 0,05$

#### 3.1.2. Discussion des résultats du taux de cendres

D'après les résultats obtenus, on peut constater que les deux variétés présentent des valeurs similaires pour le taux de cendres (1,29% à 1,30%). Ces valeurs sont inférieures aux résultats discutés par Cheikhi *et al.*, (2019) qui sont de 1,99% et 2% pour Timjhouret et Archti, respectivement. Les taux de cendres varient aussi d'une variété à une autre tout dépend de la nature du sol et de leurs amendements.

#### 3.2. Résultats du dosage des sucres totaux

Les résultats du dosage des sucres totaux, exprimés en degrés Brix, sont représentés par la moyenne du dosage de 30 dattes. Ces résultats sont représentés par la figure 19.



**Figure 19 :** Représentation graphique du taux des sucres totaux des deux variétés de dattes étudiées

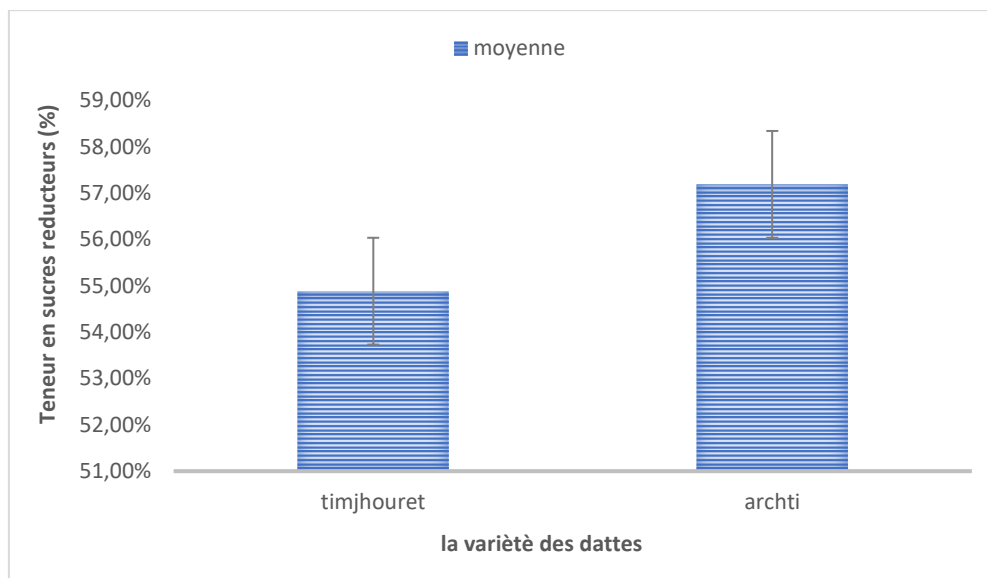
Les barres d'erreur représentent l'écart type de 30 répétitions calculé à  $p = 0,05$

### 3.2.1. Discussion résultats du dosage des sucres totaux

Les dosages montrent une moyenne de 79,67% pour Timjhouret et 83,78% pour archti. Ces valeurs sont légèrement supérieures aux résultats du travail de Djoudi, (2013) qui sont de 69,9% pour Timjhouret et 74,75% pour Archti. Nos résultats sont en revanche dans le même intervalle avec les résultats rapportés par Cheikhi *et al*, (2019) (76,44% pour Archti et 73,33% pour Timjhouret). Communément, on peut dire que la valeur est toujours supérieure pour la variété Archti. Les différences en taux de sucres totaux peuvent s'expliquer par les conditions climatiques de la culture, et également par le stade de maturation du fruit lui-même. Le pollen peut aussi affecter ce paramètre (Munier, 1973).

### 3.3. Résultats du dosage des sucres réducteurs

Le taux des sucres réducteurs est représenté par la moyenne de trois répétitions pour chaque variété. Les résultats obtenus sont représentés par la figure 20.



**Figure 20 :** Taux des sucres réducteurs des deux variétés de dattes étudiées

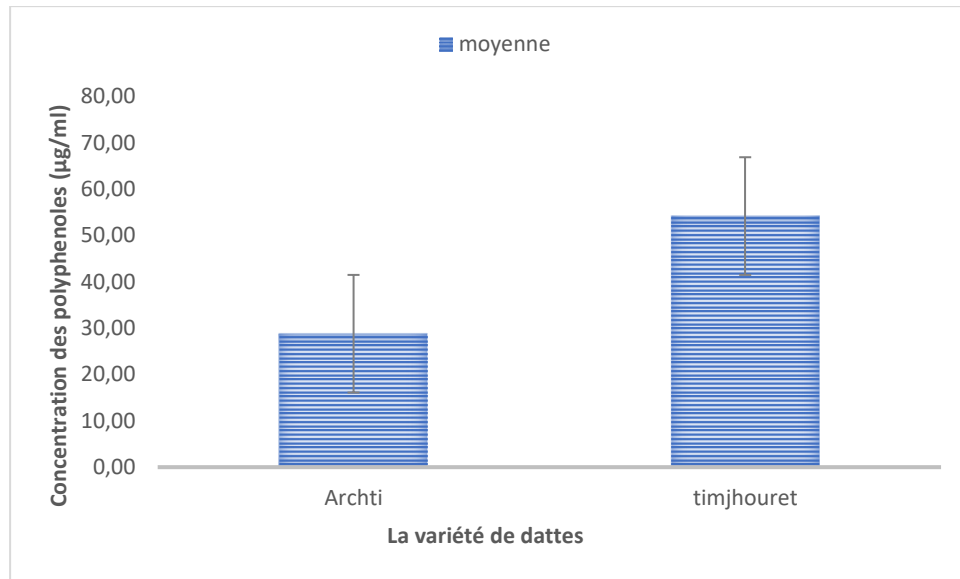
Les barres d'erreur représentent l'écart type de 3 répétitions calculé à  $p = 0,05$

### 3.3.1. Discussion des résultats du dosage des sucres réducteurs

Les sucres réducteurs résultent de l'inversion du saccharose en glucose et fructose. Dans le présent travail, les taux des sucres réducteurs sont de 57,19% pour Archti et 54,89% pour Timjhouret. Ces valeurs sont respectivement de 73,5% pour Timjhouret et 44,4% pour archti selon Djoudi, (2013). On peut remarquer la grande différence entre les deux travaux pour la variété Timjhouret mais c'est le contraire pour Archti. La différence en taux des sucres réducteurs entre les variétés et au sein d'une même variété est causée par les conditions culturaux des variétés, stade de maturation et surtout les conditions de stockage que ce soit humidité ou bien température. Selon Yahiaoui *et al.*, (2020) l'enzyme invertase est favorisée par l'humidité et la température relativement élevées et elle poursuit son activité même au cours du stockage sur tout dans le cas des dattes molles et demi molles.

### 3.4. Résultats du dosage des polyphénols totaux

Les résultats du dosage des polyphénols totaux sont exprimés en moyenne de 3 répétitions par variété en se référant à une courbe d'étalonnage de l'acide gallique représenté en annexe. Les résultats obtenus sont donnés par la figure 21.



**Figure 21** : Concentrations des polyphénols des deux variétés de dattes étudiées

Les barres d'erreur représentent l'écart type de 3 répétitions calculé à  $p = 0,05$

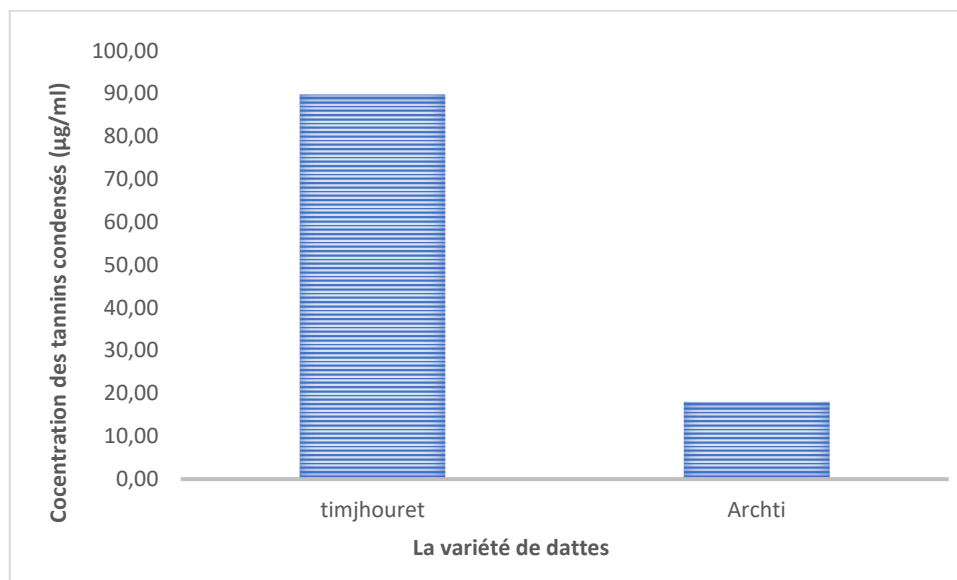
### 3.4.1. Discussion des résultats du dosage des polyphénols totaux

Après exploitation des données, les résultats sont de  $54,19\mu\text{g/ml}$  d'acide gallique pour la variété Timjhouret et de  $28,80\mu\text{g/ml}$  pour Archti. Ces valeurs sont largement inférieures aux autres études. Selon Bessas *et al.*, (2008), les résultats obtenus pour des variétés des dattes molles sont de ( $81.5-141\mu\text{g/ml}$  d'acide gallique). Ces derniers sont encore inférieures aux autres résultats rapportés par Benassou *et al.*, (2013) qui sont de l'ordre de  $362.1\mu\text{g/ml}$  d'acide gallique. On peut justifier la différence de la concentration des polyphénols totaux par la durée de stockage relativement prolongée dans notre cas car le taux des polyphénols continue à diminuer au cours du stockage par différentes voies de brunissement. D'autres facteurs peuvent affecter cette concentration notamment la génétique, la lumière et les conditions agroclimatiques.

Les dattes sont riches en composés phénoliques bioactifs bénéfiques pour la santé humaine. En plus de leurs bienfaits thérapeutiques, ces composés sont impliqués dans des processus de maturation génétiquement régulés. En particulier les voies biochimiques et physiologiques. Les métabolites produits peuvent affecter la durée de conservation des dattes ainsi que la qualité sensorielle. En effet, les composés phénoliques agissent comme des substrats de réaction de brunissement enzymatique sous l'action de la polyphénol oxydase (Misbah *et al.*, 2022).

### 3.5. Résultats du dosage des tannins condensés

Les résultats du dosage des tanins condensés sont exprimés en moyenne de 3 répétitions par variété en se référant à une courbe d'étalonnage de l'acide tannique représentée en annexe. Ces résultats sont donnés par la figure 22.



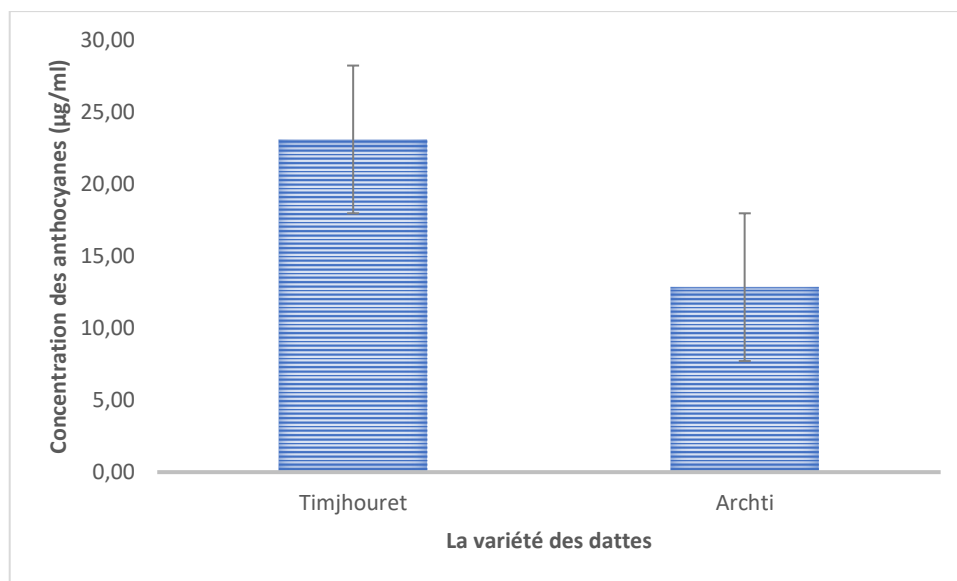
**Figure 22 :** Concentrations des tannins condensés des deux variétés de dattes étudiées

#### 3.5.1. Discussion des résultats du dosage des tannins condensés

La concentration des tanins condensés dans les deux variétés est de 17,96µg/ml d'acide tannique pour Archti et 89,78µg/ml pour Timjhouret (figure 22). En comparant ces résultats avec d'autres données par Bessas *et al.*, (2008) (20.25 à 24µg/ml d'acide tannique), on peut dire que ces valeurs sont semblables pour la variété Archti, mais elles sont largement inférieures aux résultats obtenus pour la variété Timjhouret. Ces différences peuvent être dues à plusieurs agents tels que la lumière, l'oxydation et le stade de maturation car les tanins sont sensibles envers ces derniers (Bessas *et al.*, 2008). Les tanins représentent une large variation au cours de la maturation des dattes. Cette variation est due à la conversion des tanins solubles en tanins insolubles ce qui explique la disparition de l'astringence plus au moins prononcée dans les dattes immatures d'après (Esafahani, 2011).

### 3.6. Résultats du dosage des anthocyanes

Les résultats du dosage des anthocyanes sont exprimés en moyenne de 3 répétitions par variété en se référant à une courbe d'étalonnage selon la différence de l'absorbance à deux longueurs d'ondes différentes (courbes d'étalonnage annexe).



**Figure 23 :** Concentrations des anthocyanes dans les deux variétés de dattes étudiées

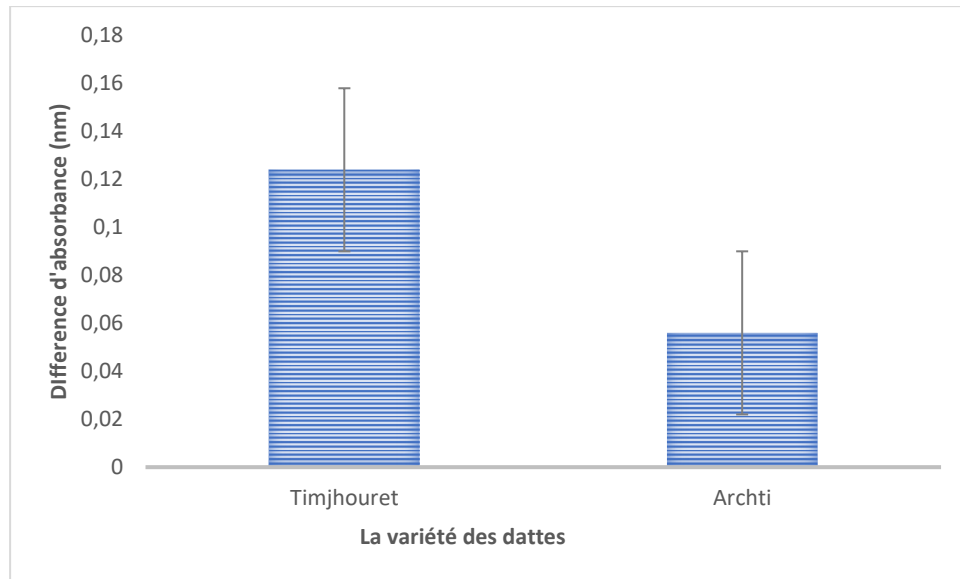
Les barres d'erreur représentent l'écart type de 3 répétitions calculé à  $p = 0,05$

### 3.6.1. Discussion des résultats du dosage des anthocyanes

Les résultats des taux d'anthocyanes obtenus (figure 23), sont de  $23,12\mu\text{g/ml}$  pour Timjhouret et  $12,85\mu\text{g/ml}$  pour Archti. Ces résultats ne sont pas loins des résultats trouvés par Bessas et al., (2008) ( $14,04$  à  $13,08\mu\text{g/ml}$ ). Il est à noter que le taux des anthocyanes augmente au cours de la maturation dont c'est un facteur majeur de variation entre les dattes (Peyron, 2000).

### 3.7. Résultats de la détermination de l'indice de brunissement

Les résultats obtenus après exploitation des données présentent des valeurs de  $0,124$  nm pour Timjhouret et  $0,056$  nm pour archti (figure 24). Ceci est remarquable à l'œil nu d'après la couleur de Timjhouret qui est plus foncée. Selon Yahiaoui *et al.*, (2020) le brunissement varie d'une variété à une autre et à l'intérieur de la même variété de datte, il est lié aux variations qualitatives et quantitatives des taux des polyphénols. Le brunissement augmente au cours du stockage et en fonction du stade de maturité de la datte.



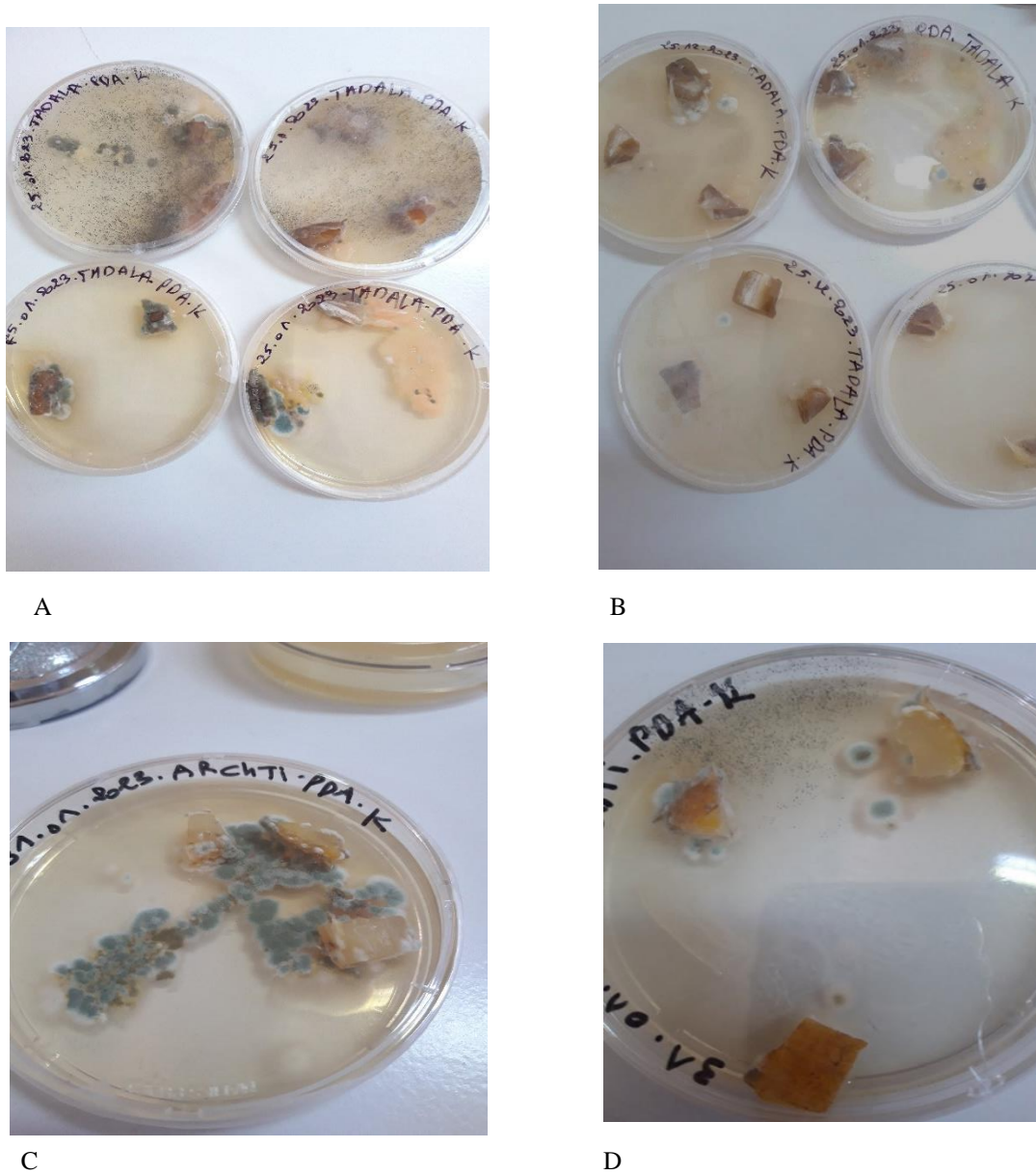
**Figure 24 :** Valeurs de l'indice de brun pour les deux variétés de dattes étudiées

Les barres d'erreur représentent l'écart type de 3 répétition calculée à  $p = 0,05$

#### 4. Résultats des analyses microbiologiques

##### 4.1. Résultats des isolements microbiens à partir des dattes

Les résultats sont obtenus à partir de 50 isolements par variété. Les résultats ont montré un polymorphisme en termes des espèces fongiques apparues après incubation, mais la variété qui a montré une plus forte variabilité des isolats est la variété Timjhouret. Les photographies de quelques résultats sont représentées dans la figure 25.



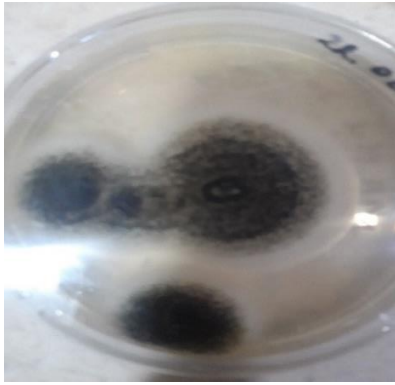
**Figure 25 :** Photographies de colonies mycéliennes isolées des dattes Timjhouret et archti.

(A, B) : colonies mycéliennes isolées des dattes Timjhouret sur gélose PDA, (C, D) : colonies mycéliennes isolées des dattes Archti sur gélose PDA. Les photographies ont été prises après 7 jours d'incubation à 25°C.

#### 4.2. Résultats de la purification et de l'identification partielle des isolats

Le repiquage successif des espèces fongiques a permis d'obtenir des cultures pures pour les souches isolées. Quelques photographies représentatives sont montrées par la figure 26.

L'identification partielle des souches a été basée sur les deux aspects micro-morphologique et macromorphologique. Les résultats sont représentés dans le tableau (7).



*Aspergillus niger*



*Penicillium* spp.



*Penicillium expansum*

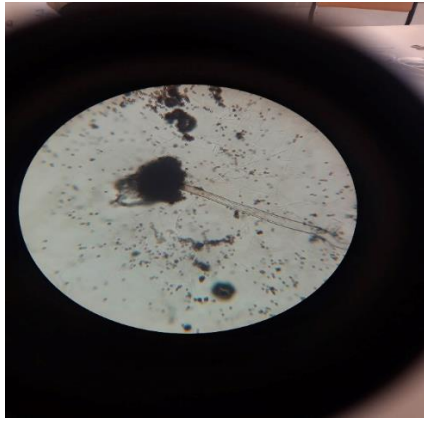


*Rhizopus stolonifer*

**Figure 26** : Photographies montrant quelques souches fongiques isolées des dattes Timjhouret et Archti et purifiées sur gélose PDA.

Les photographies ont été prises après 7 jours d'incubation à 25°C.

Les résultats des observations microscopiques sont représentés par la figure 27.



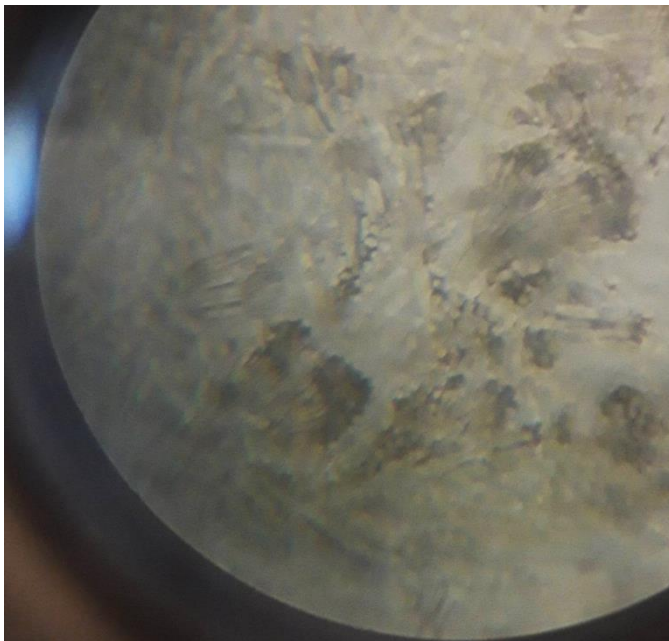
*Aspergillus niger*



*Penicillium* spp.



*Rhizopus stolonifer*



*Penicillium expansum*



*Aspergillus niger* (X 100)



*Penicillium* spp. (X 100)

**Figure 27** : Photographies montrant quelques souches fongiques isolées des dattes Timjhouret et Archti observées sous microscopique optique à grossissement X40 et X100.

Le tableau suivant représente les caractéristiques macro et microscopiques des isolats fongiques caractérisés selon les clés d'identification de Larpent, (1997) et Berton, (1997).

**Tableau 7** : caractéristiques micro et macromorphologiques pour l'identification partielle des isolats fongiques des dattes Timjhouret et Archti.

Colonies	Mycélium	Conidies et spores	Genres et espèces rapprochés
-Blanche puis noire avec revers crème a jaune pâle et se plisse de façon radiale	-Cloisonné	-Tête conidienne bisériée et radiée se scindant le plus souvent en colonnes -Conidies globuleuse -Vésicule globuleuse	<i>Aspergillus niger</i>
-couleur blanchâtre a grisâtre, de nombreuse fructification assez aérienne à l'extrémité « tête d'épingle noir » -légère odeur acide -aspect cotonneux	- non cloisonné	-sporocystes enveloppent des spores endogènes ou parfois fausse conidie exogène portée par un conidiophore -sporocystes pigmentés -sporocystospore non ramifié -rhizoïde a la base -spores souvent striées	<i>Rhizopus stolonifer</i>
Bleu ou vert bleuté	-cloisonné	-conidiophore tri verticillés et ramifié -phialides serrées -conidies lisses et ellipsoïdales -spores nombreuse et exogène	<i>Penicillium expansum</i>
-Teinte de vert ou bleu avec des cordons mycéliens jeune blanches puis vert pale à maturité -plate -texture ouatée ou vouletée	-cloisonné	-conidiophore ramifié -conidies globuleuses -spores très nombreuse globuleuses et exogènes	<i>Penicillium spp.</i>

L'identification partielle des souches isolées a permis de les rapprocher à : *Aspergillus niger*, *Penicillium expansum*, *Penicillium* spp. et *Rhizopus stolonifer*. La répartition de ces espèces pour les deux variétés est représentée dans le tableau (8) :

**Tableau 8** : Répartition des souches isolées pour les deux variétés des dattes étudiées

La variété des dattes	Les espèces isolées	Nombre des boîtes	Pourcentage de cotamination	Nombre total des boîtes
<b>Timjhouret</b>	<i>Aspergillus niger</i>	46	92%	50
	<i>Penicillium expansum</i>	38	76%	
	<i>Penicillium</i> spp.	10	20%	
	<i>Rhizopus stolonifer</i>	49	98%	
<b>Archti</b>	<i>Aspergillus niger</i>	40	80%	50
	<i>Penicillium expansum</i>	44	88%	
	<i>Penicillium</i> spp.	12	24%	
	<i>Rhizopus stolonifer</i>	50	100%	

#### 4.3. Discussion des résultats de l'identification partielle des isolats

Les dattes de la variété molle à l'égard des dattes étudiées dans notre cas, représentent un milieu favorable pour les espèces fongiques en raison de l'humidité élevée (Misbah et al., 2022). Les champignons post récolte les plus abondants sont *Aspergillus niger* et *Penicillium* spp. selon Piombo et al., (2020).

Le résultat de l'identification partielle des isolats fongiques englobe essentiellement : *Aspergillus niger*, *Penicillium expansum*, *Penicillium* spp. et *Rhizopus stolonifer*. Les résultats montrent que *Aspergillus niger* est un champignon à forte fréquence de présence dans les dattes ce qui est compatible avec le travail de Piombo et al., (2020). C'est le champignon le plus abondant au stade tamar et encore à plus forte fréquence au cours du stockage.

*Rhizopus stolonifer*, selon nos résultats, représente le pourcentage le plus élevé et c'était clairement remarquable sur le plan pratique avec des colonies envahissantes. Ces

résultats sont similaires aux résultats présentés par Salah & Nasser, (2011). Ce champignon possède la propriété de se développer et sporuler rapidement notamment dans des conditions d'humidité et de température favorables généralement entre 23°C et 28°C. Cette espèce provoque la pourriture molle des dattes au cours de la conservation (Blancard, 2013).

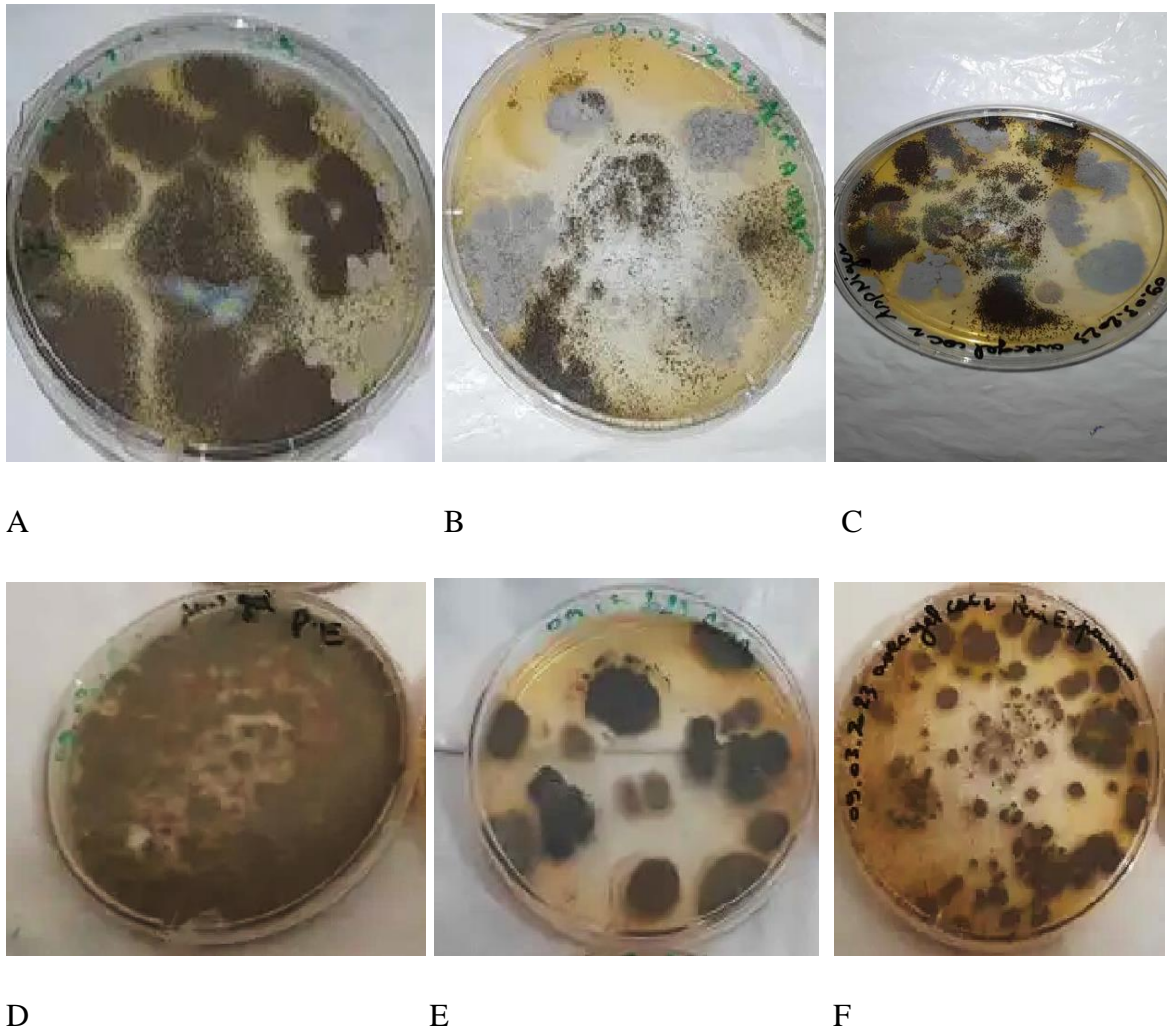
La présence de *Penicillium expansum*, d'après nos résultats est plus élevée à l'opposé de ce qui a été rapporté par Ghezzoul, (2009). Ce champignon cause la pourriture verte dont l'infection a lieu principalement en chambre froide. Cette espèce est une des principales causes de pertes en conservation et en distribution (Giraud, 2017). Contrairement *Penicillium* spp. est faiblement présent dans nos échantillons de dattes.

Les champignons isolés ont tendance à infecter les dattes par plusieurs voies principalement les blessures des fruits, les défauts d'emballage, les conditions d'hygiène inadéquates au cours de la manipulation et de la conservation.

De plus, le danger qui peut être visé c'est les champignons vénéneux qui ont la capacité de sécréter les mycotoxines. Dans notre cas, les deux espèces qui ont cette capacité sont *Aspergillus niger* et *Penicillium expansum*. Ils peuvent sécréter la patuline, mycotoxine à toxicité très élevée. Elle conduit à une perte pondérale, des désordres intestinaux, une hépatotoxicité et à une perturbation de la fonction rénale. Elle est également suspectée d'avoir des effets génotoxiques. Outre la patuline ; *Penicillium expansum* produit d'autres métabolites secondaires : citrinine, acide penicillique et acide cyclopiazonique qui peuvent exister dans les dattes (CESB, 2022).

### **5. Résultats et discussion de l'effet antifongique du gel d'Aloé véra et de Figuier de Barbarie**

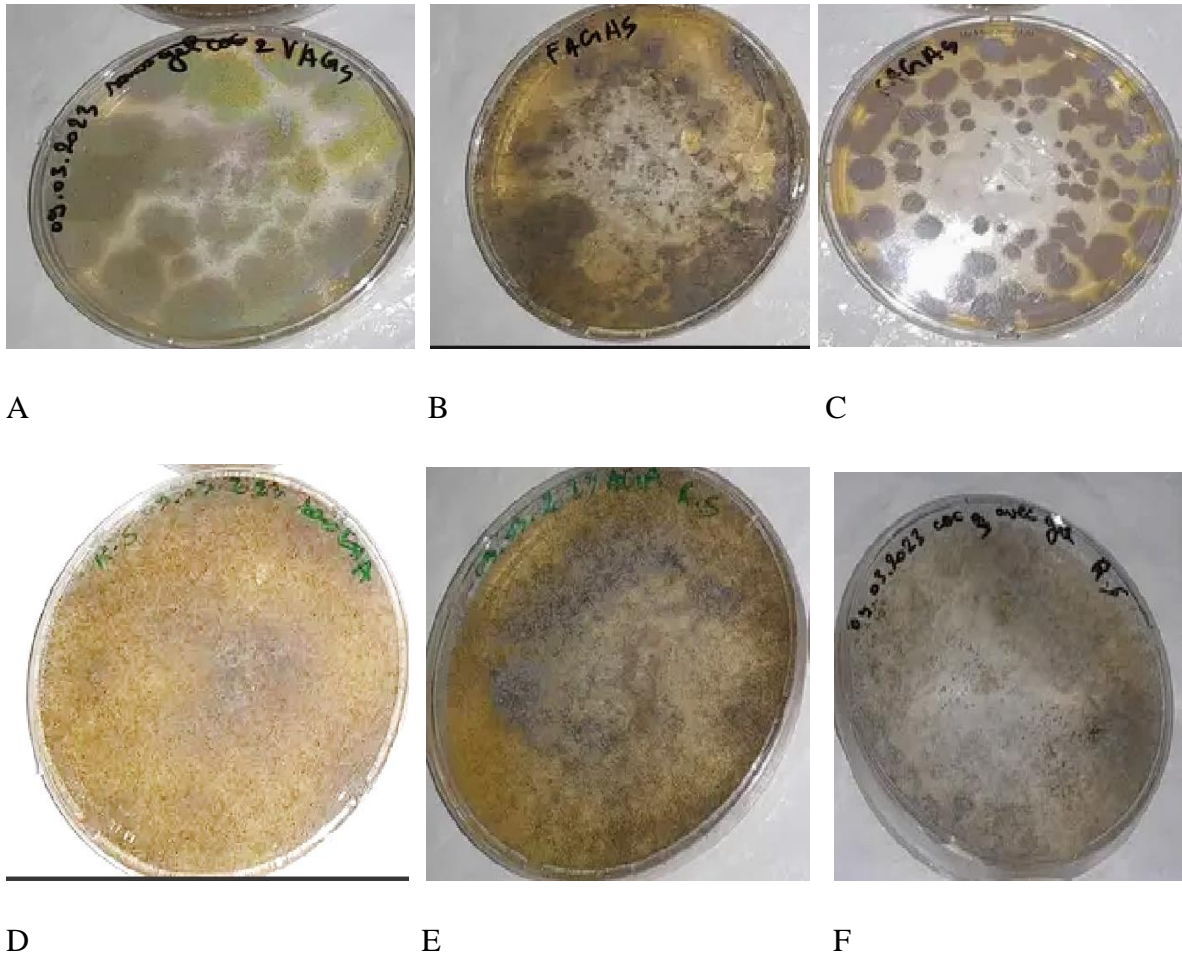
Le gel d'Aloé véra et de FB sont investigués pour leur action antiseptique contre les champignons d'altération postrécolte chez les dattes. Les résultats des tests antifongiques du gel d'Aloé Véra et de FB contre les souches isolées sont représentés dans les figures 28 et 29.



**Figure 28 :** Photographies montrent les résultats des tests antifongiques du gel d’Aloé véra et de Figuier de Barbarie contre *Aspergillus niger* et *Penicillium expansum*.

A : *Aspergillus niger* sans addition du gel, B : *Aspergillus niger* + gel d’Aloé véra, C : *Aspergillus niger* + gel de FB, D : *Penicillium expansum* sans addition du gel, E : *Penicillium expansum* + gel d’Aloé véra, F : *Penicillium expansum* + gel de FB. Les photographies ont été prises après 7 jours d’incubation à 25°C.

Les résultats des tests antifongiques du gel d’Aloé Véra et de cactus contre *Rhizopus stolonifer* et *Penicillium spp.* sont représentés par la figure 29.



**Figure 29 :** Photographies montrent les résultats des tests antifongiques du gel d’Aloé véra et de Figuier de Barbarie contre *Rhizopus stolonifer* et *Penicillium* spp.

A : *Penicillium* spp. sans addition du gel, B : *Penicillium* spp. + gel d’Aloé véra, C : *Penicillium* spp.+ gel de FB, D : *Rhizopus stolonifer* sans addition du gel, E : *Rhizopus stolonifer* + gel d’Aloé véra, F : *Rhizopus stolonifer* + gel de FB. Les photographies ont été prises après 7 jours d’incubation à 25°C.

Les deux gels ont montré un effet antifongique face aux espèces fongique testées mais a différentes intensités. Pour *Aspergillus niger* le gel d’Aloé véra montre une forte capacité antifongique envers cette souche comparativement au gel de FB qui a montré aussi une capacité moindre que le gel d’Aloé véra. Ces résultats sont en accord avec ceux de Badr *et al.*, (2020). Les deux essais sont comparés avec la culture pure de la souche.

*Penicillium expansum* est sensible au gel de FB plus que le gel d’Aloé véra. D’autre part *Penicillium* spp. montre une faible sensibilité envers les deux types du gel.

En ce qui concerne *Rhizopus stolonifer*, le gel de cactus est plus efficace que le gel d’Aloé véra. Le gel de FB a un effet sur la sporulation de cette souche d’après les résultats de la culture.

Les résultats obtenus sont compatibles avec d'autres études présentées par Maan *et al.*, (2021) concernant l'effet antifongique du gel d'Aloé véra et avec les études présentées par Badr *et al.*, (2020). Concernant le gel de cactus, les résultats du présent travail sont compatibles avec des résultats rapportés par Riaz *et al.*, (2018) dans une approche d'enrobage des fruits dans le gel de cactus. Cette technique montre un effet de protection du fruit contre *Rhizopus stolonifer* et *Aspergillus niger*. Ces résultats sont en accord à nos résultats.

D'autres part, ce qui a peut-être affecter notre résultat c'est la méthode de stérilisation du gel par lampe UV. La méthode communément reconnue comme efficace dans une approche similaire à la nôtre c'est la stérilisation par pasteurisation du gel à une température de 70°C pendant 45 secondes suivie par un refroidissement rapide et immédiat à 4°C (Maan *et al.*, 2021). La méthode de stérilisation par pasteurisation n'a pas été abordé à cause de manque de matériel. De plus, le traitement thermique prolongé et non succédé par un refroidissement rapide peut modifier la composition biochimique du gel et affecter donc son effet antiseptique.

# Conclusion

---

### Conclusion

Ce travail a été consacré pour la caractérisation des dattes molles en termes des champignons post récolte et pour tester l'effet antifongique du gel d'Aloé véra et de Figuier de Barbarie sur ces champignons, comme un moyen de biocontrôle alternatif des fongicides chimiques. Quelques paramètres biométriques, physicochimiques et biochimiques et microbiologiques ont été également étudiés pour mieux caractériser les variétés de dattes étudiées (Timjhouret et Archti).

Les paramètres biométriques des dattes étudiées nous ont permis de les classer comme des dattes de bonne qualité morphologique avec des longueur de ( $42.19 \pm 0.45$  et  $53.18 \pm 0.40$  mm), des largeurs de ( $25.9 \pm 0.27$  et  $37.27 \pm 0.17$  mm) et des masses de ( $7.08 \pm 0.19$  et  $13.21 \pm 0.42$  g).

Le pH des deux variétés est dans la mesure normale de 5.8 et 5.9. Pour les sucre totaux et sucres réducteurs, les dattes montrent des taux de  $79.67\% \pm 1.89$ ,  $83.78\% \pm 1.61$  pour les sucres totaux et  $54.89\% \pm 0.040$ ,  $57.19\% \pm 0.088$  pour les sucres réducteurs.

La concentration des polyphénols totaux, des tannins condensés et les anthocyanes est respectivement de ( $54.19 \pm 7.88$ ,  $17.27 \pm 4.74$ ), ( $89.78 \pm 4.05$ ,  $17.96 \pm 1.93$ ) et ( $23.12 \pm 0.93$ ,  $12.85 \pm 2.59$ ). Ces valeurs n'ont pas rapporté aucun signe de mauvaise qualité.

Le taux de cendre est similaire pour les deux variétés avec un taux de 1.3%, et l'indice de brunissement varie entre 0.124 et 0.059.

La caractérisation microbiologique nous a permis d'isoler et d'identifier en total 4 espèces de champignons : *Aspergillus niger*, *Penicillium expansum*, *Penicillium* spp. et *Rhizopus stolonifer*, parmi ces champignons, ceux qui ont un risque de sécréter de mycotoxine qui est la patuline. Les champignons les plus présents sont *Rhizopus stolonifer*, *Aspergillus niger* et *Penicillium expansum*. *Penicillium* spp. est le moins marqué pour les deux variétés.

Le gel d'aloé véra montre une efficacité envers ces champignons notamment envers *Aspergillus niger*, et le gel de cactus montre une forte capacité envers le *Rhizopus stolonifer*. Donc ils peuvent être proposés comme un moyen efficace de lutte contre ces deux champignons d'altération post-récolte.

Le présent travail a montré des résultats encourageants. Il peut être accompli par un essai d'enrobage de la matrice alimentaire étudiée avec le gel d'Aloé véra ou de Figuier de

Barbarie additionné à d'autres substances, notamment la chitosane ou les extraits des graines de pamplemousse pour augmenter la durée de conservation du fruit en lui gardant toutes ces particularités organoleptiques, biochimiques et microbiologiques. Cela peut faire l'objet d'autres sujets de recherches.

## **Références bibliographiques**

---

- Abekhti, A., Zarour, K., Boulal, A., Benmechernene, Z., & Kihal, M. (2013). Evaluation of microbiological quality of the date fruit product “Btana” produced in Adrar South Algeria. *Journal of microbiology research*, 3(5), 163-170.
- Abera, N.G., Kebede, W., & Wassu, M. (2019). Effect of aloe gel and cactus mucilage coating on chemical quality and sensory attributes of mango (*Mangifera indica* L.). *Journal of Postharvest Technology*, 7(2), 31-43.
- Aberlanc-Bertossi, F. (2017). Biotechnologies du palmier dattier. IRD Edition. France. 261p.
- Achour, M., Amara, S. B., Salem, N. B., Jebali, A., & Hamdi, M. (2003). Effet de différents conditionnements sous vide ou sous atmosphère modifiée sur la conservation de dattes Deglet Nour en Tunisie. *Fruits*, 58(4), 205-212.
- Amziane, L. (2016, March). La datte algérienne : un produit du terroir de qualité mais faiblement valorisé. In CIST2016-En quête de territoire (s) ? (pp. 23-28).
- Anchisi, C., Maccioni, A.M., Sinico, C., & Valenti, D. (2001). Stability studies of new cosmetic formulations with vegetable extracts as functional agents. *Il Farmaco*, 56(5-7), 427-431.
- Anses : Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail. *Rapport d'expertise collectif : Évaluation du signal concernant la toxicité des fongicides inhibiteurs de la succinate déshydrogénase (SDHI)*. (2021) <https://www.anses.fr/fr/system/files/PHYTO2018SA0113Ra.pdf>
- Ashraf, Z., & Hamidi-Esfahani, Z. (2011). Date and date procession : a review. *Food reviews international*, 27(2), 101-133p.
- Audigie, Cl., Figarella, J., Zonszain, F. (1980). Manipulation d'analyse biochimique. Edition Doin. Paris.
- Bano, A., Gupta, A., Prusty, M. R., & Kumar, M. (2023). Elicitation of Fruit Fungi Infection and Its Protective Response to Improve the Postharvest Quality of Fruits. *Stresses*, 3(1), 231-255.
- Barrow, S.C. (1998). A monograph of phoenix L. (palmae : Coryphoideae). Kew bulletin, 513-575.
- Bautista-Baños, S. (Ed.). (2014). Postharvest decay : Control strategies. Elsevier.
- Benabdallah, A. (1990). La phoeniciculture Options Méditerranéennes. *Les systèmes agricoles oasiens. Sér, A ln O 1 1* : 105-120.

- Benassou, N., Meghmoul, M., & Naamane, A. (2013). Etude de l'activité antioxydante des polyphénols de quelques variétés de dattes. Mémoire de master, université 08 mai 1945 – Guelma, 29p.
- Benchabane A., (2007). Composition biochimique de la datte (Deglet-Nour). Thèse de Doctorat, INA. El-Harrach, 27p.
- Bessas, A., Benmoussa, L., & Kerarma, M. (2008). Dosage biochimique des composés phénoliques dans les dattes et le miel récoltés dans le sud Algérien. Diplôme d'Ingénieur d'Etat en biologie, faculté des sciences, Université Djillah Liabes-Sidi Bel Abbès. Disponible sur : <https://www.memoireonline.com/07/08/1340/dosage-biochimique-composes-phenoliques-datte-miel-sud-algerie.html>. Consulté le 27/2/2023.
- Blancard, D. (2013). *Rhizopus stolonifer* (Ehrenb.) Vuill. (1902) Pourriture à *Rhizopus*. INRAE, Disponible sur : <http://ephytia.inra.fr/fr/C/8021/Melon-Rhizopus-stolonifer> , consulté le 12/02/2023.
- Booij, I., Piombo, G., Risterucci, A.M., Coupe, M., Thomas, D., & Ferry, M. (1992). Etude de la composition chimique de dattes à différents stades de maturité pour la caractérisation variétale de divers cultivars de palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.). *Fruits*, 47(6) : 667-678.
- BOTTON B., BRETON A., FEVRE M., GANTHIER S GUX PH., LARPENT J P., REYMOND P., SANGLIER JJ., VAYSSIERY., et VEAU P., 1990 ; Moisissures utiles et Nuisibles importances industrielles. Paris Milan Barcelone Mexico. Deuxième édition. P 498.
- Bouguedoura, N., Bennaceur, M., & Benkhalifa, A. (2010). Le palmier dattier en Algérie. Situation, contraintes et apports de la recherche. In Aberlanc-Bertossi, F (dir.), *Biotechnologies du palmier dattier* (pp. 15-22). IRD Editions-paris.
- Bouguedoura, N., Bennaceur, M., Babahani S., & Benziouche, S.E. (2015). Date palm status and perspective in Algeria. *Date palm genetic resources and utilization* (1) : 125-186.
- Boujnah, M., & Harrak, H. (2012). Valorisation technologique des dattes au Maroc. Institut national de la recherche agronomique, édition INRA, 157p.
- Boulal, A., Kihal, M., Khelifi, C., & Benali, B. (2017). Generation of bioethanol from common date byproducts, "Teggaza and Lebghel" in Southern Algeria. *African Journal of Biotechnology*, 16(1), 41-50.

- Bourgois, C.M., & Leveau, J.Y., 1980. Technique d'analyse et de contrôle dans les Industries agro-alimentaires. Tome 3. Contrôle microbiologique. Edition technique et Documentation. Lavoisier. Paris.
- Breton, A. (1997), ‘ ‘ CLE DE DETERMINATION DES GROUPES ET GENRES DES MOISSURES IMPORTANTES DANS LES INDUSTRIES AGROALIMENTAIRES’’, in Larpent, J.P, (Dir.), Microbiologie alimentaire. Technique de laboratoire, Paris, Lavoisier, pp 441-464.
- CESB : Comité d’Experts Spécialisé pour l’analyse et l’évaluation des dangers Biologiques dans les aliments. Fiche de description de danger biologique transmissible par les aliments : *Penicillium expansum* et autres espèces productrices de patuline. (2022)
- Cheikhi, L. (2018). Caractérisation Physicochimique et Biométrique de Quelques Variétés des Dattes de la Région d’Aoulef (Adrar). Thèse de Doctorat, Université Ahmed Draia-Adrar, 30p.
- Cheikhi, L., Bouallala, M., Boufeldja, W., & Iddou, A. (2019). CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES ET BIOCHIMIQUES DE QUELQUES VARIETES DE DATTES CONSOMMEES DANS LA REGION D’AOULEF (ADRAR). *African Review of Science, Technology and Development*, 4(1), 30-38.
- Cherif, S. (2021, April). Variation de la qualité des dattes en fonction des conditions de conservation et des traitements post-récolte. Université d’Avignon ; Université du Centre (Sousse, Tunisie). Institut supérieur agronomique de Chott-Mariem, p42.
- Corbaz, R. (1990). Principes de phytopathologie et de lutte contre les maladies des plantes. PPUR presses polytechniques, pp 11-16.
- Dakhia, N., Bensalah, M. K., Romani, M., Djoudi, A. M., & Belhamra, M. (2013). Etat phytosanitaire et diversité variétale du palmier dattier au bas Sahara-Algérie. *Journal Algérien des régions arides*, 5-17.
- DELMI, M.S. (2018). Effet antimicrobien d’extrait d’*Opuntia ficus-indica* sur certaine bactérie pathogène. Mémoire de master, Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem, 2p, 6p, 7p.
- Díaz, M. A., Pereyra, M. M., Picón-Montenegro, E., Meinhardt, F., & Dib, J. R. (2020). Killer Yeasts for the Biological Control of Postharvest Fungal Crop

- Diseases. *Microorganisms*, 8(11), 1680. Disponible sur : <https://doi.org/10.3390/microorganisms8111680>. Consulté le 6/5/2023.
- Djafri, K., Khemissat, E., Bergouia, M., Hafouda, S., & expérimentale de Touggourt I. S. (2021). Valorisation technologique des dattes de faible valeur marchande par la production du sirop. *Recherches Agronomiques*, 19(1), 97-114.
  - Djoudi, I. (2013). Contribution à l'identification et à la caractérisation de quelques accessions du palmier dattier (*Phoenix Dactylifera*. l) dans la région de Biskra. Thèse de Doctorat, Université Mohamed Khider-Biskra, 48p, 49p.
  - Doukani, K., & Tabak, S. (2015). Profil Physicochimique du fruit" Lendj » (*Arbutus unedo* L.). *Nature & Technology*, (12), 51.
  - Dwiastuti, M.E., Soesanto, L., Aji, T.G., & Devy, N. F. (2021). Biological control strategy for postharvest diseases of citrus, apples, grapes and strawberries fruits and application in Indonesia. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 31(1), 1-12.
  - Elhachmi, A. (2019). Monographie de la wilaya de Laghouat, Agence Nationale d'Intermédiation et de Régulation Foncière.
  - El-Houmaizi, A. (2002). Modélisation de l'architecture du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) et application à la simulation du bilan radiatif en oasis. Université Cadi Ayyad-Marrakech, 41p.
  - Estanove, P. (1990). Note technique : Valorisation de la datte. CIHEAM-IAMM, 301-318p.
  - FAOUZI, J. (2013). DE L'ENTREPRENARIAT SOCIAL A L'ECOENTREPRENARIAT AU MAROC : POUR UNE APPROCHE GLOBALE ET INTEGRATIVE DES PERFORMANCES DANS LE CONTEXTE DE LA RSE. *Revue de Gestion et d'Économie*, 1(2), 114-122.
  - Ghezal, C., Mehrez, A., & Zebidi, S. (2022). Caractéristiques physico-chimiques et biochimiques de trois variétés des dattes de la région d'EL-Oued (Ghars, Deglet Nour, Degla Beida). Mémoire de master, Université Echahid Hamma Lakhdar- EL-Oued, p24.
  - Ghezzoul, F. (2010). Les maladies fongiques des dattes en stockage du palmier dattier *Phoenix dactylifera* L dans la région de Ouargla. Thèse de Doctorat, Université KASDI MERBAH-OUARGLA, p 68.
  - Gros-Balthazard, M. (2012). Sur les origines, l'histoire évolutive et biogéographique du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.): L'apport de la

- génétique et de la morphométrie. Thèse de Doctorat, Université de Montpellier II Sciences et Technologie de Languedoc, 366p.
- Harrak, H., & Hamouda, A. (2005). Etude de quelques critères de qualité des principales variétés de dattes marocaines. In Actes du *Symposium International sur le Développement Durable des Systèmes Oasiens* (pp. 08-10). Maroc : Institut National de la Recherche Agronomique.
  - <https://www.anses.fr/fr/system/files/BIORISK2016SA0267Fi.pdf>
  - IPGRI : International Plant Genetic Resources Institute., (2005). « Descripteurs de palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) ». 42p.
  - Kouassi, M.D. (2001). La lutte biologique : une alternative viable à l'utilisation des pesticides?. *Vertigo-la revue électronique en sciences de l'environnement*, 2(2). DOI : <https://doi.org/10.4000/vertigo.4101>. Consulté le 28/5/2023.
  - Larpent, J.P. (1997). Microbiologie alimentaire. Technique de laboratoire. Edition Lavoisier. Paris, pp 397-408.
  - Louze, H., Hadjaissa, F., & Aouar, L. (2018). Isolement et identification des moisissures de stockage du blé tendre (*Triticum aestivum* L) et blé dur (*Triticum durum* L). Mémoire de master, Université Larbi Ben M'hidi-Oum El Bouaghi, 10p.
  - Maan, A.A., Ahmed, Z.F.R., Khan, M.K.I., Riaz, A., & Nazir, A. (2021). Aloe Vera gel, an excellent base material for edible films and coatings. *Trends in Food Science & Technology*, 116, 329-341.
  - Matallah, M.A.A. (2004). Contribution à l'étude de la conservation des dattes de la variété Deglet-Nour : Isotherme d'adsorption et de désorption. Mémoire. Ing. Agro, INA. El-Harrach, 14p.
  - Megullati, M. (2021). Formulation d'un yaourt aux dattes molles. Mémoire de master, Université Amira-Bejaia, 16p.
  - Meliani, S., Bouguedoura, N., & Bennaceur, M. (2016). Études morphologique et histologique du développement de l'ovaire chez le palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.). *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 18(3), 682p.
  - Michayewicz, N. (2013). L'Aloe Vera, plante médicinale traditionnellement et largement utilisée depuis des millénaires, aux nombreuses propriétés thérapeutiques. Plante miracle ? Thèse de Doctorat, Université de Lorraine, 31p, 37p, 57p.

- Misbah, A., Essarioui, A., & Noutfia, Y. (2022). Technologies post-récolte pour la préservation de la qualité des dattes durant le stockage. *African and Mediterranean Agricultural Journal-Al Awamia*, (134), 30-59.
- Morin, E. (2008). Aloe Vera (L.) Burm. F : aspects pharmacologiques et cliniques. Thèse de Doctorat, Université de Nantes-France, 31p.
- Moss, M. O. (2008). Fungi, quality and safety issues in fresh fruits and vegetables. *Journal of Applied Microbiology*, 104(5), 1239-1243.
- Munier, P. (1953). Sur l'origine du palmier-dattier. *Fruits*, 8(2) : 47-52.
- Munier, P. (1961). Note sur le séchage et le conditionnement des dattes communes.
- Munier, P. (1973). Le pays de Dilmoun et la culture du palmier-dattier. *Fruits*, 28(9), 641-642.
- Noutfia, Y., Harrak, H., Chakib, A. L. E. M., & ZEGZOUTI, Y. F. (2018). Conservation par réfrigération de la datte Marocaine : État des lieux et évaluation des critères physiques et sensoriels de la qualité. *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*, 6(4), 483-488.
- Oudrane, K. (2019). Valorisation des déchets de datte (production du vinaigre). Mémoire de master, Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem, 64p.
- Palou, L., Rosales, R., Taberner, V., & Vilella-Espla, J. (2016). Incidence and etiology of postharvest diseases of fresh fruit of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) in the grove of Elx (Spain). *Phytopathologia Mediterranea*, 391-400.
- Peyron, G. (2000). Cultiver le palmier dattier. Edition Quae. 9p, 10p, 11p, 12p, 19p.
- Piombo, E., Abdelfattah, A., Danino, Y., Salim, S., Feygenberg, O., Spadaro, D., ... & Droby, S. (2020). Characterizing the fungal microbiome in date (*Phoenix dactylifera*) fruit pulp and peel from early development to harvest. *Microorganisms*, 8(5), 641.
- Rahmoune, D. (2018). Conséquence de l'exposition post-congélation sur la valeur nutritive des dattes de la variété Deglet-Nour. Mémoire de master, Université Amar Thelidji-Laghouat, 6p.
- Rebourd, H. (1947). Ecologie du dattier en Afrique du Nord. *Fruits d'outre-Mer*, 2(10) : 315-317.
- Reynes, M., Bouabidi, H., Piombo, G., Risterucci, A.M. (1994). Caractérisation des principales variétés de dattes cultivées dans la région du Djérid en Tunisie. *Fruits*, 49(4) : 289-298.

- Riaz, S., Sultan, M.T., Sibte-e-Abass, M., Imran, M., Ahmad, R.S., Hussain, M.B., ... & Egorova, G.N. (2021). Extraction of polysaccharides from opuntia cactus for its potential application in edible coating to improve the shelf life of citrus (Kinnow mandarin) fruit. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 2021, 745-750.
- Sedra, My. H. (2001). Descripteurs du palmier dattier (Phoenix dactylifera L.). Editions-INRA, Maroc, Imprimerie Al-Watania Marrakech, 195pp.
- Serghat, S., Mouria, A., Ouazzani Touhami, A., Badoc, A., & Douira, A. (2004). Effet de quelques fongicides sur le développement in vitro de pyricularia grisea et helminthosporium oryzae. *Bull. Soc. Pharm. Bordeaux*, 143(7), 14.
- Singh, D., & Sharma, R.R. (2018). *Postharvest diseases of fruits and vegetables and their management*. In *Postharvest disinfection of fruits and vegetables* (pp. 1-52). Academic Press.
- Soriano, L. (2016). Aloé Vera. Monographie, Université Québec a Chitoutimi, Dess Lara de Cosmétologie.
- Spadaro, D. (2011). Biological control of postharvest diseases of fruits and vegetable. Agricultural Sciences, Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS), Developed under the Auspices of the UNESCO. Eolss Publishers, Oxford. London, 461-474.
- Toutain, G. (1967). Le palmier dattier culture et production. Al awamia. El-Rebat. 151p.
- Vilaplana, R., Cifuentes, C., Vaca, L., Cevallos-Cevallos, J. M., & Valencia-Chamorro, S. (2020). Curative activity of possible biocontrol agents in the postharvest of yellow pitahaya and organic banana. *Postharvest Biology and Technology*, 159, 111030.
- Yahiaoui, K., Bouchenak, O., Arab, K., & Benchabane, A. (2020). Evaluation de la fraction glucidique au cours de la maturation de la datte Deglet-Nour. *Journal of Advanced Research in Science and Technology*, 35-43.
- Yahiaoui, K., Bouchenak, O., Arab, K., & Benchabane, A. (2020). Evaluation du brunissement de la datte Deglet-Nour au cours de la maturation. *Revue Agriculture*. 11(1), 10 – 19.

- Zango, O. (2016). Agro biodiversité et élaboration d'un modèle architectural du palmier dattier au Sahel : cas du Niger. Thèse de Doctorat, Université de Montpellier ; Université Abdou Moumouni, Niamey, 30p, 31p.

# **Annexes**

---

## Annexe I : descripteur de l'IPGRI (INRA, 2005)

**☞ Gout et saveur de la datte**

- 1- insipide/sans gout
- 2- Acidulé
- 3- Apre
- 4- Réglisse
- 99 Autre

**☞ Poids moyen des graines (g) : 20 graines****☞ Couleur de la graine : - grise**

- Beige
- Marron

**☞ Couleur de la graine :**

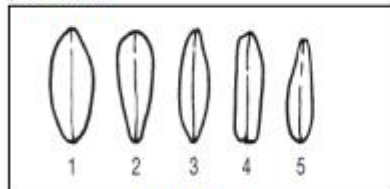
- 1- Grise
- 2- Beige
- 3- Marron

**☞ Forme de la graine**

- 1- Ovoïde
- 2- Coniforme
- 3- Fusiforme
- 4- Sub cylindrique
- 5- Piriforme

**variétés de référence**

- Tantaboucht
- Horra
- Deglet Nour
- Ghars



Forme de la graine

**☞ Couleur du fruit au stade « Tmar » :**

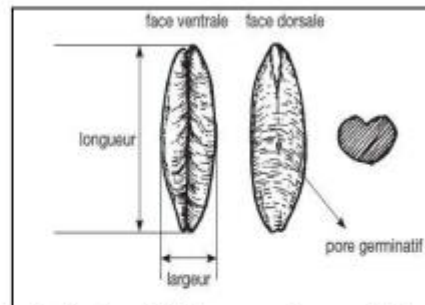
- 1- Jaune
- 2- Ambré
- 3- Miel
- 4- Marron foncé
- 5- Noir
- 6- Verdâtre
- 7- Rouge

**☞ Longueur/ largeur de la graine**

- ☞ Largeur de la graine (mm)
- ☞ Epaisseur de la graine (mm)

**☞ Rapport de longueur de la graine/fruit**

- 1- <math>< 1/2</math>
- 2-  $1/2$  à  $2/3$
- 3-  $> 1/2$



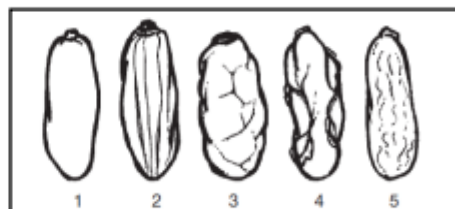
Evaluation de la longueur et largeur de la graine

**☞ Consistance de la datte au stade « Tmar »**

- 1- Molle
- 2- Demi-molle
- 3- Sèche

**☞ Aspect de l'épiderme du fruit**

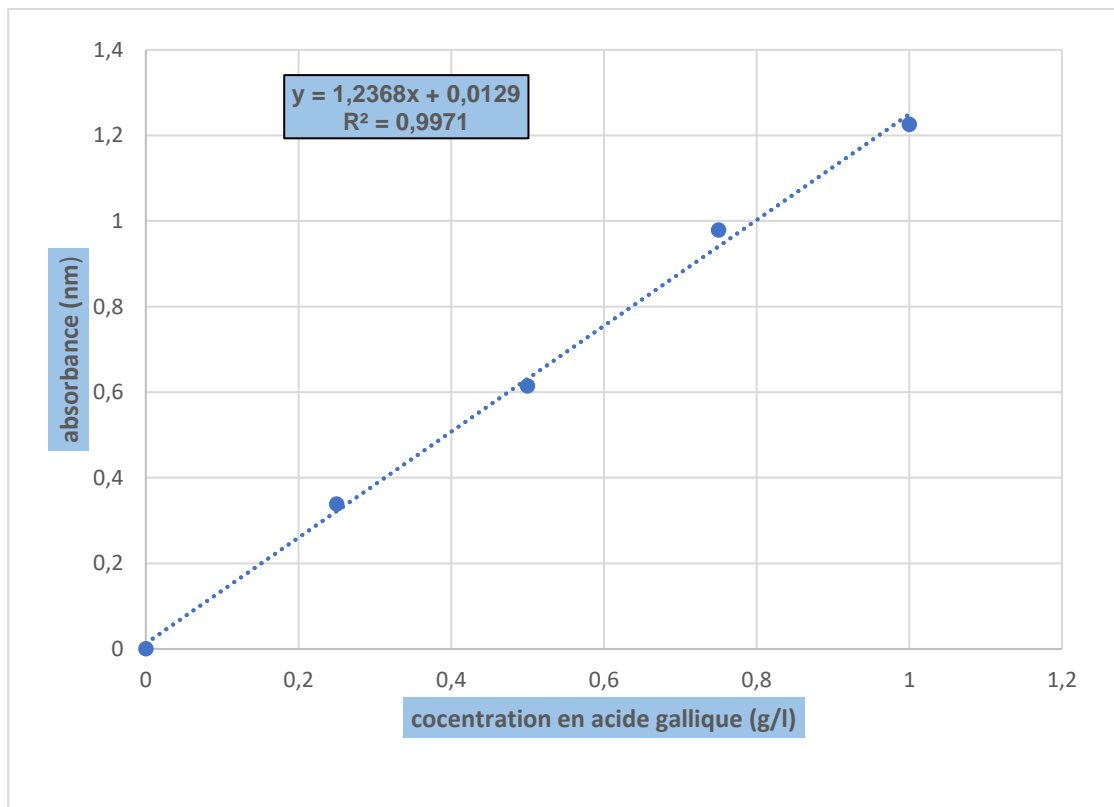
- 1- Lisse
- 2- Plissé
- 3- Gauffré
- 4- Cloqué
- 5- Tatoué

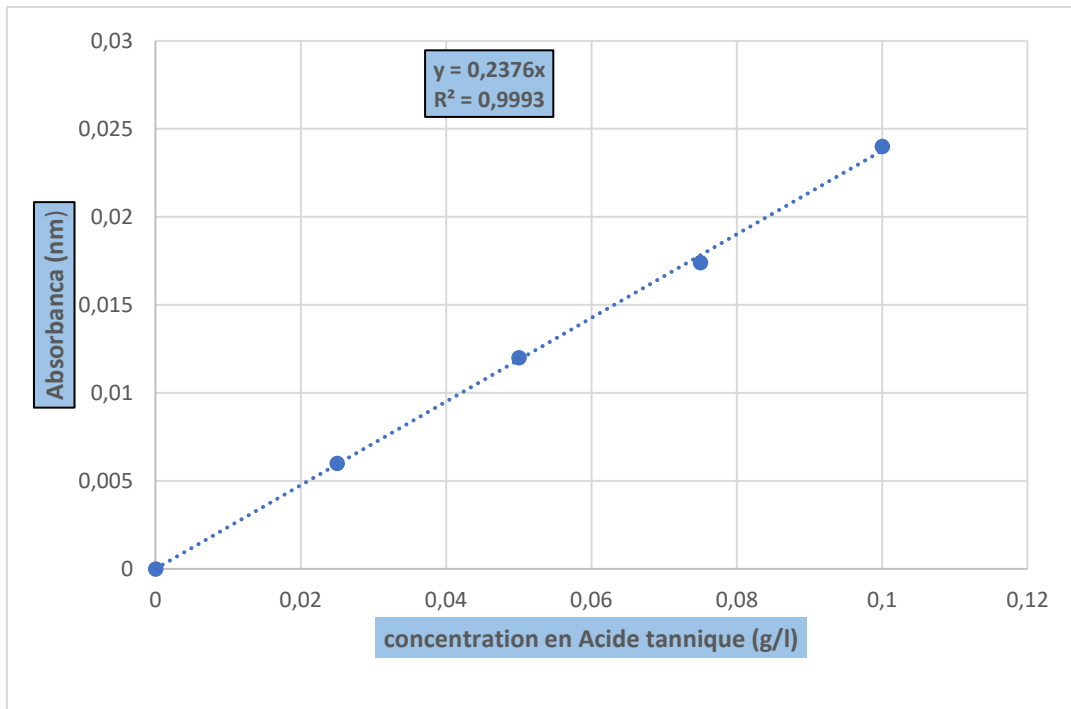


Aspect de l'épiderme du fruit

**Annexe II : Composition de réactif Folin ciocalteau**

- 100 g de tungstate de sodium (No. CAS : 13472-45-2),
- 25 g de molybdate de sodium (No. CAS : 7631-95-0),
- 50 mL d'acide phosphorique (No. CAS : 7664-38-2) à 85% ( $\rho_{20}=1.71$  g/mL),
- 100 mL d'acide chlorhydrique (No. CAS : 7647-01-0) concentré ( $\rho_{20}=1.19$  g/mL).
- 150 g de sulfate de lithium (No. CAS : 10377-48-7),
- quelques gouttes de brome (No. CAS : 7726-95-6),

**Annexe III : courbe d'étalonnage de l'acide gallique utilisé pour le dosage des polyphénols totaux**

**Annex IV : courbe d'étalonnage de l'acide tannique utilisé pour le dosage des tanins condensés****Annexe V : courbe d'étalonnage utilisée pour le dosage des anthocyanes**