



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^{elle}* CHIKHAOUI Khadidja Oumelbanine
DOMAINE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
FILIERE : SCIENCES ALIMENTAIRES
SPECIALITE : AGROALIMENTAIRE ET CONTROLE DE QUALITE

**Enrobage de dattes molles et biocontrôle de quelques
champignons d'altération post-récolte**

Jury de soutenance :

Nom et Prénom	Grade	Qualité
Mme. Allali Khadidja	MCA (UAT-Laghouat)	Présidente
Mme. Lounici Safia	MAA (UAT-Laghouat)	Examinatrice
M. Goudjal Yacine	Professeur (UAT-Laghouat)	Rapporteur
<i>M^{elle}</i> Brahimi Imane	Doctorante	Co-rapporteur

Session : Juin 2024

Remerciements

*Avant tout, le grand et le vrai merci à **Allah** qui m'a donné la force et la patience d'accomplir*

Ce modeste travail.

Ce mémoire a été réalisé aux trois laboratoires, le laboratoire pédagogique département des sciences agronomiques l'Université Amar Telidji de Laghouat, pour réaliser la caractérisation chimique. Le laboratoire de chimie fondamentale Université Amar Telidji de Laghouat, et le laboratoire pédagogique du département de génie des procédés.

Je tiens à les remercier tous d'avoir accueilli dans leurs laboratoires, je suis très reconnaissante pour la confiance qu'ils m'ont accordé.

*Je remercie mon directeur de mémoire Monsieur, **Goudjal Yacine**, Professeur à l'Université de Laghouat et ma co-directrice de mémoire Mademoiselle **Brahimi Imane**, Doctorante à l'Université de Laghouat pour leur patience, leurs multiples conseils et leurs orientations.*

*J'exprime mes sincères remerciements à Madame **Allali Khadidja**, Maitre-de conférence A à l'Université de Laghouat pour avoir accepté présider le jury de ce mémoire.*

*Mes vifs remerciements vont également à Madame **Lounici Safia**, Maitre-assistant A à l'Université de Laghouat pour m'avoir fait l'honneur d'être l'examinatrice de ce travail.*

Et enfin je remercie tous ceux qui, d'une manière ou d'une autre, ont contribué à la réalisation de ce travail.



الإهداء

أهدي هذا العمل المتواضع إلى أبطال غزة أبطال العبور ليوم السابع من أكتوبر المجيد إلى شجعان غزة الصامدين إلى ثلثة صدقوا ما عاهدوا الله عليه

... إلى كل الطواقم الطبية والمدنية... إلى أهل غزة كبيرها وصغيرها... رجالها ونساءها وأبطالها... إلى سماحها وهواشها... إلى الأرواح الزكية التي

سارت في سبيل الله فداءً للمسجد الأقصى المبارك... إليك يا زهرة المدرائن... إليك يا أم الملاحم... إليك يا مصنع الفخر والعزة...

إلى غزة روح الروح... إلى أمتنا الجريئة...

ما قدمنا كما قدمتم... وما بذلنا كما بذلتم... غير أننا معكم قلباً وقلبا... والله على ذلك شهيد

كما أهدى هذا العمل لوالدي الكريمين

أبي العزيز: يا جبل أستاذ عليه لقد كنت وأنا مدرستي في الصبر والثقة والأمل، أسأل الله عز وجل أن يمتنعك بالصحة والعمر المديد والكثير

من السعادة.

أمي الحبيبة: النور الذي ينير ظنني، جنة حياتي، كنت مثلاً للصمود والشجاعة، متعك الله عز وجل بالصحة والسعادة وأطال في عمرك.

إلى اخواتي زهرات حياتي: رحاب وازهار وخولة وساجدة، كنتن خير معين في هذه الرحلة،

حفظكن الله ورزقكن مستقبلاً مشرقاً بحياة مليئة بالفرح والسعادة والنجاح.

إلى رفيقات الدرب: أسماء، ريم، حنان، وفاء وفاطمة كنتن خير رفيق في مسيرتي الدراسية وفقن الله لما يحبه ويرضاه.



إلى جميع أفراد عائلتي وزملائي

شجاوي خديجة أم البنين

Résumé

Les dattes, après leur récolte et leur stockage, sont exposées à la détérioration due aux champignons, ce qui entraîne des pertes économiques importantes. *Aspergillus niger* est l'un des champignons les plus courants affectant les dattes, provoquant leur dégradation et la perte de leur valeur nutritive. Cette étude vise à évaluer l'efficacité de l'utilisation d'un mélange de chitosane et d'extrait de gel d'aloès vera comme un agent de biocontrôle alternatif aux fongicides chimiques pour lutter contre *Aspergillus niger* dans la variété de dattes « Bent Kbala », et examiné d'autres paramètres morphologiques, biométriques, physicochimiques et biochimiques des dattes. Les résultats obtenus par les études morphologiques et biométriques nous ont permis de classer la variété de "Bent kbala" comme des dattes de bonne qualité morphologique. Les données biométriques sont de : 38,48 mm de longueur, 21,20 mm de largeur avec une masse de 13,32 g. Le pH des dattes enrobées est entre 5,58 et 6,04. Pour les dattes non enrobées, le pH est entre 4,38 et 6,15. L'acidité titrable est entre 0,112% et 0,163% pour les dattes enrobées, et entre 0,097% et 0,198% pour les dattes non enrobées. La teneur en polyphénols totaux est de 10,43 mg EAG/g-7,35mg EAG/g pour les dattes enrobées, est de 3,92 mg EAG/g- 7,19 mg EAG/g pour les dattes non enrobées. Les tanins condensés pour les dattes enrobées sont de 17,36µg/ml- 19,66 µg/ml, et pour les dattes non enrobées est de 19,12 µg/ml- 25,13 µg/ml. L'activité antioxydante variaient entre 63,62%-73,97% pour les dattes enrobées, pour les dattes non enrobées est entre 43,44%-31,51%. L'indice de brunissement pour les dattes enrobées est entre 0,04-0,05, pour les dattes non enrobées est entre 0,049- 0,093. Pour les résultats des sucres réducteurs et totaux sont respectivement entre 20,44 g/l- 15,14 g/l pour les dattes enrobées, et entre 11,90 g/l-19,34g/l et entre 78%-80% pour les dattes enrobées, pour les dattes non enrobées et entre 66%- 80%. Les tests d'antagonismes et l'inoculation de dattes enrobées avec le chitosane combiné avec le gel d'aloé vera montre qu'il y a un effet du chitosane avec le gel d'aloé vera sur la croissance fongique. L'utilisation du chitosane et du gel d'Aloé vera a montré des résultats efficaces sur la croissance fongique en culture. Ces résultats sont comparables avec les résultats des fongicides chimiques. Il est à recommander d'adopter des alternatives naturelles qui fonctionnent comme des fongicides chimiques.

Mots clés : dattes, *Aspergillus niger*, détérioration, biocontrôle, Chitosane, Aloé vera.

Abstract

After harvest and storage, dates are exposed to deterioration due to fungi, leading to significant economic losses. *Aspergillus niger* is one of the most common fungi affecting dates, causing their degradation and loss of nutritional value. This study aims to evaluate the effectiveness of using a mixture of chitosan and aloe vera gel extract as an alternative biocontrol agent to chemical fungicides to control *Aspergillus niger* in the "Bent Kbala" date variety and examine other morphological, biometric, physicochemical and biochemical parameters of dates. The results obtained by the morphological and biometric studies allowed us to classify the "Bent kbala" variety as dates of good morphological quality. The biometric data are: 38.48 mm in length, 21.20 mm in width with a mass of 13.32 g. The pH of the coated dates is between 5.58 and 6.04. For uncoated dates, the pH is between 4.38 and 6.15. The titratable acidity is between 0.112% and 0.163% for coated dates, and between 0.097% and 0.198% for uncoated dates. The total polyphenol content is 10.43 mg EAG/g-7.35 mg EAG/g for coated dates, and 3.92mg EAG/g-7.19mg EAG/g for uncoated dates. Condensed tannins for coated dates are 17.36µg/ml- 19.66 µg/ml, and for uncoated dates are 19.12 µg/ml- 25.13 µg/ml. Antioxidative activity ranged between 63.62%-73.97% for coated dates, and between 31.51%-43.44% for uncoated dates. The browning index for coated dates is between 0.04- 0.05, for uncoated dates is between 0.049- 0.093. For the results of reducing and total sugars, they are respectively between 15.14g/l-20.44 g/l for coated dates, and between 11.90 g/l- 19.34g/l and between 78n%-80% for coated dates, for uncoated dates and between 66%- 80%. Antagonism tests and inoculation of coated dates with chitosan combined with aloe vera gel show that there is an effect of chitosan with aloe vera gel on fungal growth. The use of chitosan and aloe vera gel has shown effective results on fungal growth in culture. These results are comparable to the results of chemical fungicides. It is recommended to adopt natural alternatives that function as chemical fungicides.

Keywords: dates, *Aspergillus niger*, deterioration, biocontrol, Chitosan, Aloe vera.

المخلص

التمور بعد حصادها وتخزينها معرضة للتلف بسبب الفطريات، مما يؤدي إلى خسائر اقتصادية كبيرة.

يعتبر *Aspergillus niger* من أكثر الفطريات شيوعًا التي تصيب التمور، مما يؤدي إلى تلفها وفقدان قيمتها الغذائية. تهدف هذه الدراسة إلى تقييم فعالية استخدام مزيج من الكيتوزان وخلصه هلام الصبار كعامل للتحكم البيولوجي بديل لمبيدات الفطريات الكيميائية لمكافحة هذا النوع من الفطريات في صنف التمر "بنت قبالة"، إضافة إلى دراسة معايير مورفولوجية، بيومترية، كيميائية، فيزيائية وكيميائية حيوية أخرى للتمور. أظهرت نتائج الدراسات المورفولوجية والبيومترية أن تمور "بنت قبالة" تُصنف من بين أجود التمور مورفولوجيًا. كانت البيانات البيومترية كما يلي: الطول 38.48 ملم، العرض 21.20 ملم، والكتلة 13.32 جرامًا. يتراوح كمون الهيدروجين للتمور المغلفة بين 5.58 و6.04، بينما يتراوح الرقم الهيدروجيني للتمور غير المغلفة بين 4.38 و6.15. تراوحت الحموضة القابلة للتكسب بين 0.112% و0.163% للتمور المغلفة، وبين 0.097% و0.198% للتمور غير المغلفة. تراوحت نسبة الفينول الكلية بين 7.35 ملغ/غرام إلى 10.43 ملغ/غرام للتمور المغلفة، وبين 7.19 ملغ/غرام للتمور غير المغلفة. يتراوح العفص المكتف بين 17.36 ميكروغرام / مل إلى 19.66 ميكروغرام / مل للتمور المغلفة، وبين 19.12 ميكروغرام / مل إلى 25.13 ميكروغرام / مل للتمور غير المغلفة. يتراوح النشاط المضاد للأوكسدة بين 63.62% إلى 73.97% للتمور المغلفة، وبين 31.51% إلى 43.44% للتمور غير المغلفة. تراوحت مؤشرات الإسمار بين 0.04 إلى 0.05 للتمور المغلفة، وبين 0.049 إلى 0.093 للتمور غير المغلفة. أظهرت نتائج اختبارات الخصومة أظهر استخدام وتلقيح التمور المغلفة بالكيتوزان مع هلام الصبار وجود تأثير للكيتوزان مع هلام الصبار على نمو الفطريات. الكيتوزان وهلام الصبار نتائج فعالة ضد نمو الفطريات في المزارع. وكانت هذه النتائج مماثلة لنتائج مبيدات الفطريات الكيميائية، مما يوحي بتبني بدائل طبيعية فعالة مثل مبيدات الفطريات الكيميائية.

كلمات مفتاحية: التمور، *Aspergillus niger*، التلف، مكافحة البيولوجية، الكيتوزان، هلام الصبار.

Liste des abréviations

Aw : Activité de l'eau.

BPH : bonne pratique d'hygiène.

CMC : carboxyméthylcellulose.

DPPH : 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl.

IB : Indice de brun

PDA : Potato Dextrose Agar.

Index des figures	Page
Figure 1 : Représentation schématique du palmier dattier	4
Figure 2 : Inflorescences du palm dattier	4
Figure 3 : Représentation géographique mondiale du palmier dattier	6
Figure 4 : Carte de la répartition des zones d'observation et de suivi des stades phénologiques du palmier dattier en Algérie	7
Figure 5 : Morphologie et anatomie du fruit et de la graine du palmier dattier	8
Figure 6 : Stades de développent de la datte	10
Figure 7 : Agents microbiologiques causant des détériorations post-récolte de dattes	12
Figure 8 : L'altération du fruit causée par une contamination fongique après la récolte	15
Figure 9 : Structure chimique de la chitine et du chitosane	18
Figure 10 : Photographie d'un palmier dattier du site échantillonné	21
Figure 11 : Photographies présentant la variété de datte "Bent Kbala"	21
Figure 12 : Schéma représentant les étapes d'extraction du Chitosane à partir le criquet	23
Figure 13 : Photographies représentant l'étape de la déminéralisation de criquet	24
Figure 14 : Photographies représentant l'étape de la déprotéinisation de criquet	24
Figure 15 : Photographies représentant les étapes de la désacétylation du chitine	25
Figure 16 : Organigramme représentant les étapes de transformation des feuilles d'aloé véra en gel	26
Figure 17 : Photographies montrant les différentes étapes des tests d'antagonisme	27
Figure 18 : Photographies présentant les dattes enrobée.....	29
Figure 19 : Schéma représentes les étapes de préparation de la suspension dilution de datte.....	30
Figure 20 : Photographies représentant les dattes inoculer par la suspension d' <i>Aspergillus niger</i>	31
Figure 21 : Photographies représentant le changement de couleur de la solution de dattes	33

Figure 22 : Les étapes de préparation des concentrations de solution de dattes	35
Figure 23 : Etapes de préparation de solution d'antioxydants	36
Figure 24 : Photographies représentant les caractéristiques visuelles de la chitine et du chitosane.....	39
Figure 25 : Photographies montrant les résultats des tests d'antagonisme du chitosane, du gel d'Aloé vera et de la carboxyméthylcellulose (CMC) contre <i>Aspergillus niger</i>	40
Figure 26 : Photographies représentant des dattes inoculés après 15 jours d'incubation à une température de 25°C.....	43
Figure 27 : Photographies montrant les résultats du dénombrement des colonies des dattes enrobées.....	44
Figure 28 : Photographies montrant les résultats du dénombrement des colonies isolées à partir les dattes non enrobées	45
Figure 29 : Représentation graphique des valeurs du pH des dattes enrobées et des dattes non enrobées.....	46
Figure 30 : Représentation graphique du taux de sucres totaux des dattes enrobées et non enrobées	47
Figure 31 : Représentation graphique du taux des sucres réducteurs des dattes enrobées et dattes non enrobées	48
Figure 32 : Taux d'acidité titrable des dattes enrobées et des dattes non enrobées.....	49
Figure 33 : Représentation graphique de la concentration des polyphénols des dattes enrobées et des dattes non enrobées	50
Figure 34 : Représentation graphique de l'activité antioxydants des dattes enrobées et des dattes non enrobées	51
Figure 35 : Concentrations des tannins condensés des dattes enrobées et non enrobées	52
Figure 36 : Représentation graphique des valeurs de l'indice de brun des dattes enrobées et non enrobées	53

Index des tableaux

	Page
Tableau 1 : Teneur en éléments minéraux des dattes	11
Tableau 2 : La classification des champignons	13
Tableau 3 : Description morphologique de datte étudiée selon IPGRI	38
Tableau 4 : Résultats des données biométriques des dattes étudiées	39
Tableau 5 : Les nombres de colonies des dattes non enrobées par UFC/g	45
Tableau 6 : Les nombres de colonies des dattes enrobées par UFC/g	45
Tableau 7 : Évaluation qualitative des dattes selon le pH	47
Tableau 8 : Évaluation qualitative des dattes selon le taux des sucres totaux	48

Liste des annexes

Annexe I. Courbe d'étalonnage de l'acide gallique utilisé pour le dosage des polyphénols totaux..... 61

Annexe II. Courbe d'étalonnage de l'acide tannique utilisé pour le dosage des tanins condensés61

Annex III. Descripteur de l'IPGRI (INRA, 2005) 62

TABLE DES MATIERES

Dédicaces

Remerciements

Résumé	I
Abstract	II
ملخص	III
Liste 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. Généralités sur le palmier dattier	3
2.1 Description botanique du palmier dattier	3
2.2 Cycle de vie du palmier dattier.....	5
2.3 La position géographique du palmier dattier.....	5
a. Dans le monde	6
b. En Algérie	7
2.4 Importance économique et culturelle du palmier dattier.....	

Chapitre 2. La datte

2. Présentation de la morphologie des dattes.....	8
2.1 Stades de maturation des dattes.....	9
2.2 Classification des différentes variétés de dattes.....	10
2.3 Les caractéristiques physicochimiques et biochimiques des dattes.....	10
a. La teneur en eau.....	10
b. Le pH	11
c. La teneur en sucres	11
d. Les éléments minéraux	11
2.4 Les microorganismes impliqués dans la détérioration des dattes	12

Chapitre 3. Les champignons d'altération post-récolte

3. Les champignons d'altération post-récolte	13
3.1.Définition	13
3.2.Classification.....	13
3.3. Les champignons de stockage.....	14
3.4.L'infection des dattes par les champignons post-récolte.....	15
3.5.L'impact sur la qualité des dattes	16
3.6.La lutte contre les champignons de stockage.....	16
a. Lutte chimique	16
b. Irradiation Gama	16
c. La température	16
d. Lutte biologique (ou biocontrôle)	17

Chapitre 4. Chitosane et gel d'Aloé Vera

4. Le chitosane	19
4.1.Origine et caractéristiques du chitosane.....	19
4.2.Propriétés antifongiques du chitosane	20
4.3.Applications du chitosane en agroalimentaire.....	
5. Gel d'aloé véra.....	19

Matériel et Méthodes

1. Site échantillonné	21
2. Les échantillons des dattes	21
3. Description de la variété de datte.....	22
4. Paramètres biométriques.....	22
5. Extraction du chitosane et du gel d'aloé véra.....	22
6. Tests d'antagonisme	26
7. L'enrobage des dattes.....	28
8. Dénombrement des colonies.....	29
9. Inoculation des dattes.....	30
10. Mesure du pH.....	31
11. Paramètres biochimiques	32
a) Les sucres solubles.....	32
b) Les sucres réducteurs	32

c) L'acidité titrable.....	33
d) Dosage des polyphénols totaux.....	34
e) Dosage des antioxydants.....	36
f) Dosage des tanins condensés	36
12. Indice de brun	37

Résultats et discussions

1. Résultats de l'étude de la morphologie des dattes.....	38
1.1. Résultats de la description des dattes	38
1.2. Résultats des données biométriques	38
2. Résultats d'extraction du chitosane est du gel d'aloé véra.....	39
3. Résultats des analyses microbiologiques.....	40
3.1. Résultats des tests d'antagonisme.....	40
3.2. Résultats du dénombrement des colonies.....	42
3.3. Résultats de l'enrobage et de l'inoculation de dattes enrobées.....	44
4. Résultats de la mesure du pH.....	46
5. Résultats des analyses biochimiques	47
5.1. Résultats du dosage des sucres totaux	47
5.2. Résultats du dosage des sucres réducteurs	48
5.3. Résultats de la mesure de l'acidité titrable.....	49
5.4. Résultats du dosage des polyphénols totaux	50
5.5. Résultats du dosage des antioxydants.....	51
5.6. Résultats du dosage des tanins condensés.....	52
5.7. Résultats et de la détermination de l'indice de brunissement	53

Conclusion

Conclusion	54
------------------	----

Références bibliographique	56
-----------------------------------	----

Annexes	61
----------------	----

Introduction

Introduction

Le palmier dattier, espèce emblématique des régions arides et semi-arides chaudes d'Asie et d'Afrique, y prospère depuis des millénaires (Sané, 2007).

Les dattes sont une culture commerciale majeure en Algérie. Le dattier est l'une des plantes les plus anciennes cultivées par l'homme. Sa valeur nutritionnelle, sanitaire et économique remarquable, ainsi que ses avantages esthétiques et environnementaux, lui permettraient d'être utilisé pendant des générations (Acourene et al, 2014).

La datte algérienne est un produit local qui possède une qualité unique et qui se démarque des autres produits. Toutefois, même si elle présente un réel potentiel tant en termes de qualité que de quantité, la datte algérienne souffre de dysfonctionnements divers (Amziane,2016).

La qualité des dattes est fortement influencée par la conduite technique dans le verger, leur manipulation lors de la cueillette et lors du stockage post-récolte. En effet, le non-respect des normes de récolte et d'hygiène (BPH), ainsi que l'utilisation de méthodes de traitement et de conservation peu adaptées, ainsi que la non-maîtrise des conditions d'entreposage après récolte, entraînent des défauts et/ou des altérations réversibles et parfois irréversibles (cristallisation des sucres, brunissement, acidification, détachement de l'épicarpe, dessèchement, etc.). A l'instar de tout fruit, la datte n'est pas à l'abri des altérations qui menacent sa qualité. Ces altérations peuvent affecter ses propriétés organoleptiques, physicochimiques et hygiéniques, altérant ainsi sa saveur, sa texture, sa composition et sa sécurité sanitaire. Plus de 50 % des pertes qualitatives et quantitatives considérables dattes sont causées par la détérioration fongique. Les genres de champignons les plus courants sont *Alternaria*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Rhizopus* et *Penicillium* (Misbah et al, 2022).

Les substances actives employées en tant que fongicides peuvent comporter des dangers potentiels pour la santé humaine (Anses, 2021).

Le présent travail a pour objectif de tester l'effet anti fongique des substances de biocontrôle qui sont le chitosane et le gel d'aloé véra sur la croissance d'*Aspergillus niger*, ainsi de comparer les paramètres physicochimiques et biochimiques des dattes enrobées et non enrobées.

Partie bibliographique

1. Généralités sur le palmier dattier

Le dattier, ou palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L., famille des *Arecaceae*), joue depuis 5000 ans un rôle important de culture vivrière dans la région du Moyen-Orient et de l'Afrique du Nord (MENA), fournissant une alimentation précieuse aux populations. En reconnaissance de ses fruits, le dattier est appelé "arbre sacré", l'arbre de la vie et le pain du désert. Le nom latin de l'arbre est censé être dérivé du grec *Phoenix daktulos*, qui signifie pourpre ou doigt rouge (Ghnimi et al, 2017).

1.1. Description botanique du palmier dattier

Le palmier dattier est un palmier à tronc cylindrique ou stipe avec un seul bourgeon végétatif très bien protégé par les feuilles auxquelles il a donné naissance. Leur longueur est de 4 à 5 mètres, Elles sont alternées en spirale serrée, gainées à la base et pennées. Un bourgeon axillaire se développe à l'aisselle de chacune d'entre elles, soit en gourmand dans la zone sous-coronaire, soit en rejet dans la partie basale. Les racines sont fasciculées. De nombreuses racines adventives, horizontales ou obliques, émergent du bulbe situé à la base du tronc (figure 1). Les racines peuvent atteindre une longueur considérable de 17 mètres, en particulier lorsque la nappe phréatique est très profonde (Sané, 2007).

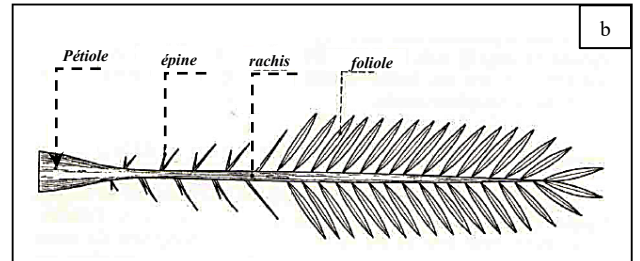
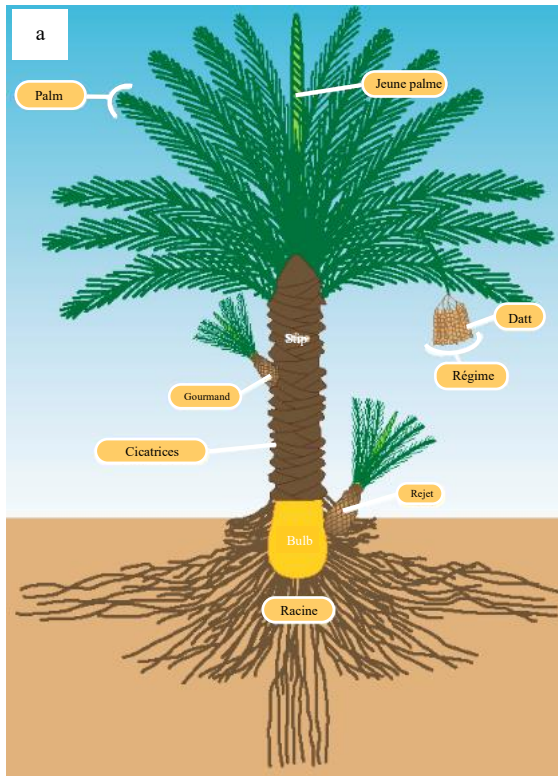


Figure 1. Représentation schématique du palmier dattier (a) et de sa palme (b) (Sané, 2007).

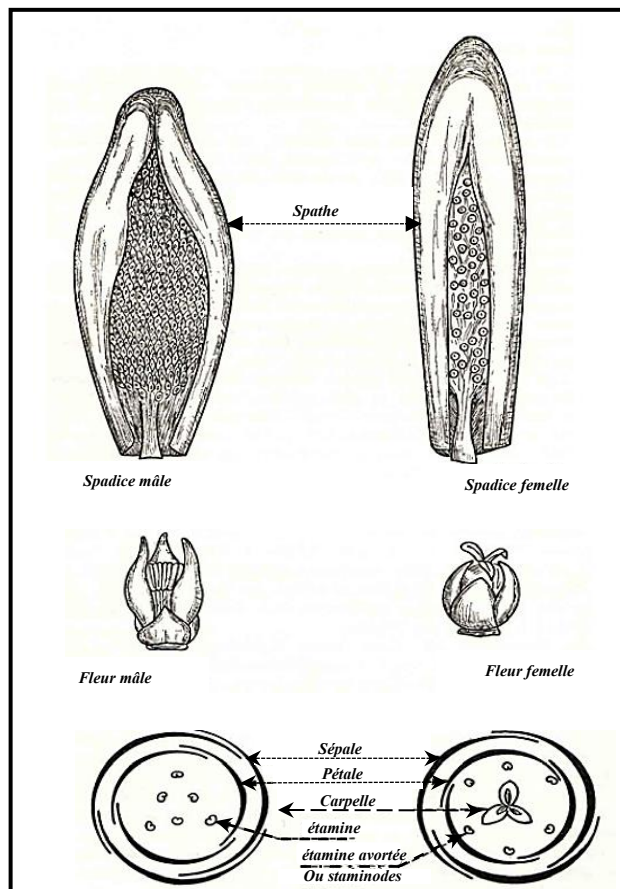


Figure 2. Inflorescences du palm dattier (Sané, 2007).

Étant une plante dioïque, le palmier dattier possède des arbres femelles et des arbres mâles. Les fruits ne sont produits que par les arbres femelles, mais un seul arbre mâle peut produire suffisamment de pollen pour polliniser 40 à 50 arbres femelles. Les inflorescences connues sous le nom de spadices sont recouvertes d'une vaste bractée : la spathe. Fleurs mâles, 6 étamines à déhiscence interne, sur 2 verticilles. Elles sont courtes, à 3 sépales soudés et à une corolle de 3 pétales pointus. Les fleurs femelles possèdent généralement un ovaire avec 3 carpelles libres contenant chacune un ovule. Il n'y a qu'un ovule fécondé et un seul carpelle se forme par fleur (figure 2-1) (Sané, 2007).

La datté, qui représente le fruit du dattier, est une drupe à mésocarpe charnu et fibreux qui recouvre la graine (figure 3). Il varie beaucoup en taille, en forme, en couleur et en qualité de sa chair. Il peut y avoir plus d'une centaine de dattes dans un seul régime et peser entre 8 et 25 kg. Chaque arbre génère de 5 à 10 régimes chaque année (Sané, 2007)

1.2. Cycle de vie du palmier dattier

Selon Belaroussi, (2019) le palmier dattier traverse habituellement quatre étapes de développement :

- **Phase jeune** : Depuis la mise en place jusqu'aux premières récoltes. La durée de cette phase varie de 5 à 7 ans, en fonction de l'environnement et des soins prodigués à la culture.
- **Phase juvénile** : C'est la production totale. Elle correspond à environ 30 ans d'âge du palmier.
- **Phase adulte** : Vers l'âge de 60 ans, la production commence à diminuer, surtout si le palmier est cultivé dans des conditions de culture médiocres.
- **Phase de sénescence** : 80 ans et plus, la production diminue.

1.3. La position géographique du palmier dattier

1.3.1. Dans le monde

Le palmier dattier est cultivé dans les régions arides et semi-arides chaudes d'Asie et d'Afrique, ainsi qu'en Australie où il a été introduit au 18^{ème} siècle, ainsi que dans certaines régions méditerranéennes d'Europe. Il en est de même pour l'Espagne qui demeure le seul pays européen à cultiver des dattes dans la palmeraie d'Elche, à l'Ouest d'Alicante (figure3) (Sané, 2007).

Le palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) est un compagnon de longue date des populations d'Afrique du Nord, où sa culture remonte à des temps immémoriaux. Depuis les rives atlantiques du Maroc jusqu'aux confins égyptiens à l'Est, ce fruit précieux s'épanouit dans une vaste zone périméditerranéenne. Les principales régions productrices se concentrent au nord du Maroc, de l'Algérie, de la Tunisie, de la Libye et de l'Égypte, ainsi que dans le Nord et le centre de la Mauritanie et au Nord-Ouest du Rio de Oro. Ces terres arides et semi-arides offrent au palmier dattier un environnement idéal pour s'épanouir et produire ses fruits savoureux (Sané, 2007).

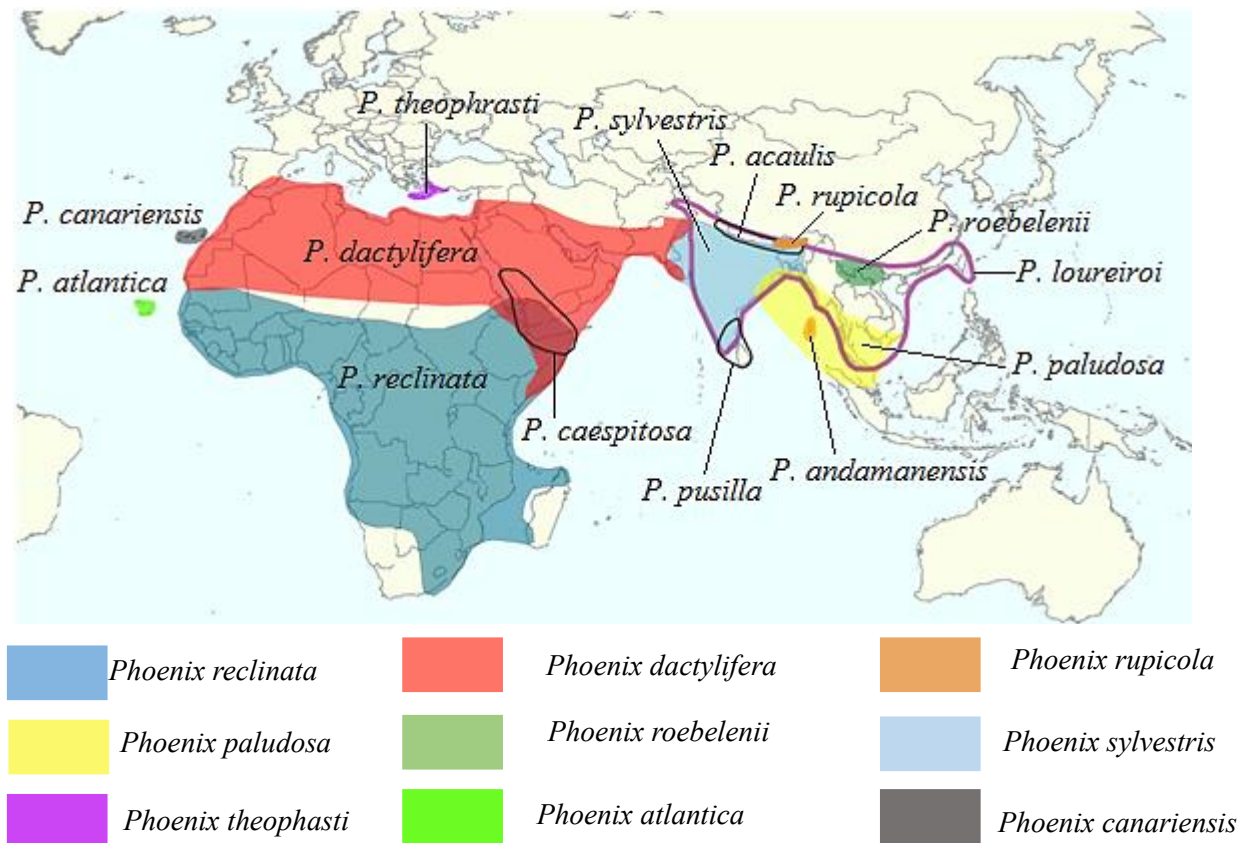


Figure 3 : Représentation géographique mondiale du palmier dattier (*Phoenix*) (Gros-Balthazard et al., 2013)

1.3.2. En Algérie

La datté est cultivée en Algérie entre les latitudes de 25° et 35° Nord. Elle se répartit au Sud-Est (Biskra, El-Oued et Ouargla), au SUD-OUEST (Béchar et Adrar), au centre-extrême Sud (Ghardaia, Tamanrassat, Tindouf et Illizi) et dans d'autres zones éparpillées. Néanmoins, le sud-est est la zone la plus riche en palmiers dattiers, avec près de 60 % du patrimoine national des palmiers dattiers. Environ 18,6 millions de palmiers sont présents en Algérie, ce qui représente une production totale d'environ 1,3 million de tonnes de dattes, toutes variétés

confondues. Les espèces de Ghars et Timjohart On estime que Bent Kbala compte 706 560 palmiers (Munier, 1981).

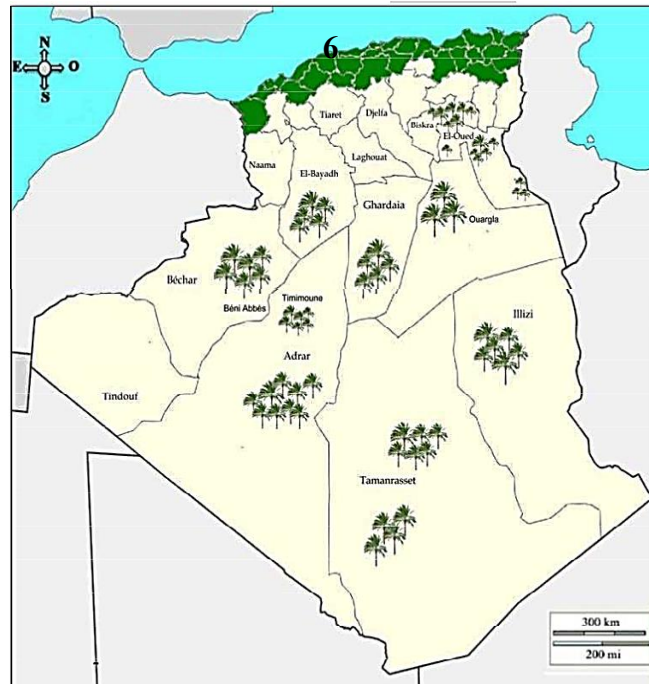


Figure 4. Carte de la répartition des zones d'observation et de suivi des stades phénologiques du palmier dattier en Algérie (Lakhdari, 2016).

1.3. Importance économique et culturelle du palmier dattier

La culture du palmier dattier joue un rôle essentiel sur le plan socio-économique, notamment dans les pays du Maghreb. Grâce à son fruit et au microclimat qu'il génère dans les vastes espaces désertiques, le dattier favorise l'installation de nombreuses cultures en sous-étage et est la principale source de vie pour une population humaine d'environ 10 millions d'individus (El Hadrami et al, 1998).

Les principales palmeraies se trouvent en Afrique du Nord et au Moyen-Orient. Il a été introduit dans plusieurs régions (l'Espagne, les États-Unis d'Amérique, le Mexique, l'Argentine, l'Australie) et les dattes, principal produit du palmier dattier, sont un commerce mondial à revenus importants (plus de 183 000 tonnes de dattes d'une valeur d'environ 190 millions de dollars sont commercialisées chaque année). La production annuelle de l'Algérie est comprise entre 6302810 et 7100000 tonnes, dont plus de 48 % sont attribués à la variété Déglet Nour (El Hadrami et al, 1998).

Chapitre 2. La datte

2. Présentation de la morphologie des dattes

En général, la datte est une baie allongée ou ovoïde, avec des dimensions très variables et un poids variant de 3g à 15g. Elles peuvent être de couleurs variées, allant du blanc-jaunâtre au noir très foncé, en passant par les tons ambrés, rouges et bruns plus ou moins foncés. De plus, leur consistance peut varier entre une consistance dure et moelle. Le noyau de la datte est composé d'une enveloppe cellulosique fine, de l'épicarpe, d'un mésocarpe plus ou moins charme et de consistance variable, avec une zone périphérique de couleur plus claire et de texture compacte, et une zone interne de couleur plus claire et de texture fibreuse. L'endocarpe est réduit et entouré d'une membrane parcheminée (Ben cheikh Ahmed, 2011).

La datte est un fruit à graine unique. Le mésocarpe est protégé par un épicarpe tin, tandis que le noyau est entouré d'un endocarpe plus clair et fibreux, l'endocarpe se réduit à une membrane parcheminée entourant le grain (**Figure 5**) (Makhlouf et Hammoud, 2012).

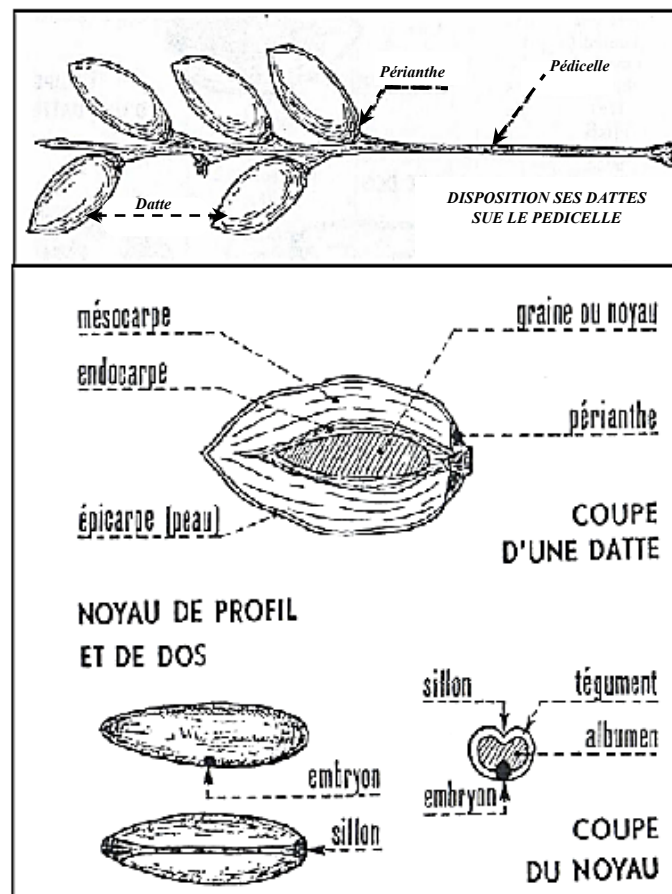


Figure 5. Morphologie et anatomie du fruit et de la graine du palmier dattier (sané, 2007)

2.1. Stades de maturation des dattes

Selon Belaroussi, (2019), chaque étape de maturité est désignée par une dénomination spécifique figure 6. De plus, l'ensemble des sources bibliographiques mentionnent cinq étapes phénologiques et ce sont les suivants :

- ***Loulou en Algérie (Hababouk au Moyen-Orient)***

Ce stade débute immédiatement après la fertilisation et dure environ 5 semaines, se terminant par la chute des deux carpelles non fertilisés. Le fruit a alors la taille d'un petit pois et pèse environ 1g.

- ***Khalal ou Blah (en Algérie) (Kimri au Moyen-Orient)***

À ce stade de maturité du fruit, la datte qui tombe du régime et se développe est appelée romakh en arabe et torchimt en mozabite. Cette appellation est spécifiquement utilisée pour la variété Deglet Nour. La datte débute sa croissance, grandit et acquiert une couleur verte (vert pomme). La période de juin à juillet est la période la plus longue de l'évolution de la datte, et elle dure entre 4 et 7 semaines.

- ***Stade Bser en Algérie (Khalal au Moyen-Orient)***

Le stade de développement de la datte, décrit par le descripteur du palmier dattier (IPIGRI), est celui où le fruit prend sa forme et sa taille finale, et il passe de la couleur verte à une couleur généralement jaune ou rouge, rarement verdâtre. Ce stade s'étend sur une période de trois à cinq semaines.

- ***Martouba en Algérie (Routab au Moyen orient)***

Le passage de la datte du stade Bser à ce stade est marqué par l'émergence graduelle de points d'amollissement. Ce changement de texture débute généralement par la partie supérieure du fruit. Ensuite, on observe une uniformisation de la teinte et de la texture. Il y a des espèces où l'amollissement se produit de manière aléatoire. La peau de la datte devient alors translucide, passant du jaune de chrome à une couleur presque noire, ou au vert selon les variétés. La datte ne passe pas par ce stade pour les variétés sèches et demi-sèches ; le bser devient marron ou rougeâtre. Au sommet du fruit, on observe une texture ridule pour les dattes demi-sèches ou dure pour les dattes sèches.

- **Stade Tmar ou Tamr**

Il s'agit du dernier stade de maturation de la datte. Le fruit à ce stade est de la même texture que le raisin et les prunes. La peau s'attache à la pulpe dans la plupart des espèces et se ride au fur et à mesure que celle-ci diminue de volume. Cependant, dans quelques situations, la peau très fragile se brise quand la pulpe se réduit et laisse ainsi à l'air des morceaux de chair poisseuse qui attirent les insectes ou rassemblent des grains de sable. L'épiderme et la pulpe prennent une teinte foncée.

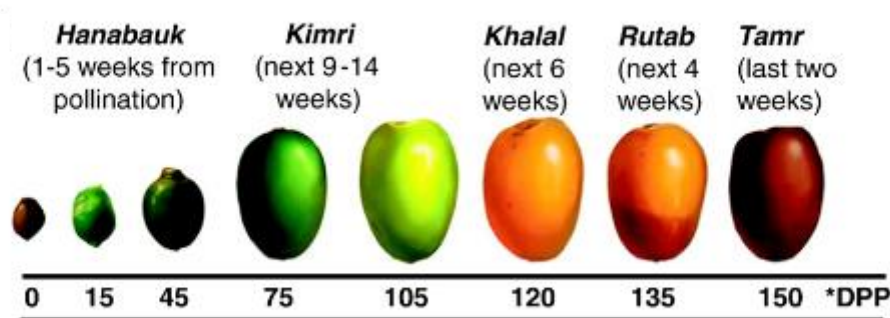


Figure 6. Stades de développement de la datte selon DPP (days post-pollinisation) (Ghnimi et al, 2017).

2.2. Classification des différentes variétés de dattes

Selon la consistance, trois types de dattes sont classés à maturité : les molles, les sèches et les demi-molles (Boukhiar, 2009).

- **Les dattes sèches** : moins de 20% d'humidité, riche en saccharose. Plus spécifiquement, Degla-Beida, Mech-Degla, Frezza.
- **Les dattes demi-molles** : Elles ont une humidité intermédiaire de 20 à 30%, à l'exception de la Deglet-Nour, une datte à base de saccharose par excellence.
- **Les dattes molles** : Elles contiennent des sucres invertis (fructose, glucose) avec un taux d'humidité supérieur ou égal à 30%.

2.3. Les caractéristiques physicochimiques et biochimiques des dattes

a. La teneur en eau

Au fil du développement du fruit, le débit de circulation de l'eau physiologique diminue progressivement, depuis la fécondation jusqu'à la maturité physiologique. L'eau diminue de 85 % jusqu'à 25 % au stade Tamr. La quantité d'eau peut varier de 12 à 30 % en fonction de la variété de dattes et des régions de culture. Lors du stockage, la datte absorbe ou libère de

l'humidité dans l'atmosphère environnante, jusqu'à ce qu'elle atteigne un état d'équilibre où elle présente une humidité relative constante, qui est directement liée à l'activité de l'eau (a_w) du fruit (cherif, 2021).

b. Le pH

Le pH des différentes variétés de dattes diffère en fonction des différentes étapes de développement physiologique de la datte (Cheikhi et al, 2019). Le pH de la datte varie en fonction de la variété, mais les valeurs les plus courantes se situent entre 5.3 et 6.3, à l'exception de quelques variétés (Reynes et al, 1994).

c. La teneur en sucres

Les sucres sont les principaux composés provenant du métabolisme primaire, qui déterminent la saveur et la valeur nutritionnelle du fruit. On utilise des sucres tels que les acides comme substrat pour la respiration (fructose, acides) ou la production d'amidon (glucose). Les dattes contiennent trois sucres principaux : le saccharose, sucre principal, le glucose et le fructose. Il est probable que le glucose et le fructose (sucres réducteurs) soient issus de l'inversion du saccharose (non réducteur) suite à l'action de l'invertase (cherif, 2022).

d. Les éléments minéraux

On peut considérer les dattes comme des fruits riches en minéraux (Tableau 1). Ils ont des concentrations allant de 0,01 (Mn et Cu) à 1287 (K) mg/100g, Le potassium, le phosphore, le calcium, le sélénium et le magnésium sont les principaux composants (Sayah, 2018).

Tableau 1. Teneur en éléments minéraux des dattes (Sayah, 2018).

Eléments minéraux	Teneur (mg/100g)
Potassium	345-1287
Sodium	1-261
Calcium	5-206
Magnésium	31-105
Phosphore	35-74
Cuivre	0,01-0,8
Fer	0,10-1,5
Zinc	0,02-0,6
Manganèse	0,01-0,4

2.4. Les microorganismes impliqués dans la détérioration des dattes

Les levures et les moisissures sont les principaux agents d'altération microbiologique de la datte, mais il est possible que des bactéries soient impliquées. Les genres *Aspergillus*, *Penicillium* et *Cladosporium* sont les plus fréquemment présents chez le fruit dattier. Les espèces d'*Aspergillus* les plus fréquemment observées dans les dattes stockées sont *Aspergillus niger*, *A. flavus* et *A. fumigatus*. Ces différentes espèces ont la capacité de générer des mycotoxines, ce qui représente un risque pour la santé des consommateurs (Belbahi, 2015).

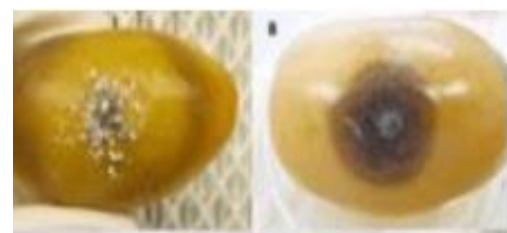
La flore fongique d'altération est influencée par la température, l'humidité de l'air de stockage, l'activité en eau du fruit et la charge microbienne initiale lors de la récolte. Mis à part les contaminations causées par le non-respect des bonnes pratiques de récolte, la quantité initiale de champignons présents dans la datte varie en fonction du stade et de l'état physiologique de la récolte. Effectivement, certaines étapes du développement de la datte peuvent favoriser la prolifération des champignons et la production de mycotoxines (Belbahi, 2015).

Le principal danger de la conservation et du conditionnement des dattes réside dans le risque d'altération microbiologique, en particulier pour celles qui présentent une activité en eau élevée (comme les dattes premium et les variétés de dattes molles). Il est essentiel d'avoir davantage d'informations sur la microflore fongique d'altération lors du conditionnement et du stockage des dattes afin de comprendre l'importance du risque causé par cette altération. Cela comprend leur réactivité à l'utilisation de traitements thermiques de décontamination, ainsi que leur capacité à s'inhiber en fonction de facteurs environnementaux tels que la température, l'altitude, l'atmosphère modifiée (CO₂) (Belbahi, 2015).



Type d'altération : Microbiologique

Agent d'altération : Levures (*Zygosaccharomyce mellis*, *Candida lipolytica*, *Debaryomyces hansenii*).



Type d'altération Microbiologique

Agent d'altération : Champignons (*Aspergillus*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Rhizopus*, *Mucor*, *Alternaria alternata*).

Figure 7. Agents microbiologiques causant des détériorations post-récolte de dattes (Misbah et al, 2022).

Chapitre 3. Les champignons d'altération post-récolte

3. Les champignons d'altération post-récolte

3.1. Définition

Le règne des Fungi consiste en un groupe particulier d'organismes eucaryotes qui se nourrissent de matière organique (Willey et al, 2018). L'hyphe constitue l'élément structurel. La chitine est souvent présente dans la paroi des hyphes. Le mycélium est formé par la croissance de cet hyphe par ramification (Larpen, 1997). Chez les champignons, la reproduction peut être asexuée ou sexuée (Willey et al, 2018). Ils se multiplient principalement à travers des spores uni- ou pluricellulaires (Larpen, 1997).

3.2. Classification

Selon Champion, (1997), les champignons sont classés dans des grands groupes selon tableau 2.

Tableau 2. La classification des champignons (Champion, 1997).

Le groupe	Caractéristiques	Genre
Myxomcètes	⇒ Reproduction du thalle plasmique par spores.	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Plasmodiophora brassicae</i> (Hernie du chou)
Arachimycètes	⇒ Reproduction de la thalle plasmodique ou filamenteuse par spores et kystes.	
Phycomycètes <ul style="list-style-type: none"> • Oomycètes • Zygomycètes 	⇒ Il s'agit d'un thalle filamenteux développé, non cloisonné et qui se reproduit par spores et œufs. ⇒ La reproduction se fait par hétérogamie (gamètes similaires). ⇒ Reproduction isogamique (gamètes semblables)	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Peronospora</i> • <i>Plasmopara</i> • <i>Pythium</i> • <i>Sphacelotheca</i> • <i>Mucor</i> • <i>Rhizopus</i>
Basidiomycètes <ul style="list-style-type: none"> • Hémibasidiomycètes 	⇒ Thalle filamenteuse, développée, cloisonné, reproduite par basides.	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Ustilago</i> • <i>Tilletia</i> • <i>Puccinia</i>

<ul style="list-style-type: none"> •Protobasidiomycètes •Aytobasidiomycètes 	<p>⇒ Basides produisant un nombre indéfini de basidiospores.</p> <p>⇒ Basides cloisonnées avec 4 basidiospores produites.</p> <p>⇒ Basides non cloisonnées avec 4 basidiospores produites.</p>	<p><i>coronata</i> (Rouille couronnée de l'avoine)</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Corticium</i> (<i>Rhizoctonia</i>)
<p style="text-align: center;">Ascomycètes</p> <ul style="list-style-type: none"> • Protoascomycètes • Euasscomycètes <ul style="list-style-type: none"> – Plectomycètes – Pyrénomycètes – Discomycètes 	<p>⇒ Il s'agit d'un thalle filamenteux développé, cloisonné et reproduit par asques.</p> <p>⇒ Asques libres à la surface des tissus parasités, non inclus dans un conceptacle.</p> <p>⇒ Un conceptacle contenant des asques enfermés.</p> <p>⇒ Les conceptacles sans ouverture définie (Cléistothèces), formés isolément</p> <p>⇒ Les conceptacles piriformes sont ouverts par un ostiole ou un col (périthèces), qu'ils soient isolés ou assemblés dans ou sur un stroma.</p> <p>⇒ Les conceptacles ouverts à maturité (Apothécies)</p>	

3.3. Les champignons de stockage

De plus en plus, les champignons jouent un rôle essentiel en tant qu'agents de dégradation des fruits et légumes économiquement pertinents (Udoh et al, 2015).

Plusieurs maladies sont causées par les champignons et les bactéries après la récolte des fruits et légumes lors du stockage et du transport. Ces agents pathogènes sont responsables de l'infection soit pendant la période précédant la récolte au champ, soit après la récolte, lors du stockage et du transport (Singh et Sharma, 2018).

3.4. L'infection des dattes par les champignons post-récolte

Pendant la récolte et lors des opérations de manipulation et de commercialisation, le produit est contaminé par des organismes microbiens (infection après la récolte). Les blessures mécaniques de la peau du produit (égratignures et abrasions des ongles, manipulation brutale, piqûres d'insectes, tiges coupées) facilitent considérablement l'infection après la récolte. L'infection peut se propager directement par la cuticule ou par les stomates, les lenticelles, les plaies ou par la rupture du tissu cicatriciel. De plus, l'état du produit, la température et la formation du périoderme ont également un impact important, ce qui entraîne deux types d'infection, l'infection antérieure et l'infection postérieure (Dinesh et Sharma, 2018)

Les champignons les plus courants provoquant la détérioration des dattes sont *Aspergillus* sp. Et *Alternaria* sp. Ces champignons poussant sur les produits stockés peuvent causer des dommages entraînant une réduction de la qualité et de la quantité des fruits. De plus, de nombreuses espèces fongiques sont capables de produire des mycotoxines (aflatoxines), qui sont des métabolites secondaires hautement toxiques pour les humains et les animaux (Brahi et Rahma, 2009). La figure 9 représente l'altération du fruit causée par une contamination fongique après la récolte.

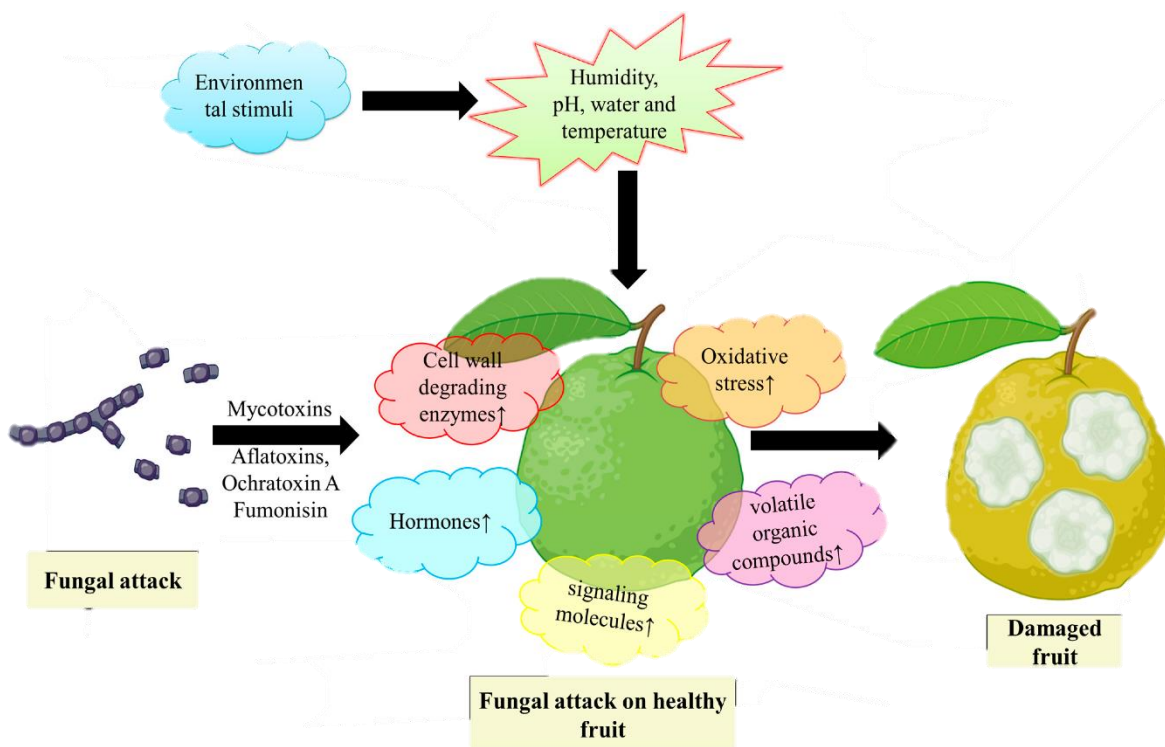


Figure 8. L'altération du fruit causée par une contamination fongique après la récolte (Bano et al, 2023).

3.5. L'impact sur la qualité des dattes

Comme tout autre fruit, la datte peut subir de multiples altérations qui ont un impact sur sa qualité gustative, physicochimique et hygiénique. La dégradation fongique des dattes est estimée à plus de 50%. En réalité, divers agents microbiologiques de dégradation sont responsables des détériorations qui dévalorisent la qualité et la valeur commerciale des dattes.

Les genres de champignons les plus fréquentes comprennent *Alternaria*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Rhizopus* et *Penicillium*. Les champignons attaquent les dattes après la récolte lorsqu'elles sont situées à une température modérée et à une humidité relative élevée (Misbah et al, 2022).

3.6. La lutte contre les champignons de stockage

a) Lutte chimique

En plus des méthodes culturales, génétiques et biologiques, les traitements chimiques constituent une approche majeure pour lutter contre les maladies fongiques et bactériennes des plantes. Les matières actives antiparasitaires employées en agriculture présentent une grande diversité, allant des molécules organiques de synthèse (environ 120 substances actives) aux substances minérales comme le soufre et les composés de cuivre. Parmi ces substances, on trouve également des antibiotiques, autorisés dans certains pays pour lutter contre les bactéries et/ou les champignons phytopathogènes, mais interdits dans d'autres. La majorité des molécules antibactériennes et antifongiques utilisées en agriculture agissent directement sur les agents pathogènes en les ciblant et en les inhibant (Lepoiver, 2003).

b) Irradiation Gama

L'irradiation gamma a la capacité de pénétrer dans le produit et de détruire les agents pathogènes qui y sont profondément ancrés. La résistance des fruits mûrs aux dommages causés par les radiations est relativement élevée, car la division cellulaire est rare dans les tissus immatures (Dinesh et Sharma, 2018).

c) La température

L'emploi de températures basses est considéré comme très importante pour contrôler la pourriture de plusieurs fruits et légumes, (Dinesh et Sharma, 2018).

d) Lutte biologique (ou biocontrôle)

D'après Lepoiver (2003), la lutte biologique (en anglais : biological control ou biocontrol) est une méthode qui implique l'utilisation d'organismes vivants afin de prévenir ou de minimiser les dommages causés par des ravageurs et agents phytopathogènes tels que les insectes, les phanérogames, les champignons et les bactéries.

Les agents de biocontrôle (BCA) suscitent un intérêt croissant dans l'industrie agroalimentaire depuis les années 1990, en raison de leur potentiel à protéger les cultures fruitières contre un large éventail d'agents pathogènes. Ces agents naturels présentent des avantages considérables par rapport aux pesticides chimiques, notamment une moindre toxicité pour l'environnement et une absence de risque de développement de résistance chez les agents pathogènes (Spadaro, 2009).

Chapitre 4 : Chitosane et gel d'Aloé Véra

4. Le chitosane

4.1. Origine et caractéristiques du chitosane

Le chitosane est un composé naturel biodégradable issu de la désacétylation de la chitine, localisée dans l'exosquelette des crustacés (Truong et al, 2007).

La chitine et le chitosane ont été découverts au 18^{ème} siècle, mais ce n'est qu'au cours des années 1970 que ces deux produits ont été réellement intéressés. La chitine et le chitosane sont des produits issus de différentes transformations des exosquelettes (carapaces) de crustacés issus des industries agroalimentaires. En particulier, le chitosane est produit par désacétylation de la chitine par N (Truong et al, 2007).

Le chitosane est un biopolymère fascinant aux propriétés remarquables ; c'est une substance sûre et respectueuse de l'environnement. Il n'est ni toxique ni nocif pour les organismes vivants, ce qui le rend idéal pour une large gamme d'applications. Le chitosane possède une charge positive qui lui permet d'interagir avec des molécules chargées négativement, telles que les acides nucléiques et les lipides. Cette propriété confère au chitosane une large gamme d'applications potentielles dans divers domaines. Il se dissout dans les solutions acides diluées, formant un gel visqueux chargé positivement. Ce gel possède des propriétés uniques qui le rendent utile dans de nombreuses applications (Truong et al, 2007). La figure 8 montre la structure chimique de la chitine et du chitosane.

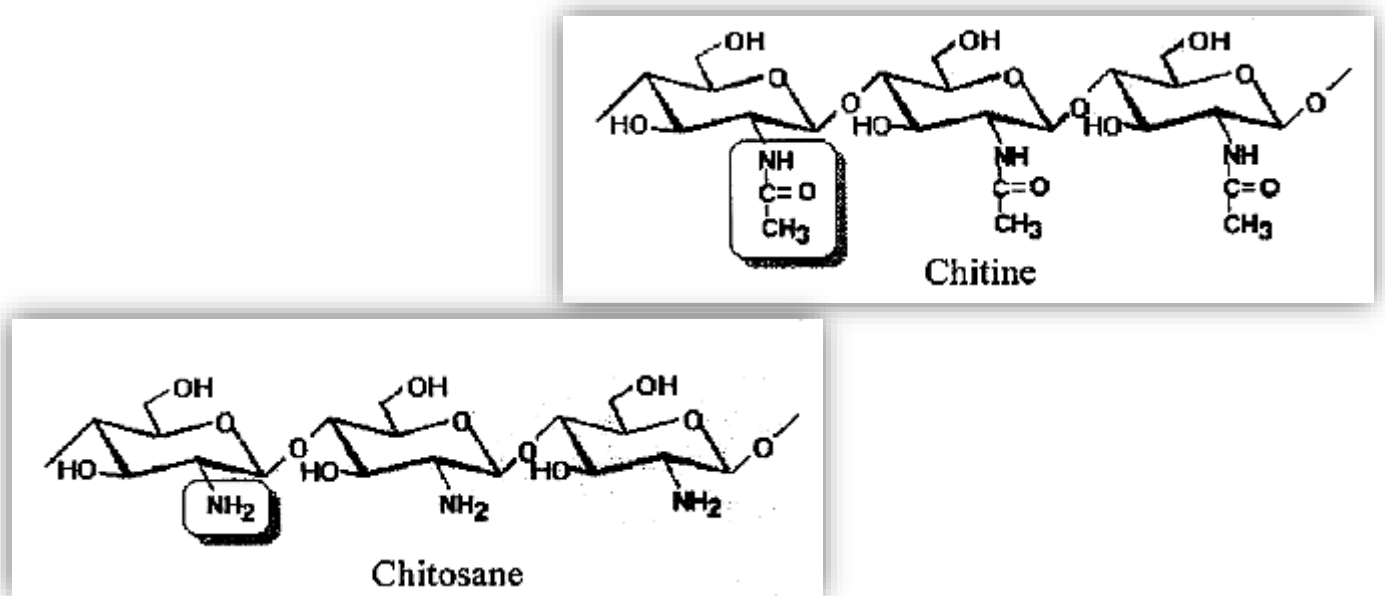


Figure 8. Structure chimique de la chitine et du chitosane (Truong et al, 2007).

4.2. Propriétés antifongiques du chitosane

Le chitosane offre l'avantage de rassembler des propriétés extrêmement captivantes. En effet, il empêche la prolifération de nombreux parasites et diminue la propagation des infections : C'est un agent antibactérien et antifongique (Aljawish, 2013).

L'interaction du chitosane avec la membrane cellulaire peut entraîner une modification de leur perméabilité. Par exemple, certains cations empêchent la fermentation de la levure boulangère en agissant sur la surface des cellules de la levure, empêchant ainsi l'entrée du glucose. Le chitosane joue également un rôle de chélateur en établissant des complexes avec les traces de métaux, ce qui empêche la croissance des champignons et la production de toxines. Il joue également un rôle dans certains processus de défense à l'extérieur de la cellule, en agissant comme un absorbeur d'eau et en inhibant l'activité des diverses enzymes (Aljawish, 2013).

4.3. Applications du chitosane en agroalimentaire

Le chitosane est une substance polysaccharide (figure 8) issue de la désacétylation de la chitine naturelle. Elle a des propriétés filmogènes remarquables, des propriétés antioxydantes et antimicrobiennes, et a été étudiée de manière approfondie afin de prolonger la durée de conservation de différents fruits et légumes (Maan et al, 2021).

Le chitosane est principalement employé dans le domaine de la transformation des aliments. Les caractéristiques chimiques qu'il possède lui permettent d'assembler puis de séparer les particules colloïdales dispersées (Zemmouri, 2008).

Les chitooligosaccharides et le chitosane sont employés pour rendre les aliments plus flocculants et plus clairs (Zemmouri, 2008) .

5. Gel d'aloé véra

Aloé véra (*Aloe barbadensis* Miller, famille Xanthorrhoeaceae) est une plante herbacée verte vivace à fleurs tubulaires jaune vif, commune dans les régions chaudes et sèches de l'Afrique du Nord, du Moyen-Orient de l'Asie, du sud de la Méditerranée et des îles Canaries (Martínez-Sánchez et al, 2020).

Il y a environ 420 espèces d'Aloès distribuées à travers le monde, et bien sûr, l'aloé véra, qui est présente dans la plupart des spécialités commercialisées. Elle est aussi l'espèce la plus étudiée. Son origine est en Afrique du Sud et de l'Est, puis elle a été introduite au Nord de l'Afrique, dans la péninsule arabique, la Chine, les pays méditerranéens et les Antilles (Michayewicz, 2013).

La plante aloé véra L. est indéniablement l'une des plantes médicinales les plus importantes à l'échelle mondiale, offrant des matières premières pour diverses applications (boissons médicinales, cosmétiques, toniques et de nombreuses autres utilisations dans le secteur de l'alimentation) (Zapata et al, 2013).

Le gel d'aloé véra est employé dans le domaine de l'alimentation pour la fabrication d'aliments pratiques, en tant que conservateur naturel ou en tant que matériau pour les films/revêtements comestibles (Maan et al, 2021).

Depuis dix ans, il a été largement étudié comme film/revêtement comestible en raison de son efficacité pour prolonger la durée de conservation de différents produits alimentaires périssables. En plus de leurs caractéristiques de protection, les films/revêtements de gel d'Aloe vera présentent un potentiel antioxydant et antimicrobien, ce qui en fait un exemple remarquable d'emballage naturel et actif. Le gel d'aloé véra, en tant que barrière efficace contre les gaz, peut préserver diverses qualités des fruits et légumes frais (Maan et al, 2021).

Matériel et méthodes

1. Site échantillonné

Située à l'Assafia à 13 km de la ville de Laghouat, la palmeraie échantillonnée est une propriété privée d'un agriculteur particulier (figure 10).



Figure 10. Photographie d'un palmier dattier du site échantillonné.

2. Les échantillons des dattes

Les dattes "molles" bien mûres de la variété "Bent Kbala" ont été prélevées le 25 décembre 2023 et stockées dans des boîtes hermétiques imperméables réfrigérées à 4°C. Les échantillons ont été transportés au laboratoire dans des boîtes fermées hermétiquement pour éviter toute contamination ou fuite.

Les dattes étudiées sont représentées par la photographie de la figure 11.



Figure 11. Photographies présentant la variété de datte " Bent Kbala "

3. Description des variétés de dattes

La description des s'appuie sur des critères visuels tels que la couleur, la forme et l'aspect de la datte et de son noyau, ainsi que sur des attributs gustatifs et texturaux. Ces paramètres sont définis conformément aux descripteurs établis par l'IPGRI (International Plant Genetic Resources) en 2005.

4. Paramètres biométriques

Les paramètres biométriques sont la mesure de la longueur, de la largeur et du poids de la variété "**Bent Kbala**". Ces paramètres sont mesurés comme suit :

- **La longueur** : à l'aide d'un pied à coulisse, on mesure la distance entre les deux extrémités de la datte, la longueur totale est donnée en (mm) ;
- **La largeur** : elle est mesurée au centre de la datte à l'aide d'un pied à coulisse, puis exprimée en (mm) ;
- **La masse** : En utilisant une balance électronique de précision (+0.01g), on mesure la masse de chaque datte et on exprime la valeur en (g).

Chaque paramètre biométrique est représenté par la moyenne de 60 mesures sur des dattes de la même variété.

5. Extraction du chitosane et du gel d'aloé vera

a. Extraction du chitosane

L'extraction du chitosane a été effectués selon l'organigramme de la figure 12.

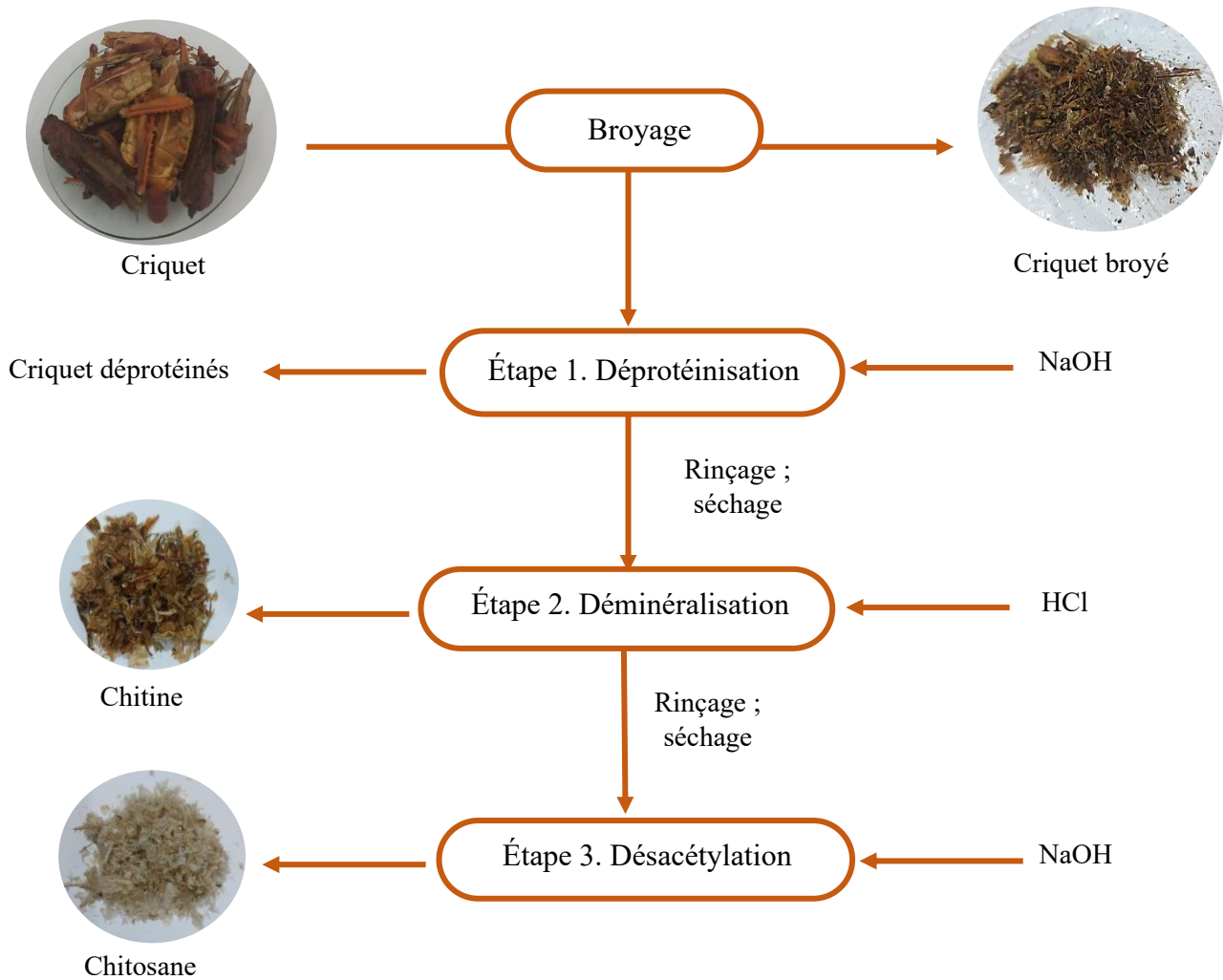


Figure 12. Schéma représentant les étapes d'extraction du chitosane à partir le criquet.

➤ La déminéralisation

Le criquet broyé en poudre a été déminéralisé avec une solution d'acide chlorhydrique (HCl) à 2,5 % (m/v) à température ambiante (20°C) pendant 6 h pour éliminer la teneur en minéraux avec un rapport de poudre broyé de criquet à la solution de 1:20 (m/v). Les échantillons ont été ensuite filtrés et lavés pendant 30 minutes à l'eau distillé jusqu'à un pH neutre (pH 7). Les criquets déminéralisés ont été séchées à l'étuve à 60°C pendant 24 h (Sarbon et al, 2015).

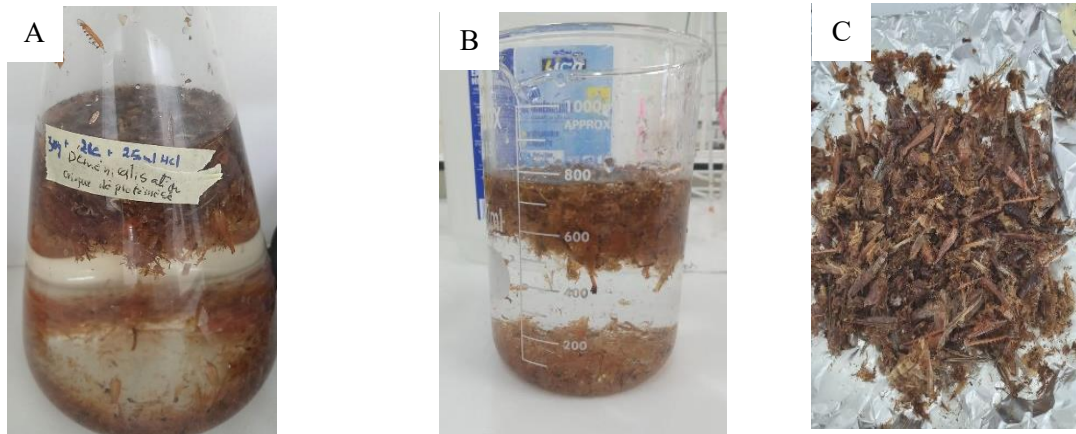


Figure 13. Photographies représentant l'étape de la déminéralisation de crickets.

A : La déminéralisation de crickets broyer ; B : le rinçage du crickets déminéralisées ; C : le crickets déminéralisé après séchage

➤ La déprotéinisation

Le crickets déminéralisé a été traité avec une solution d'hydroxyde de sodium (NaOH) à 2,0 % avec un rapport de crickets broyé à la solution de 1:20 (m/v), sous agitation constante pendant 2 h à 90 °C pour éliminer les protéines. Ensuite on a filtré et lavés la chitine à l'eau distillé pendant 30 minutes jusqu'à un pH neutre (pH 7). Les crickets déprotéinées ont été séchées à l'étuve à 60 °C pendant 24 h (Sarbon et al, 2015).

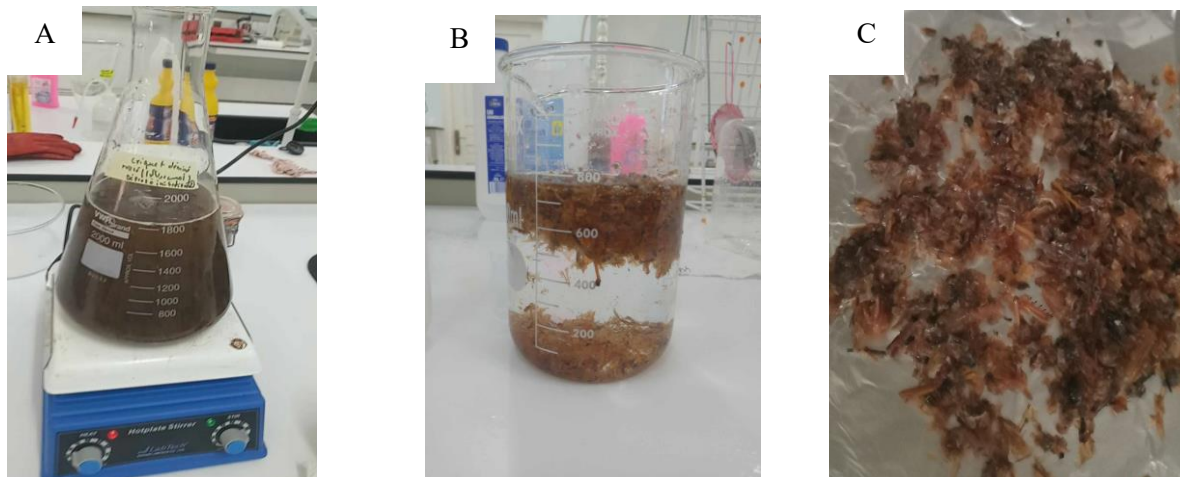


Figure 14. Photographies représentant l'étape de la déprotéinisation de crickets.

A : La déprotéinisation de crickets déminéralisé ; B : le rinçage du crickets déprotéinées ; C : la chitine après séchage

➤ **La désacétylation**

Selon Sarbon et al, 2015), la désacétylation de la chitine obtenue avec une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium (NaOH) à 40 % (m/p) avec un rapport de chitine à la solution de 1:15 (m/v) à 105 °C pendant 2 h. Ensuite, la chitine a été filtrée et lavée à l'eau distillée jusqu'à un pH neutre (pH 7) pour obtenir le chitosane. Le chitosane obtenu a ensuite été séché à l'étuve à 60 °C pendant 24 h.

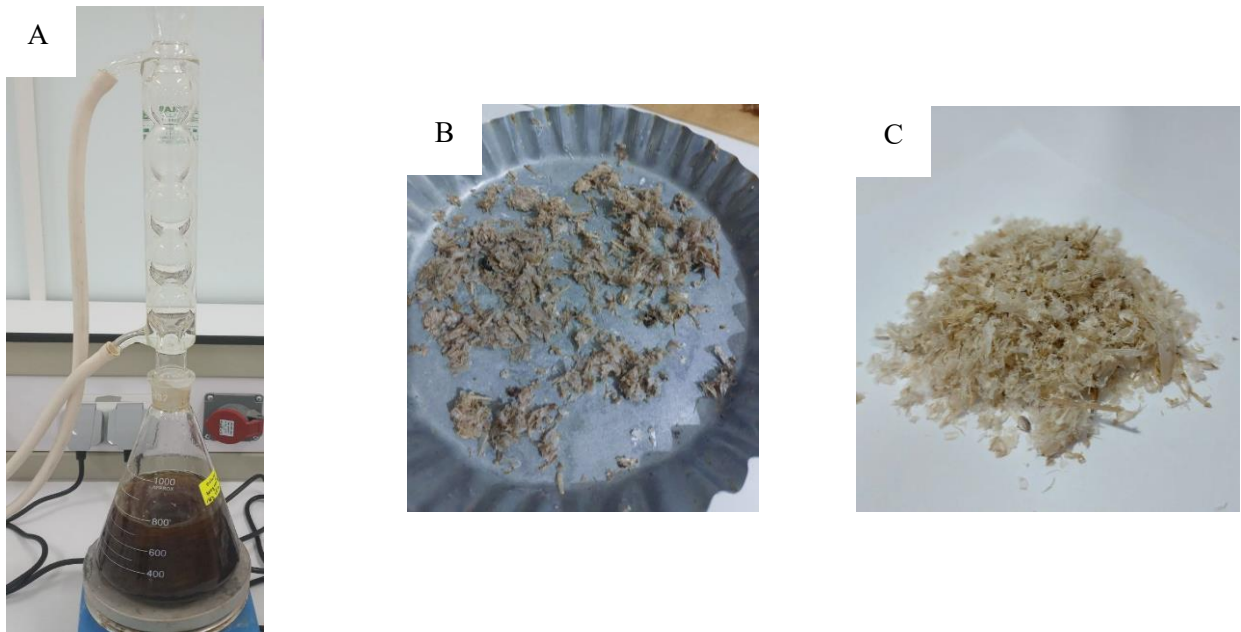


Figure 15. Photographies représentant les étapes de la désacétylation de chitine.

A : La désacétylation de chitine ; B : Le chitosane avant séchage ; C : Le chitosane après séchage

b. Extraction du gel d'aloé véra

Les échantillons d'aloé véra sont des échantillons locaux prélevés dans la région de Laghouat. La figure 16 représente de manière schématique la transformation des feuilles d'aloé véra en gel, en utilisant la technique de filetage afin d'extraire le gel des feuilles d'aloé véra. Les feuilles sont sélectionnées selon leur maturité, leur taille, leur couleur et leur fraîcheur et sont lavées à l'eau du robinet, puis rincées à l'eau distillée (Maan et al,2021).

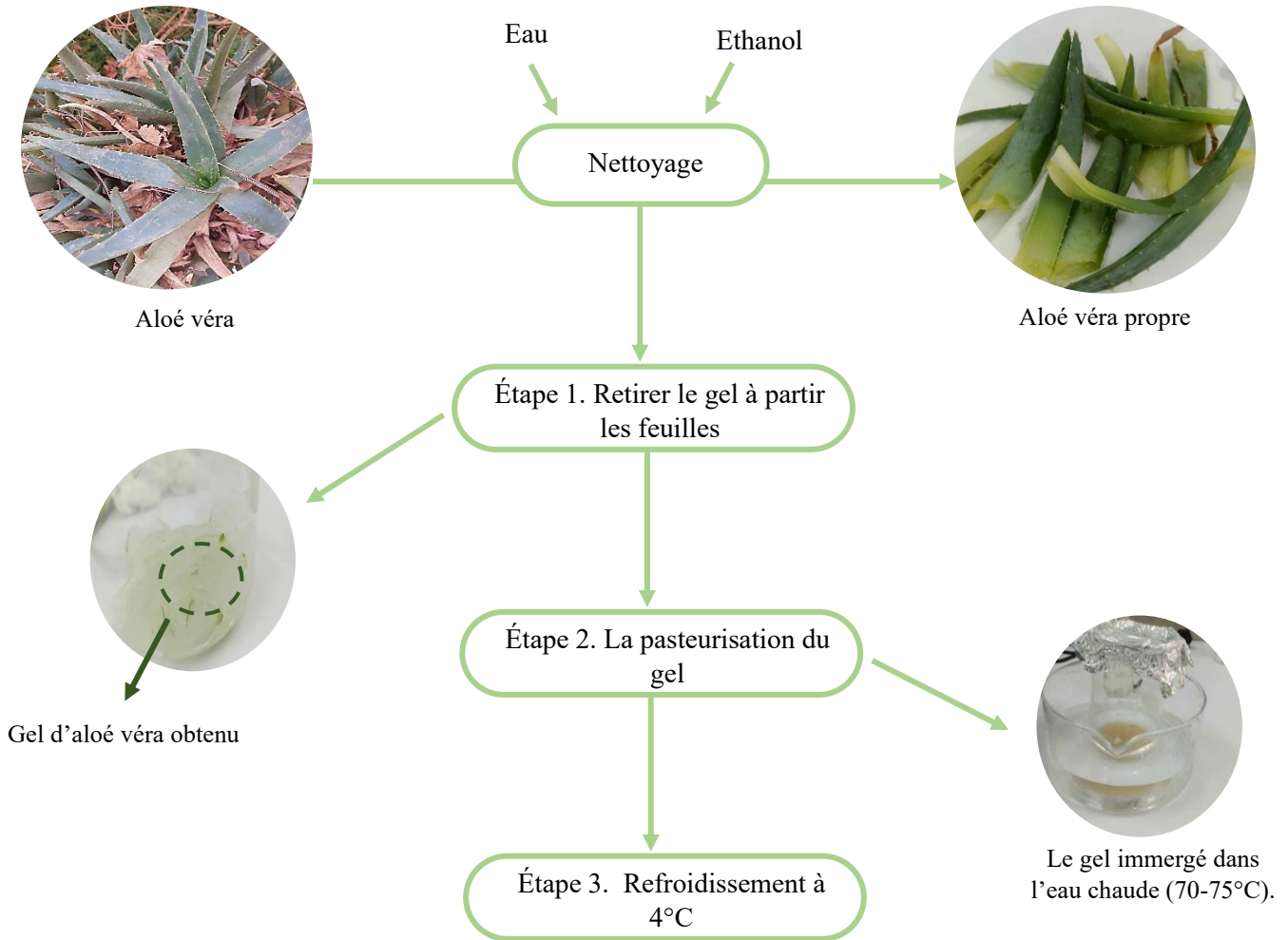


Figure 16. Organigramme représentant les étapes de transformation des feuilles d'aloé vera en gel

L'extraction du gel d'aloé vera a été effectuée comme suit : Après le lavage des feuilles d'aloé vera par l'eau distillée puis à l'éthanol, on récupère le gel à partir des feuilles et on le met dans un bécher, on fait une pasteurisation du gel d'aloé vera dans un cristallisateur contenant de l'eau chaude (70-75°C) on met le bécher qui contient le gel pendant 15-20 minutes. Ensuite on fait un refroidissement du gel à 4°C.

6. Tests d'antagonisme

- **Test d'antagonisme entre les champignons isolés et le chitosane**

Premièrement on a préparé le milieu de culture PDA par l'utilisation de la procédure standard, ensuite on a préparé les solutions du chitosane à différentes concentrations :

On dissout 0,5g/ 1g/ 1,5g de chitosane dans l'acide acétique à 1% avec une agitation pendant 2 heures, puis on met dans des boîtes de Pétri 10 ml du milieu PDA + 5ml de la solution du chitosane.

Dans des conditions d'hygiène strictes à proximité d'un bec benzène, on découpe des disques de 8 mm de diamètre, obtenu à partir une culture d'*Aspergillus niger* âgée de 4 jours est repiquée au milieu de la boîte de Pétri qui contient le milieu de culture PDA + chitosane. Pour chaque essai, il y a un témoin préparé dans les mêmes conditions sans chitosane. Les boîtes sont placées en incubation à une température de 25°C pendant 5 à 7 jours. 10 répétitions ont été effectuées pour chaque essai (Sempere-Ferre et al., 2022).

L'inhibition de la croissance mycélienne (MGI) après 7 jours a été déterminée par la formule suivant :

$$\text{MGI} = [(CD-OD) / CD] \times 100$$



Figure 17. Photographies montrant les différentes étapes des tests d'antagonisme

- **Test d'antagonisme entre les champignons isolés et le gel d'aloé véra**

Pour préparer la solution de gel d'aloé véra avec des différentes concentrations, on passe par les étapes suivantes : on a dissous 10ml / 20ml/ 30ml d'aloé véra dans un 100ml d'eau distillée stérile, puis on met dans des boîtes de Pétri 10ml du milieu PDA + 5ml de la solution d'aloé véra préparée.

Dans des conditions stériles, on découpe des disques de 8 mm de diamètre, issus d'une culture d'*Aspergillus niger* âgée de 4 jours est déposés au milieu de la boîte de Pétri contenant

le milieu de culture PDA enrichi à l'aloé véra. Un témoin sans aloé véra est réalisé dans les mêmes conditions pour chaque essai. Les boîtes sont incubées à 25°C pendant 5 à 7 jours. Pour chaque essai on prépare 10 répétitions (Sempere-Ferre et al., 2022).

L'inhibition de la croissance mycélienne (MGI) après 7 jours a été déterminée par la formule suivant :

$$\text{MGI} = [(CD-OD) / CD] \times 100$$

- **Test d'antagonisme entre les champignons isolés et le carboxyméthylcellulose (CMC)**

La solution de CMC à différentes concentrations a été préparés de la manière suivante, on prend 0,5g/1g/1,5g de CMC et le met dans un 100ml d'eau distillée stérile et on fait une agitions avec un agitateur magnétique, en suit on a préparé 10ml milieu de culture PDA + 5ml de la solution CMC et le met dans des boîtes de Pétri.

Dans des conditions stériles, on prélève des morceaux circulaires de 8 millimètres de diamètre issus d'une culture d'*Aspergillus niger* âgée de 4 jours placée au centre de la boîte de Pétri, on met les boîtes dans un étuve pour l'incubation à 25°C pendant 5 à 7 jours. 10 répétitions ont été effectuées pour chaque essai (Sempere-Ferre et al, 2022).

On a déterminé l'inhibition de la croissance mycélienne (MGI) après 7 jours par la formule suivante :

$$\text{Inhibition du mycélium (\%)} = [(dc - dt) / dc] \times 100$$

dc = diamètre moyen de la colonie fongique sur les plaques témoins (mm).

dt= diamètre moyen de la colonie fongique (mm).

7. L'enrobage des dattes

➤ L'enrobage des dattes avec la solution du chitosane / aloé véra

Après les tests d'antagonisme on fait la sélection de la solution d'enrobage des dattes (chitosane / Aloé véra).

Les fruits récoltés ont été transférés au laboratoire dans des condition de stérilité. Ensuite on a désinfecté et nettoyé en surface les fruits de taille uniforme sans défauts de blessures, de contusions, d'infestations de parasites et de pourriture avec une solution d'hypochlorite de sodium à 1 %, lavés à l'eau distillée et séchés à l'air libre avant leur utilisation

On a dévissé les dattes dans des lots, chaque lot contient 20 dattes. Les dattes du 1^{ère} lot trompées dans la solution d'enrobage (chitosane 1% combinée avec le gel d'aloé vera a 30% + 1% de glycérol " un agent plastifiant") et les dattes du 2^{ème} lot (témoin) trompées dans l'eau distillée stérile. Après l'enrobage des dattes, on met les dattes dans des boîtes polyéthylène avec couvercle perforé de petits trous et met les boîtes dans un étuve pour l'incubation dans un température de 25°C pendant 15 jours (Sempere-Ferre et al., 2022).



Figure 18. Photographies présentant les dattes enrobées

On a préparé 2 lots pour les dattes enrobées avec chitosane / aloé vera et 2 lots pour les dattes trompées dans l'eau distillée.

Le 1^{ère} lot des dattes enrobées avec chitosane / aloé vera est tromper dans la solution des sports "lot positive" et le 2^{ème} lot est un "lot négatif". On fait les mêmes étapes pour les 2 lots des dattes trompées dans l'eau distillée.

Après 15 jours, on a observé la pourriture des dattes par le champignon *Aspergillus niger* et calculé le taux de pourriture des dattes.

8. Dénombrement des colonies

La suspension mère (1g de datte) est diluée successivement dans une solution physiologique stérile (9ml) et agiter par un agitateur vortex pendant quelques secondes jusqu'à l'homogénéisation de la solution. On a effectué la dilution décimale par le transfert d'une prise d'essai de 1 ml de suspension à diluer dans un tube contenant 9 ml de la solution physiologique. Pour chaque dilution, on effectue les mêmes étapes présidentes.

Les étapes de préparation de la suspension dilution est représenter par la figure 20.

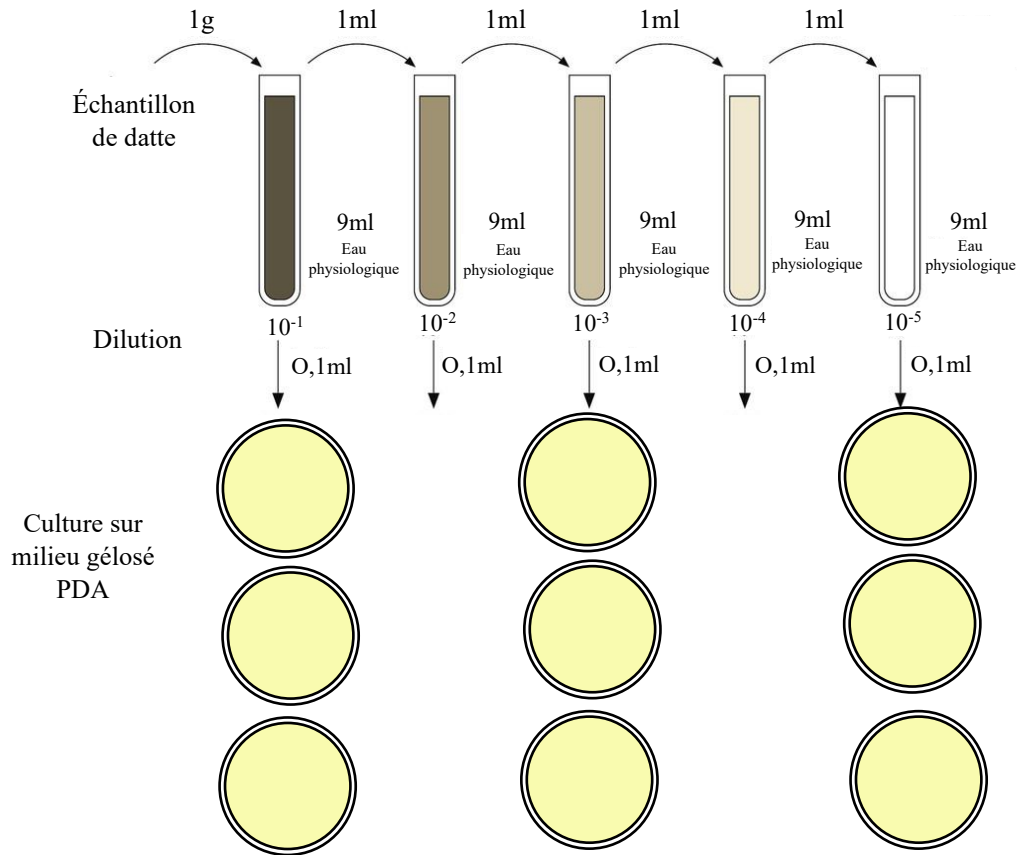


Figure 19. Schéma représentant les étapes de préparation de la suspension dilution de datte.

9. Inoculation des dattes

Pour l'inoculation des dattes, on a utilisé une suspension des spores, la préparation de la suspension des sports est effectuée par suit : on met l'eau distillé stérile dans une boîte de pétri qui contient le champignon *Aspergillus niger* est on a raclé la boîte avec un racleur stérile est on a récupéré la solution obtenue dans un bécher, on passe au comptage des sports pour ajuster la concentration du sport a 10^6 cette application se fait par la cellule de Malassez.

On prend les dattes du 1^{ère} lot enrobées avec (chitosane/ Aloé véra) et on les met dans la suspension des spores de champignon (*Aspergillus niger*) "lot positive" pour tester la propriété antifongique de chitosane et le gel d'aloé véra (Sempere-Ferre et al., 2022).

Ensuit on a trompé les dattes sans enrobage aussi dans la solution des sports pour comparés les résultats avec les dattes enrobées.

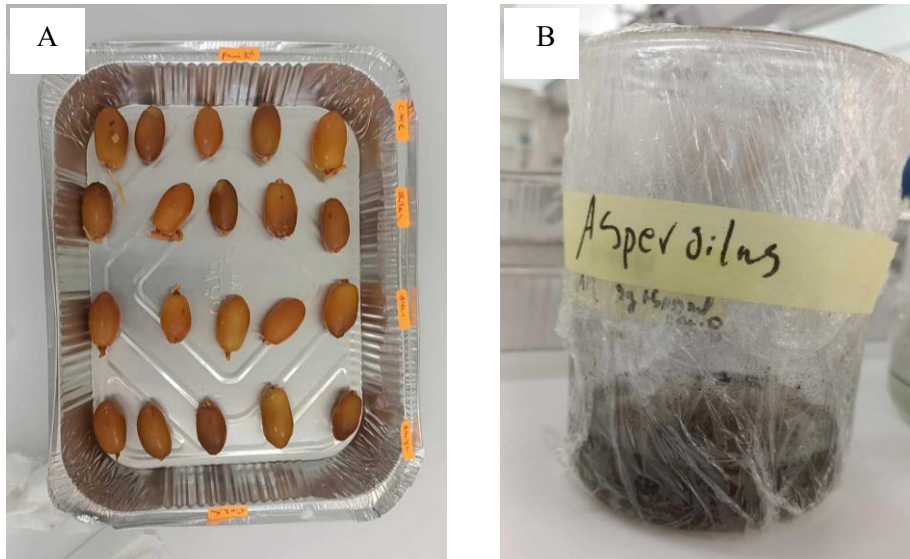


Figure 20. Photographies représentant les dattes inoculer par la suspension d'*Aspergillus*

A : les dattes inoculer ; B : la solution d'*Aspergillus niger*

Après 15 jours, on a déterminé l'incidence de la pourriture visuellement. Les parties de fruits présentant des signes de développement de mycélium ont été considérées comme pourries. Les scores ont été enregistrés sous la forme du pourcentage de surface de fruits pourris divisé par le nombre total de fruits traités (Shah et Hashmi, 2020)

Selon Totad et al, (2019) on a calculé le taux de de la pourriture des dattes par la relation suivante :

$$\text{L'incidence de la pourriture} = \frac{\text{Nombre de fruits pourris} \times 100}{\text{Nombre total de fruits}}$$

10. Mesure du pH

Le pH des solutions des dattes de 1g de datte dissous dans 100ml d'eau distillé est mesuré par la détermination du potentiel différentiel entre deux électrodes immergées dans une solution aqueuse de l'extrait de dattes en unité de pH (Benyagoub, 2011) .

11. Paramètres biochimiques

a) Les sucres totaux

On a effectué la mesure des sucres totaux en utilisant une solution de base comprenant 1 gramme de datte dissout dans 25 ml d'eau distillée, préparée, agitée et homogénéisée, puis filtrée. La mesure est déterminée à l'aide d'un réfractomètre (Doukani et Tabak, 2015).

b) Les sucres réducteurs

Le principe du dosage des sucres réducteurs consiste à mesurer leur capacité à réduire la liqueur de Fehling (Mimouni et al, 2021).

La méthode de Fehling a été utilisée pour mesurer les sucres à une température de 90°C sur un échantillon de 5 g de datte, la datte a été dissoute dans 100ml d'eau distillée. Ensuite, on a préparé la solution titrant (la solution du glucose), 5g du glucose dans un 500ml d'eau distillée (Hassouna et al, 1994).

Pour commencer, on fait l'étalonnage de la liqueur de Fehling avec une solution de glucose à 5%. Par la suite, par comparaison, on évalue la teneur en sucres de l'extrait de datte.

Pour effectuer l'étalonnage, dans un Erlenmeyer, on ajoute 10 ml de la solution de Fehling A+ Ensuite, verser en petites quantités la solution de glucose à 5% dans une burette graduée, jusqu'à ce que la liqueur de Fehling soit complètement décolorée et qu'un précipité de monoxyde de cuivre (Cu₂O) de couleur rouge se forme.

On va remplacer la solution du glucose par la solution de dattes préparés pour déterminer le taux des sucres réducteurs.

On a calculé le taux de sucres réducteurs 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

c) Acidité titrable

Le titrage de l'acidité des sirops de dattes se fait avec une solution d'hydroxyde de sodium (NaOH 0,1 N) en présence de phénolphtaléine comme indicateur coloré (Boussand et, al.2020).

Pour déterminer l'acidité titrable on prépare une solution de dattes de la variété Bent Kbala. La préparation de la solution consiste à broyer 25g de dattes dans un mortier-pilon, puis on dissout dans 250 ml d'eau distillée chaude. Pour la solution d'hydroxyde de sodium on prend

2g de NaOH et on le met dans 500ml d'eau distillée. La solution de phénolphtaléine est préparée de la manier suivant : 2g de phénolphthaléine dissout dans 10ml d'éthanol.



Figure 21. Photographies représentant le changement de couleur de la solution de dattes

Selon Benyagoub et al, (2011), l'acidité titrable est déterminée selon l'expédition suivant :

Soit :

$$A\% = \frac{(250 \times V_1 \times 100)}{(V_0 \times M \times 10)} \times 0.07 = 175 \frac{V_1}{V_0 \times M}$$

M : Masse, en grammes de produit prélevé.

V0 : Volume en millilitres de la prise d'essai.

V1 : Volume en millilitres de la solution d'hydroxyde de sodium à 0.1 N utilisé.

0.07 : Facteur de conversion de l'acidité-titrable en équivalent d'acide citrique

d) Dosage des polyphénols totaux

Pour déterminer le pourcentage des polyphénols totaux, on prépare une solution de dattes de la variété Bent Kbala, La préparation de la solution consiste à broyer 5g de dattes dans un mortier-pilon, puis à les dissoudre dans une fiole contenant de l'eau distillée chaude, le volume est ajusté à 200 ml avec de l'eau distillée.

On met dans une fiole de 20ml, 0,2 ml de solution de dattes, 1 ml de réactif de Folin-Ciocalteu et du bicarbonate de sodium (CO_3Na_2) à 4,25% (compléter à 20 ml). Le témoin est préparé de la même manière, seule l'eau distillée a été ajoutée au lieu de la solution de dattes en remplaçant la solution des dattes avec l'eau distillée, puis les préparations sont placées dans un bain marie à 70°C pendant 20 minutes.

Les résultats du dosage des polyphénols totaux sont obtenus en faisant la moyenne de trois analyses répétées.

e) Mesure de l'activité antioxydants

L'évaluation de l'activité antioxydante d'une substance repose sur sa capacité à piéger le radical DPPH (Dieng et al., 2017). La lecture de l'absorbance a été faite à 517 nm après 30 mn d'incubation dans l'obscurité.

Pour déterminer l'activité antioxydante par le test de DPPH, on prépare la solution de DPPH, 4 mg de DPPH ont été dissous dans 100 ml d'éthanol.

En mélangeant 1g de datte broyer avec 25 ml de méthanol. Ensuite, centrifuge la solution préparée pendant (15min) et filtrée par un papier filtre.

Dans des tubes à essai. On prépare différentes concentrations de solution de dattes, la figure 23 représente les étapes de préparation de ces concentrations.

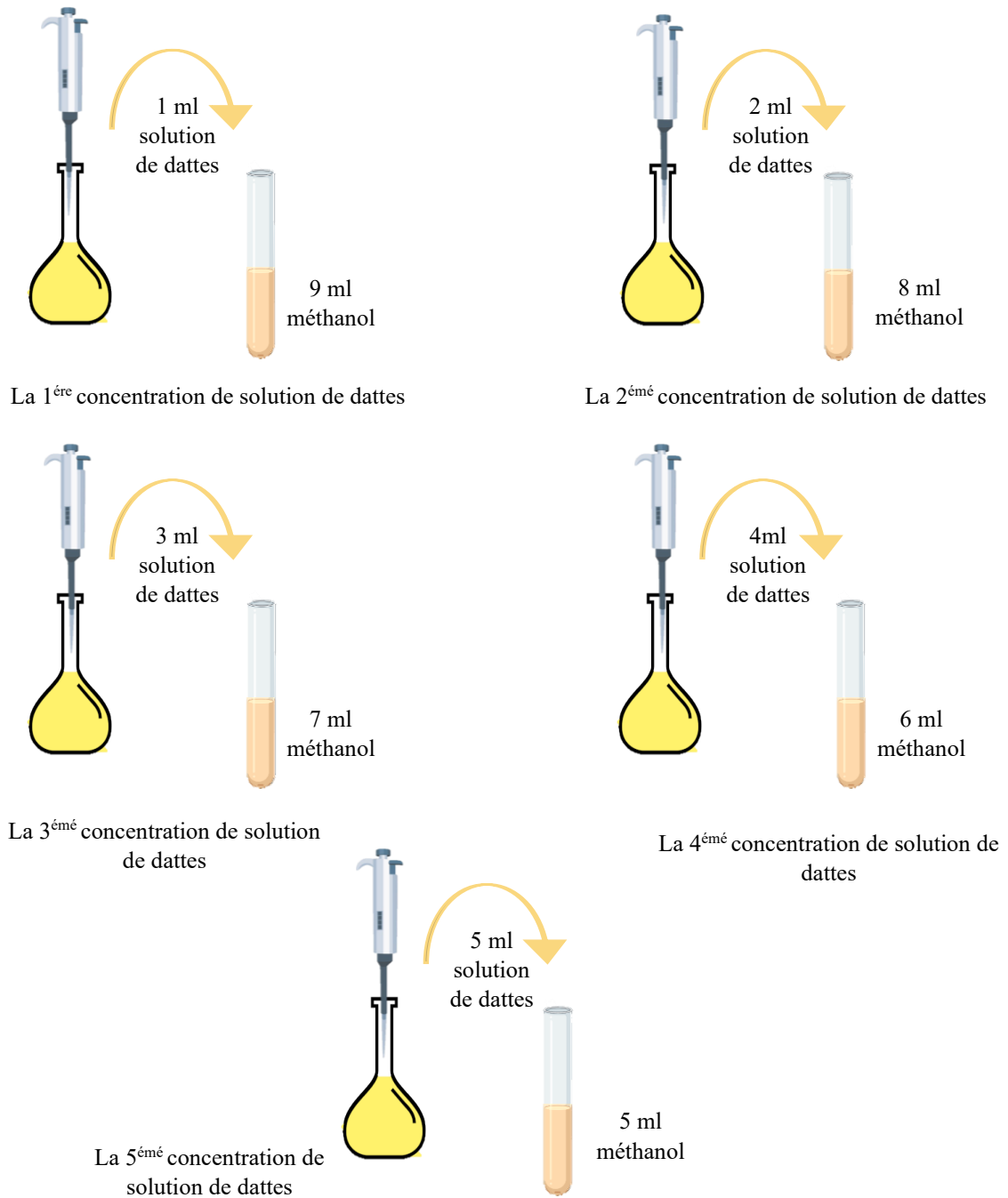


Figure 22. Les étapes de préparation des concentrations des solutions de dattes.

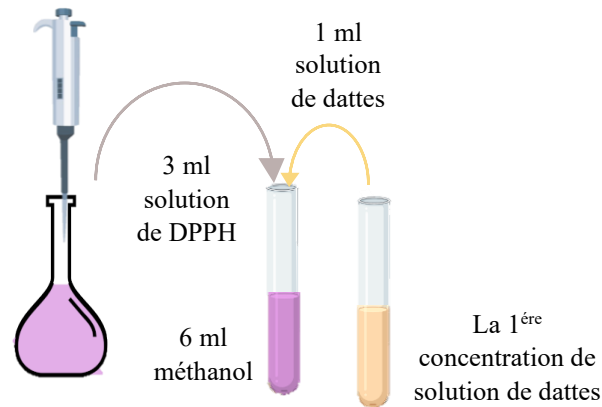


Figure 23. Etapes de préparation de solution d'antioxydants.

On a répété toutes les étapes de préparation de solution d'antioxydants pour les autres concentrations de solution de dattes.

Après toutes les étapes de préparation illustrés précédemment, on laisse les solutions incubées à l'obscurité pendant 30 minutes. L'absorbance a été mesurée à 517 nm, le blanc est préparé dans les mêmes conditions en ajoutant du méthanol au lieu de la solution des dattes.

Pour évaluer la teneur des antioxydants, trois dosages sont réalisés séparément. La valeur finale représentant la concentration en antioxydants est obtenue en faisant la moyenne des résultats de ces trois analyses.

f) Dosage des tanins condensés

La méthode colorimétrique de Folin-Denis est utilisée pour évaluer les tanins condensés décrite par Yahiaoui et al, (2020). Son principe repose sur la réduction de l'acide phosphomolybdique et tungstique en milieu alcalin, en présence de tanins, une coloration bleue se développe. L'intensité de cette couleur est mesurée à 760 nm.

Pour détecter la quantité des polyphénols totaux, on prépare une solution de dattes de la variété Bent Kbala, Pour préparer la solution, 5g de dattes sont broyés dans un mortier. Dissolvez la poudre obtenue dans une fiole avec de l'eau distillée chaude. Le volume final de la solution est ajusté à 200 ml avec d'eau distillée.

Dans une fiole de 100 ml, on a préparé un mélange de 1 ml de solution de datte, 5 ml de réactif de Folin-Denis et 10 ml de solution de carbonate de sodium. La préparation de la solution de carbonate de sodium implique la dissolution de 43,75 g de carbonate de sodium dans 100 ml

d'eau distillée chauffée à une température comprise entre 70°C et 80°C. Le mélange est complété à l'eau distillée et agité magnétiquement. Après 30 minutes de repos, l'absorbance (DO) de la solution est mesurée à 760 nm. Pour le témoin, on utilise de l'eau distillée à la place de la solution de dattes, en suivant les mêmes étapes de préparation.

La concentration en tanins condensés est déterminée en effectuant trois analyses indépendantes et en calculant la moyenne des résultats obtenus.

g) Indice de brun

Pour déterminer l'indice de brun, on a préparé la solution de dattes, 1g d'échantillon est dilué dans 100 ml d'eau distillée, on ajoute du formaldéhyde à 36 % et l'Acide acétique à 37 %, dans des tubes à essai et agiter pour homogénéiser la solution. Ensuite, on met la solution dans des cuves après filtration. La lecture a été réalisée à l'aide d'un spectrophotomètre à 500 nm et à 600 nm.

La relation suivante établit l'indice de brunissement :

$$IB = DO 500 - DO600$$

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 3.

Tableau.3 Description morphologique des dattes étudiées selon IPGRI

Variété	Bent Kbala
Caractéristiques	
La couleur	Jaune miel
La forme	Ovoïde
La consistance	Molle
La texture	Fibreuse
Aspet de l'épicarpe	Lisse
Gout	Peu acidulé et Parfumé
La couleur du noyaux	Marron beige
La forme de noyaux	Fusifforme

La couleur des dattes de la variété Bent kbala est jaune miel. Cette couleur constitue un critère important pour la commercialisation. La couleur miel dorée est la couleur la plus appréciée chez les consommateurs (Boughaba et Lakehal, 2021). La forme des dattes est Ovoïde et l'aspect de l'épicarpe est lisse. Le gout des dattes étudiées est peu acidulé et parfumé. Cependant, cette variété de dattes présente un noyaux marron beige fusiforme.

1.2. Résultats des données biométriques

Le tableau 4 est représenté les résultats des mesures biométriques de datte de variété Bent kbala.

Tableau 4. Résultats des données biométriques des dattes étudiées

Paramètre	Variété Bent kbala
Longueur (mm)	38,48 ± 2,29
Largueur (mm)	21,20 ± 1,77
La masse (g)	13,84 ± 2,71

Selon Acourene et al, (2001) une datte de caractéristiques biométriques acceptables représente un poids supérieur ou égal à 6 g ; une longueur supérieure ou égale à 35 mm et un diamètre supérieur ou égal à 15 mm.

Selon ces critères, nous constatons que la datte "Bent kbala" étudiée présente des paramètres biométriques acceptables.

2. Résultats de l'extraction du chitosane est du gel d'aloé véra

2.1. Résultats de l'extraction du chitosane

Visuellement, la couleur de chitine avant la déminéralisation est marron foncé grâce à la présence des pigments. Après déprotéinisation, la chitine devient marron claire. Après désacétylation, la couleur du chitosane varie du marron clair au blanc (figure 25)



Figure 25. Photographies représentant les caractéristiques visuelles de la chitine et du chitosane.

A : chitine, B : chitosane

3. Résultats des analyses microbiologiques

D'après les études des Kazouai, (2023), les résultats obtenus de l'isolement, la purification et de l'identification partielle des isolats à partir des dattes montrent que les champignons post-récolte les plus abondants dans les dattes sont *Aspergillus niger* et *Penicillium* sp.

Nous étudierons les effets de l'enrobage des dattes avec la solution de chitosane/aloé véra sur l'activité du champignon d'altération post récolte *Aspergillus niger*.

3.1.Résultats des tests d'antagonisme

A travers cette paties, nous avons étudié l'activité antifongique du chitosane, gel d'aloé véra et de la carboxyméthylcellulose (CMC) contre les champignons d'altération post-récolte chez les dattes, notamment *Aspergillus niger*.

La figure 26 représente les résultats des tests d'antagonisme du chitosane, gel d'aloé Véra et de la carboxyméthylcellulose (CMC) contre *Aspergillus niger*.

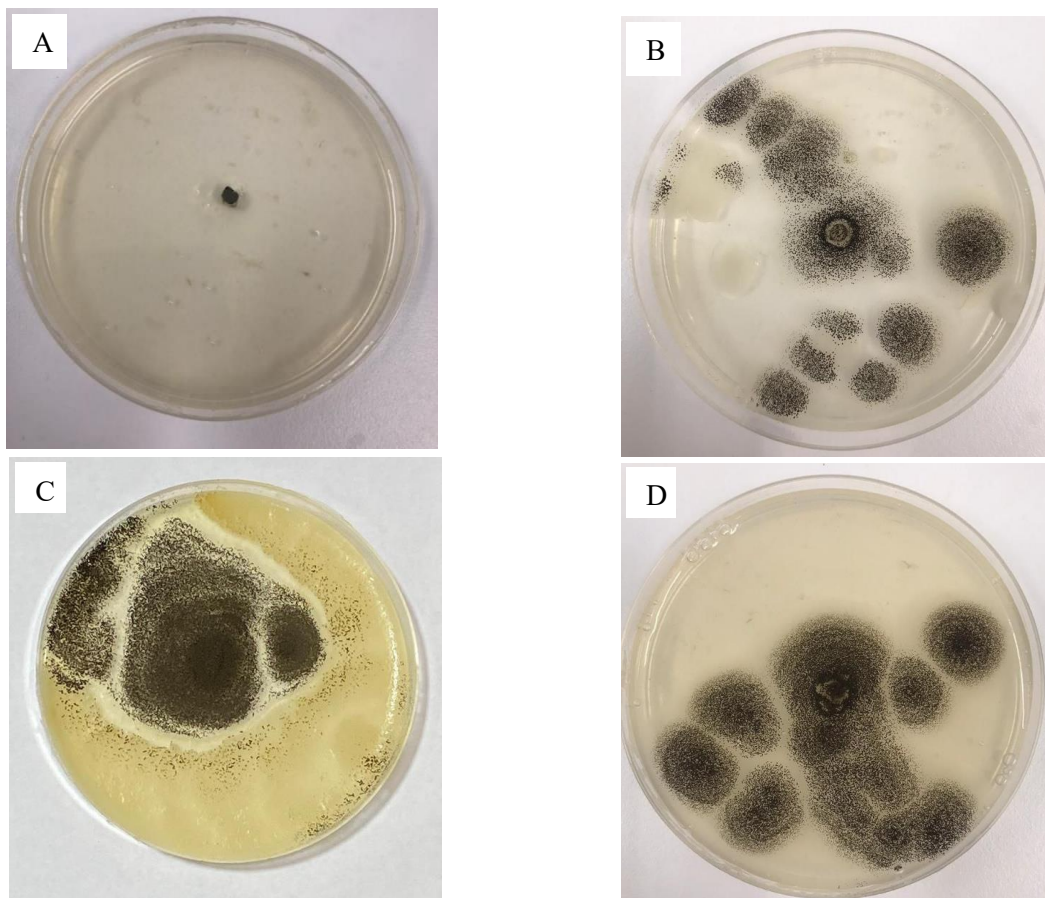


Figure 26. Photographies montrant les résultats des tests d'antagonisme du chitosane, du gel d'aloé véra et de la carboxyméthylcellulose (CMC) contre *Aspergillus niger*.

A : *Aspergillus niger* + la chitosane, C : *Aspergillus niger* + gel, B : la boîte temoine d'*Aspergillus niger* avec le milieu de culture pur sans chitosane, Aloé véra et carboxyméthylcellulose (CMC), C : *Aspergillus niger* + gel d'Aloé véra, C : *Aspergillus niger* + carboxyméthylcellulose (CMC). Les photographies ont été prises après 7 jours d'incubation à 25°C.

Les solutions utilisées dans ce test donnent un effet antifongique face aux espèces fongique testées mais à différentes concentrations, le 1^{ère} test est effectué contre *Aspergillus niger* et le chitosane à différents concentrations (0,5%, 1% et 1,5%). Le diamètre du disque dans la 1^{ère} concentration (0,5%) du chitosane est de 10 mm, Le diamètre de disques dans la 2^{ème} concentration (1%) du chitosane est de 8,21 mm, pour la 3^{ème} concentration (1,5%) du chitosane est de 8 mm.

D'après les résultats de Dewi et Muhammad Nur, (2017), la concentration du chitosane de 0,5% à une puissance d'inhibition de 38,17%. La concentration de 1% à une puissance d'inhibition de 51,97%, et la concentration de 1,5% à une puissance d'inhibition de 60,71%. En comparant ces résultats avec nos résultats, il apparait que notre expérience présente la meilleure puissance d'inhibition (91,11% pour 1,5% du chitosane, 90,87% pour 1% du chitosane et de 88,6% pour 0,5% du chitosane).

Selon Valenzuela-Ortiz et al, (2022), la concentration du chitosane utilisée dans le test d'antagonisme peut également être un facteur qui génère diverses réponses de défense chez les champignons. En général, plus d'un gramme du chitosane inhibe 80 à 100 % de la croissance fongique.

Le chitosane est un agent biocide contre une large gamme d'organismes cibles. Son activité varie considérablement en fonction du type de chitosane, de l'organisme cible et de l'environnement dans lequel il est appliqué. Par conséquent, les rapports de la littérature varient quelque peu et sont parfois contradictoires. Mais en règle générale, les levures et les moisissures sont le groupe le plus sensible (Tayel et al., 2010).

Le 2^{ème} teste d'antagonismes est entre *Aspergillus niger* et le gel d'aloé véra à différentes concentrations. Pour une concentration de 10% du gel d'aloé véra le diamètre de la colonie mycélienne est de 90 mm avec une puissance d'inhibition de 0%.

Pour la 2^{ème} concentration (20% du gel d'aloé véra) le diamètre de la colonie mycélienne est de 90 mm avec une puissance d'inhibition de 0%. Pour la 3^{ème} concentration (30 % du gel d'aloé véra), le diamètre de la colonie mycélienne est de 37,18 mm avec une puissance d'inhibition de 58,68%.

Ces résultats sont proches des résultats de (Nabigol et Asghari, 2013) (40mm pour 60% du gel d'aloé véra), donc on peut dire que la concentration de 10% et 20% n'inhibe pas la croissance d'*Aspergillus niger* mais la concentration de 30% donne un effet sur l'inhibition de la croissance d'*Aspergillus niger* à 58,68%.

L'ajout de gel d'aloé véra à différentes concentrations a entraîné une réduction des taux de croissance des espèces testées (pour notre expérience c'est l'*Aspergillus niger*) de manière dose-dépendante (Sempere-Ferre et al., 2022).

D'après ces résultats, on a choisi la solution d'enrobage des dattes (chitosane 1,5%/Aloé véra 30%).

Pour le test d'antagonismes entre est le carboxyméthylcellulose (CMC), le diamètre des disques de 3 concentrations (0,5%,1% et 1,5%) est de 90mm avec une puissance d'inhibition de 0%. L'efficacité de CMC sur la croissance d'*Aspergillus niger* est presque nulle. Ces résultats ont été comparés avec les résultats du traitement chimique.

Les résultats du test d'antagonisme du traitement chimique contre *Aspergillus niger* sont les suivants :

Pour la concentration de 1ppm de traitement chimique, le diamètre de la colonie mycélienne était de 9,01mm avec une puissance d'inhibition de 90%. Les concentrations de 5 ppm et 10 ppm du traitement chimique ont permis d'avoir des diamètres de la colonie mycélienne de 8 mm avec une pourcentage d'inhibition de 91,11%.

D'après ces résultats, on remarque que l'effet du chitosane sur l'inhibition d'*Aspergillus niger* est plus élevé par rapport à l'aloé véra et le CMC. Il est similaire avec les résultats du traitement chimique, donc on peut dire que le chitosane est un meilleur agent antifongique biologique.

L'application de chitosane peut être exploitée comme antifongique dans le but d'inhiber la croissance d'*Aspergillus niger*, comme enrobage comestible sur les produits alimentaires afin que l'intensité de la contamination par *Aspergillus* soit plus faible (Dewi Nur, 2017).

3.2 Résultats du dénombrement des colonies

Les figure 28 et 29 est représente les résultats du dénombrement des colonies.

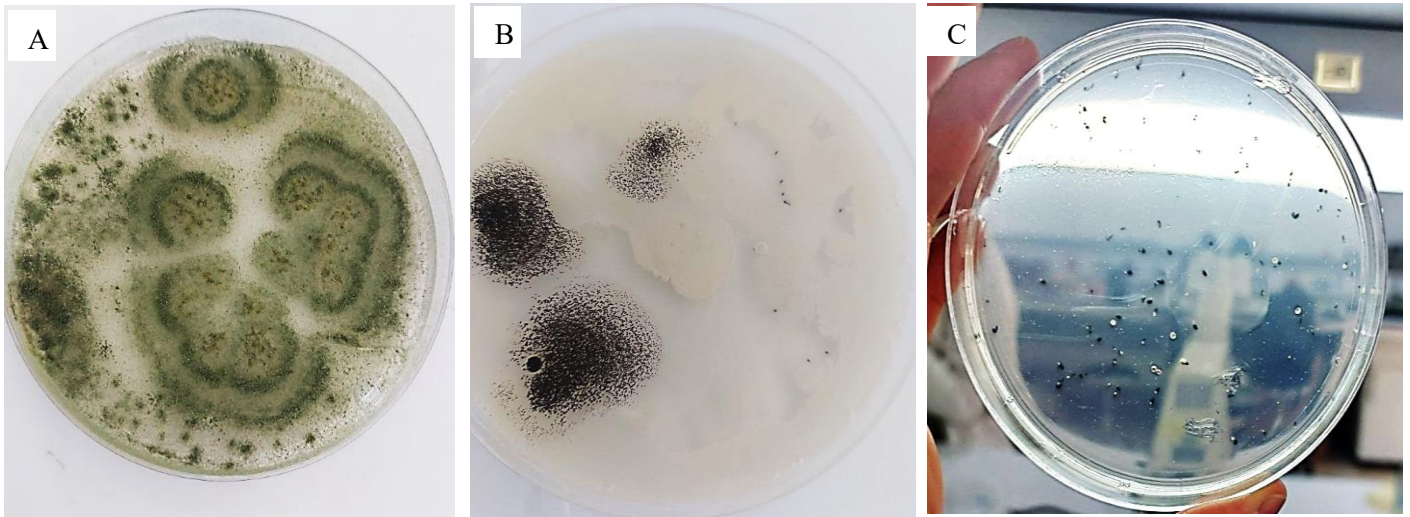


Figure 27. Photographies montrant les résultats du dénombrement des colonies des dattes enrobées.

A : Dattes enrobées 10^{-1} B : Dattes enrobées 10^{-3} C : Dattes enrobées 10^{-5} . Les photographies ont été prises après 5 jours d'incubation à 25°C

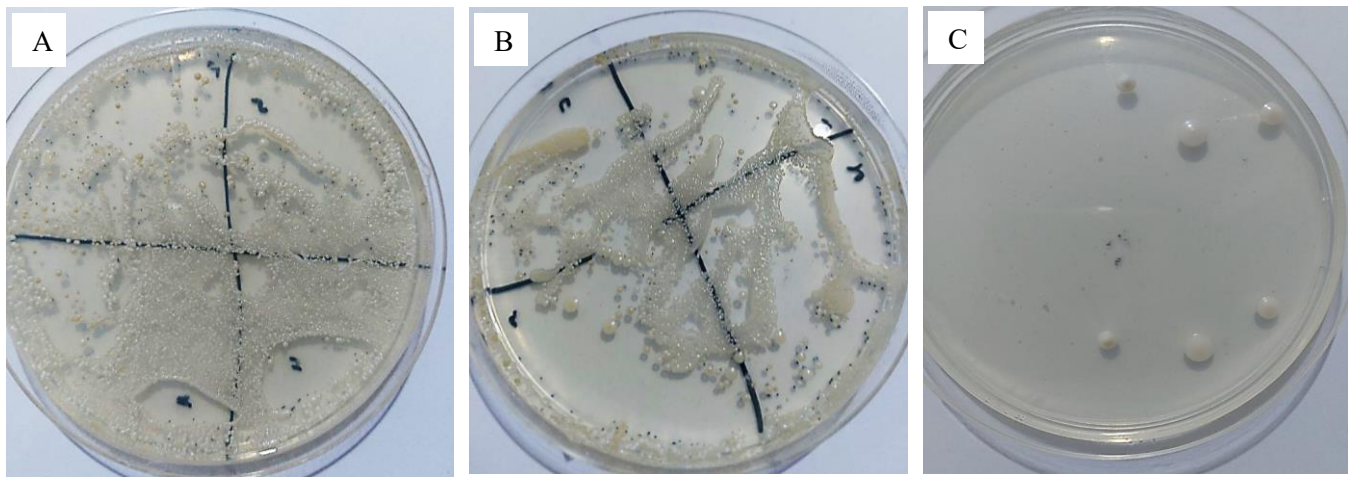


Figure 28. Photographies montrant les résultats du dénombrement des colonies isolées à partir les dattes non enrobées.

A : Dattes non enrobées « concentration 10^{-1} ». B : Dattes non enrobées « concentration 10^{-3} » C : Dattes non enrobées « concentration 10^{-5} ». Les photographies ont été prises après 5 jours d'incubation à 25°C

Les résultats de dénombrement des colonies, sont représentés dans les tableaux 5 et 6

Tableau 5. Le nombre de colonies des dattes non enrobées (en UFC/g).

Concentration Jour	1 ^{ère} jour	2 ^{ème} jour	3 ^{ème} jour	4 ^{ème} jour	5 ^{ème} jour
10 ⁻¹	< 30	79×10 ² UFC/g	81×10 ² UFC/g	17533UFC /g	24433 UFC/g
10 ⁻³	< 30	7066×10 ² UFC/g	155× 10 ⁴ UFC/g	21166×10 ² UFC/g	3× 10 ⁶ UFC/g
10 ⁻⁵	< 30	< 30	36× 10 ⁶ UFC/g	685× 10 ³ UFC/g	825× 10 ⁵ UFC/g

Tableau 6. Le nombre de colonies des dattes enrobées (en UFC/g).

Concentration Jour	1 ^{ère} jour	2 ^{ème} jour	3 ^{ème} jour	4 ^{ème} jour	5 ^{ème} jour
10 ⁻¹	< 30	< 30	< 30	71×10 ² UFC/g	8166 UFC/g
10 ⁻³	< 30	< 30	< 30	< 30	42× 10 ⁴ UFC/g
10 ⁻⁵	< 30	< 30	< 30	35×10 ⁶ UFC/g	65× 10 ⁶ UFC/g

Pour les dattes enrobées les colonies isolées le 1^{er} jour est inférieur à 30 colonies. Le nombre des colonies isolées à partir des dattes non enrobées à augmenter durant la période d'incubation.

Les colonies isolées à partir des dattes enrobées il est inférieur à 30 entre le 1^{er} et 3^{ème} jour, après le nombre augmente.

Les résultats des nombres des colonies isolées à partir dattes non enrobées sont plus élevés par rapport aux résultats des nombres de colonies isolées à partir des dattes enrobées, donc on peut dire qu'il y a un effet d'enrobage sur la conservation des dattes contre les micro-organismes.

3.3.Résultats de l'enrobage et de l'inoculation de dattes enrobées

Après l'enrobage des dattes, nous avons inoculé les dattes par une suspension de spores pour tester l'efficacité d'enrobage contre *Aspergillus niger*.

Les résultats d'inoculation des dattes sont montrés dans la figure 27.

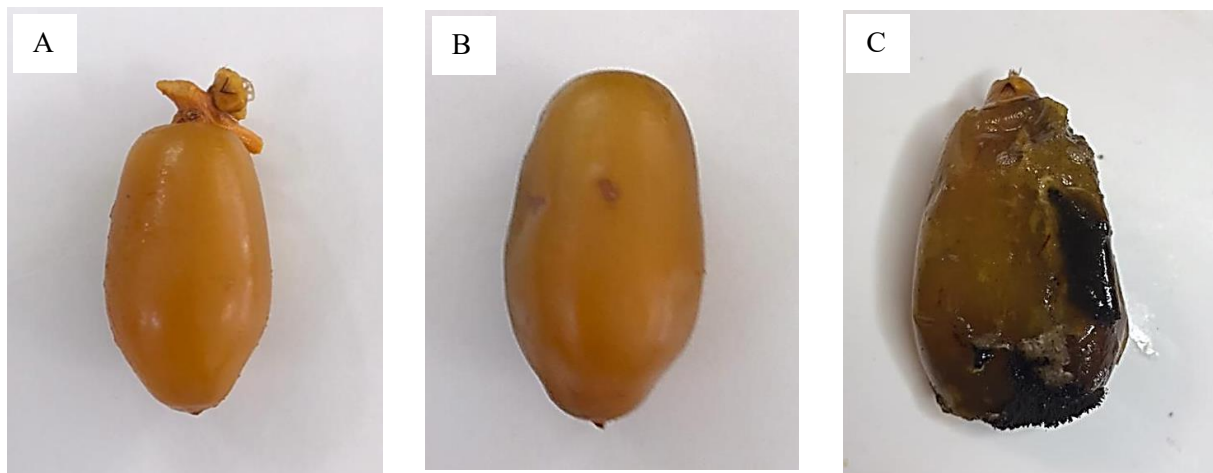


Figure 29. Photographies représentant des dattes inoculées après 15 jours d'incubation à une température de 25°C.

A : *Aspergillus niger* + dattes enrobées avec le chitosane/ Aloé véra, **B :** *Aspergillus niger* + dattes enrobée avec produit chimique, **C :** *Aspergillus niger* + dattes traité avec l'eau distillé.

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

Après 15 jour d'incubation des dattes enrobées et inoculées à une température de 25°C, les résultats obtenus montrent que le degré de pourriture des dattes enrobées avec (chitosane / aloé véra) est de 25 % après 15 jour. Pour les dattes enrobées par le produit chimique, le degré de pourriture est de 20%. Le degré de pourriture des dattes non enrobées est de 100% après 15 jour.

Selon (Bugawisan, 2022), L'infection de chaque fruit a été évaluée quotidiennement à l'aide de l'indice suivant :

- Bonne qualité ; aucune infection.
- Légère (10 à 20 % de la surface du fruit était infectée/endommagée).
- Modérée (21 à 40 % de la surface du fruit était infectée/endommagée).
- Grave (41 à 60 % de la surface du fruit était infectée/endommagée).
- Non comestible (60 % de la surface du fruit était infectée/endommagée).

Nos résultats sont de qualité modérée pour les dattes enrobées avec le (chitosane /gel aloé véra) (25%), est d'une infection légère pour les dattes enrobées avec le produit chimique (20%), pour les dattes non enrobées est d'une infection très élevée rendant les dattes non comestibles (supérieur à 60 %).

Les résultats obtenus pour les dattes enrobées avec le (chitosane /gel aloé véra) sont similaires avec les résultats du traitement chimique. On peut dire qu'il y a un effet très important sur la conservation des dattes durant le stockage.

Selon Shah et Hashmi, (2020), l'application combinée du chitosane et du gel d'aloé véra pourrait réduire le taux de respiration des fruits enrobés. De plus, l'enrobage de chitosane et d'aloé véra a retardé l'incidence de la pourriture

Le gel d'aloé véra associé à un enrobage de chitosane a réussi à retarder l'incidence de la pourriture après récolte et à conserver les attributs de qualité tels que l'acidité titrable, les solides solubles totaux, la fermeté, la perte de poids et la couleur de la peau du fruit pendant le stockage (Shah et Hashmi, 2020).

Les traitements à base d'aloé véra ont conduit à une réduction du pourcentage de décomposition pendant la période post-récolte (Nabigol et Asghari, 2013).

4. Résultats de la mesure du pH

Les valeurs du pH des dattes étudiées sont représentées dans la figure 30.

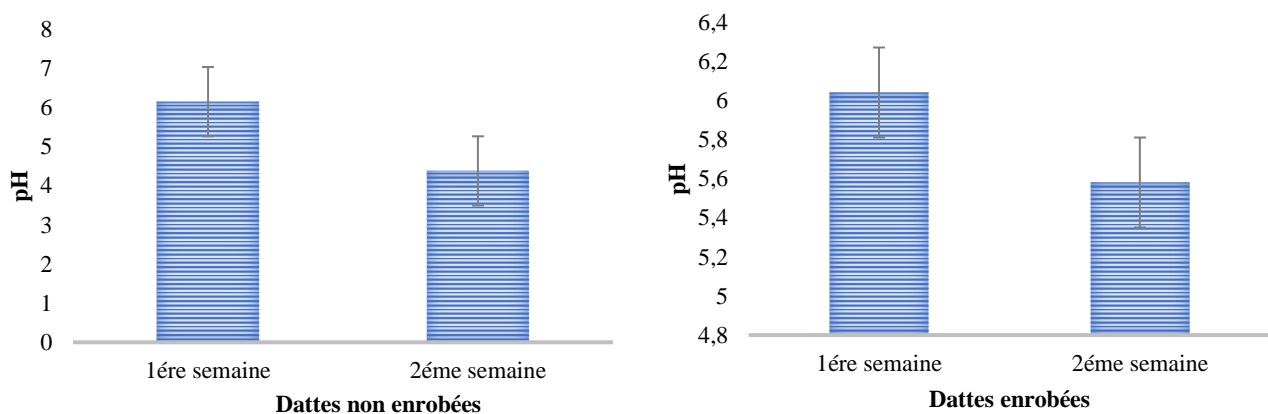


Figure 30. Représentation graphique des valeurs du pH des dattes enrobées et des dattes non enrobées. Les barres d'erreur représentent l'écart type de 3 répétitions calculé à $\alpha = 0,05$

Le pH des dattes enrobées dans la 1^{ère} semaine est de 6,04 et de 5,58 pour la 2^{ème} semaine. Pour les dattes non enrobées, le pH est de 6,15 et 4,38 pour la 1^{ère} semaine et la 2^{ème} semaine, respectivement.

D'après les études de Acourene et al, (2001), l'évaluation qualitative des dattes selon le pH sont représentés dans le tableau 7.

Tableau 7. Évaluation qualitative des dattes selon le pH.

Le pH	La qualité des dattes
pH acide inférieur à 5,4	Mauvais caractère
Entre 5,4 - 5,8	Acceptable
Supérieur à 5,8	Bon caractère

Le pH est l'un des principaux défis auxquels la flore microbienne doit faire face afin de garantir sa croissance. Un pH de 3 à 6 est extrêmement propice à la prolifération des levures et des moisissures. En revanche, les bactéries ont une préférence pour des milieux neutres avec un pH compris entre 7 et 7,5, avec la plupart des tolérances allant de 6 à 9 (Oudrane, 2019).

D'après les résultats obtenus, on dit que l'enrobage a un effet sur la conservation des dattes du point de vue pH.

5. Résultats des analyses biochimiques

5.1. Résultats du dosage des sucres totaux

Les résultats du dosage des sucres totaux est représenté en degrés Brix. Ces résultats sont donnés par la figure 31.

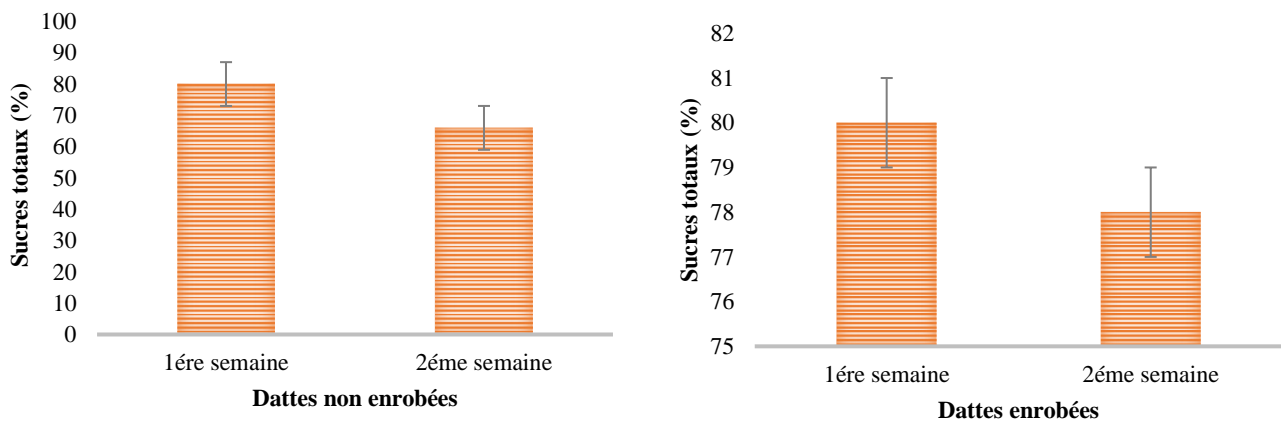


Figure 31. Représentation graphique du taux de sucres totaux des dattes enrobées et des dattes non enrobées.

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

Le taux des sucres totaux des dattes enrobées est de 80% dans la 1^{ère} semaine et il reste inchangé durant la 2^{ème} semaine (78%). Pour les dattes non enrobées, le taux des sucres dans la 1^{ère} semaine est supérieur à 70% et de 80%, pour la 2^{ème} semaine et de 66%

D'après Acourene et al, (2001), les critères d'évaluation qualitative des dattes selon le taux des sucres totaux sont représentés dans le tableau 8.

Tableau 8. Évaluation qualitative des dattes selon le taux des sucres totaux.

Le taux des sucres totaux (%).	La qualité des dattes
50 - 60 %	Mauvais caractère
60 - 70 %	Acceptable
Supérieur 70	Bon caractère

La différence du taux des sucres totaux entre les dattes enrobées et les dattes non enrobées est significative dans la 2^{ème} semaine. Donc on constate qu'il y a un effet d'enrobage des dattes avec les chitosane/aloé véra sur la conservation des dattes.

5.2 Résultats du dosage des sucres réducteurs

Le taux des sucres réducteurs est représenté par la moyenne de trois répétitions pour la variété Bent Kbala. Les résultats sont donnés par la figure 32.

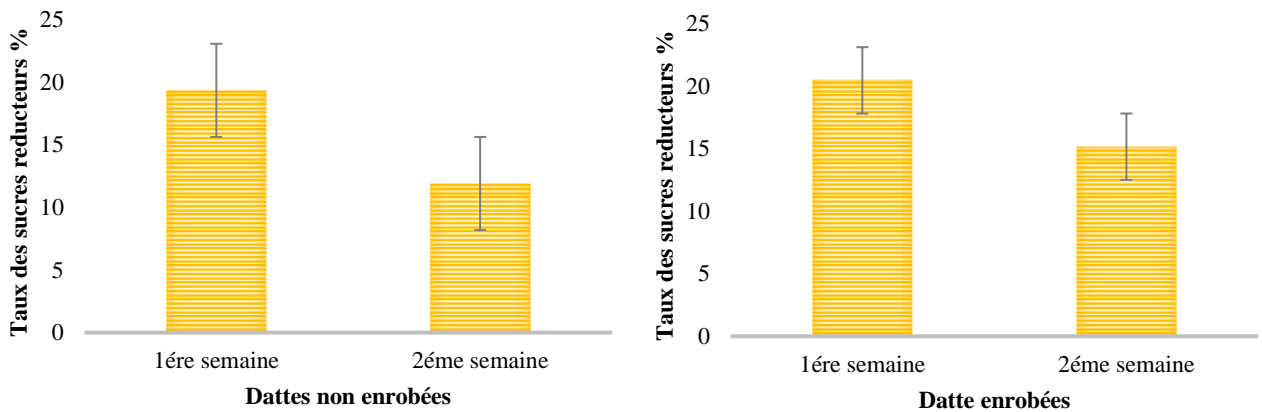


Figure 32. Représentation graphique du taux des sucres réducteurs des dattes enrobées et des dattes non enrobées. Les barres d'erreur représentent l'écart type de 3 répétitions calculé à $\alpha = 0,05$

Les variétés molles sont riches en sucres réducteurs (Acourene et Tama, 1997). Le phénomène de brunissement non enzymatique est favorisé par les sucres réducteurs qui sont relativement responsables de la coloration brune des dattes (Sayah et Ould el hadj, 2010).

Le taux des sucres réducteurs des dattes enrobées de la 1^{ère} semaine est de 20,44 g/l, dans la 2^{ème} semaine, le taux des sucres réducteurs est de 15,14 g/l. Pour les dattes non enrobées, le

taux des sucres réducteur dans la 1^{ère} semaine est de 19,34 g/l, et dans la 2^{ème} semaine le taux des sucres réducteurs est de 11,90 g/l.

On remarque que la quantité des sucres réducteur des dattes enrobées et non enrobées dans la 1^{ère} semaine sont similaires mais après une semaine, la différence entre le taux des sucres réducteurs des dattes enrobées et non enrobées est significative, donc on dit qu'il y a un effet d'enrobage des dattes avec les chitosane/aloé véra sur la conservation des dattes.

5.1. Résultats de la mesure de l'acidité titrable

Les résultats de l'acidité titrable sont représentés par la figure 33.

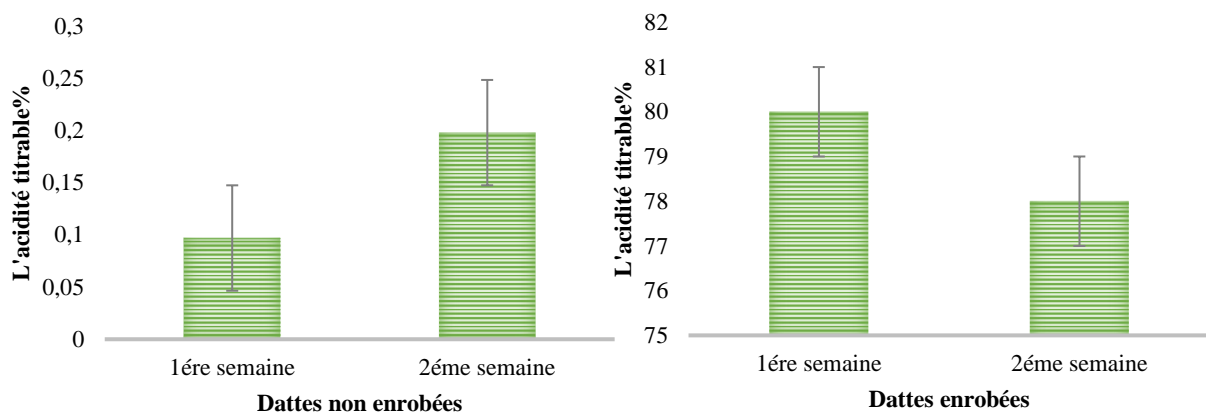


Figure 33. Taux d'acidité titrable des dattes enrobées et des dattes non enrobées. Les barres d'erreur représentent l'écart type de 3 répétitions calculé à $\alpha = 0,05$

Selon Cheikhi et al, (2019), la forte acidité est un indice de mauvaise qualité des dattes. L'acidité titrable des dattes enrobées dans la 1^{ère} semaine est de 0,112%, après une semaine l'acidité titrable est de 0,163%. Pour les dattes non enrobées l'acidité titrable dans la 1^{ère} semaine est de 0,097%, la 2^{ème} semaine l'acidité titrable a augmenté jusqu'à 0,198%.

En comparant nos résultats avec ceux de Shah et Hashmi, (2020), dans la 1^{ère} et la 2^{ème} semaine, les résultats de l'acidité titrable sont supérieurs à nos résultats (0.730% 0.668%).

L'acidité titrable des dattes enrobées et des dattes non enrobées a augmenté dans la 2^{ème} semaine ; mais il y a une différence entre les dattes enrobées et non enrobées. L'acidité des dattes non enrobées est plus forte que les dattes enrobées.

Dans ce cas, on peut constater qu'il y a un effet d'enrobage sur la conservation de la qualité des dattes du point de vue acidité titrable.

5.4. Résultats du dosage des polyphénols totaux

Les résultats du dosage des polyphénols totaux sont exprimés en moyenne de 3 répétitions. Ces résultats sont représentés dans la figure 34.

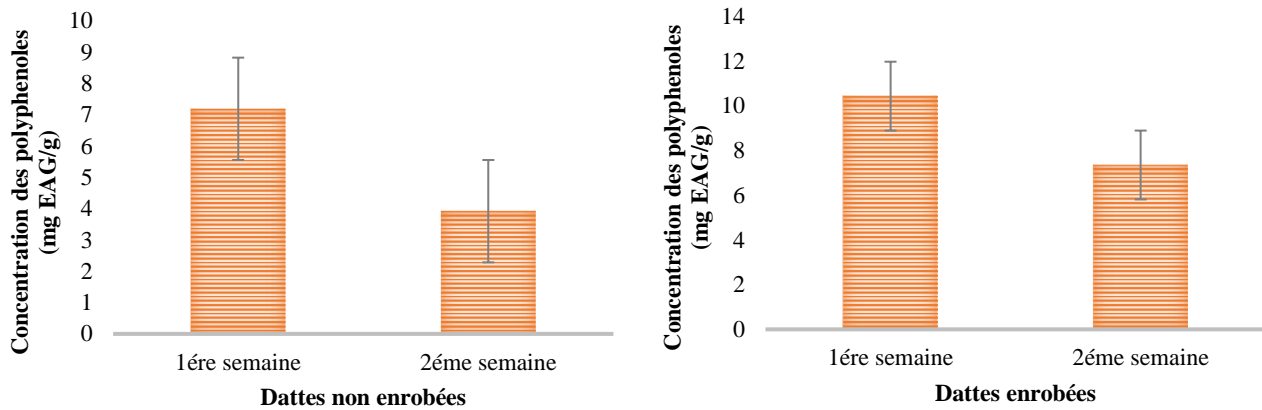


Figure 34. Représentation graphique de la concentration des polyphénols des dattes enrobées et des dattes non enrobées. Les barres d'erreur représentent l'écart type de 3 répétitions calculés à $\alpha = 0,05$

Les dattes sont riches en composés phénoliques biologiquement actifs et ayant des effets bénéfiques pour la santé humaine. En plus de leurs propriétés bénéfiques pour la santé humaine, les composés phénoliques jouent un rôle crucial dans la maturation. Les métabolites produits peuvent avoir un impact sur la durée de conservation des dattes ainsi que sur leur qualité sensorielle. Effectivement, les composés phénoliques jouent le rôle de substrats dans les réactions enzymatiques de brunissement, c'est-à-dire sous l'action de la polyphénoloxydase en présence d'oxygène (Misbah et al., 2022).

La concentration des polyphénols des dattes enrobées dans la 1^{ère} semaine est de 10,43 mg EAG/g, la concentration des polyphénols de la 2^{ème} semaine est de 7,35 mg EAG/g.

Pour les dattes non enrobées, la concentration des polyphénols en 1^{ère} semaine est de 7,19 mg EAG/g. Après une semaine, la concentration des polyphénols diminue jusqu'à 3,92 mg EAG/g.

Ces résultats sont encore inférieurs aux résultats rapportés par Benassou et al, (2013).

La durée de stockage relativement longue dans notre cas peut expliquer la disparité de la concentration des polyphénols totaux, car le taux des polyphénols continue de diminuer pendant le stockage grâce à différentes voies de brunissement (Benassou et al, 2013).

Dans ce cas, on peut dire que l'enrobage des dattes réduit la perte du taux des polyphénols dans les dattes.

5.5 Résultats du dosage des antioxydants

Les résultats du dosage des antioxydants sont exprimés en moyenne de 3 répétitions. Ces résultats sont représentés dans la figure 35.

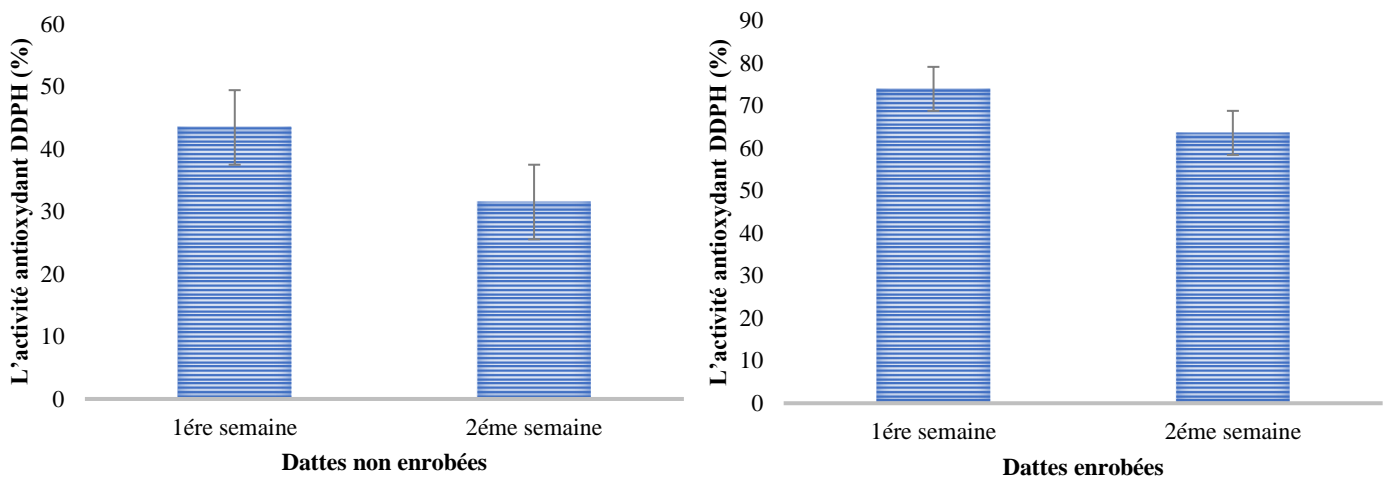


Figure 35. Représentation graphique de l'activité antioxydante des dattes enrobées et des dattes non enrobées.

Les résultats du pourcentage d'inhibition du radical DPPH des dattes enrobées dans la 1^{ère} semaine est de 73,97%, le pourcentage d'inhibition du radical DPPH de la 2^{ème} semaine est de 63,62%.

Pour les dattes non enrobées, le pourcentage d'inhibition du radical DPPH de la 1^{ère} semaine est de 43,44%. Pour la 2^{ème} semaine, le pourcentage d'inhibition du radical DPPH est de 31,51%.

Le pourcentage d'inhibition du radical DPPH de la 1^{ère} semaine et 2^{ème} semaine des dattes enrobées est similaire avec les résultats de Saci et Tliba (2019) variant entre 53,9 % et 57,76%. Leurs résultats sont proches aux résultats des dattes non enrobées dans la 1^{ère} semaine mais ils sont inférieurs aux résultats des dattes enrobées dans la même semaine. Donc il y a une grande différence entre les résultats des dattes non enrobées de la 1^{ère} semaine et 2^{ème} semaine.

Nous constatons que l'activité antioxydante des dattes enrobées est élevée par rapport aux dattes non enrobées donc on peut dire que l'enrobage des dattes avec la solution du chitosane/ aloé véra donne un effet sur la conservation des dattes.

5.6. 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 (annexe). Ces résultats sont donnés par la figure 36.

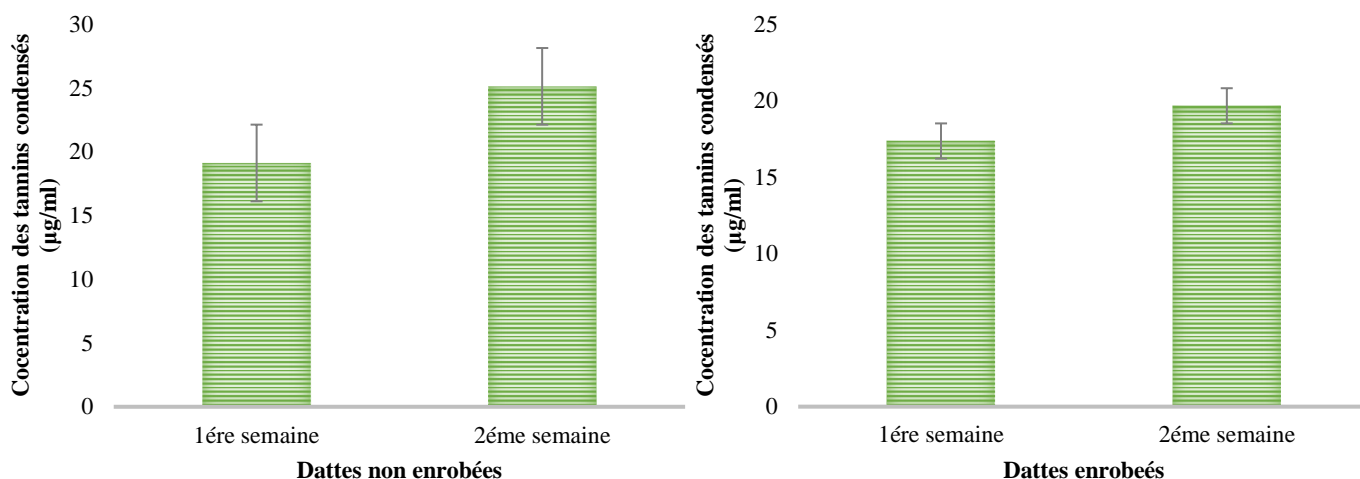


Figure 36. Concentrations des tannins condensés des dattes enrobées et des dattes non enrobées. Les barres d'erreur représentent l'écart type de 3 répétitions calculée à $\alpha = 0,05$

La concentration des tanins condensés des dattes enrobées est de 17,36µg/ml d'acide tannique pour la 1^{ère} semaine. Pour la 2^{ème} semaine, la concentration des tanins condensés est de 19,66 µg/ml d'acide tannique.

Pour les dattes non enrobées, la concentration des tanins condensés dans la 1^{ère} semaine est de 19,12 µg/ml d'acide tannique. La concentration des tanins condensés dans la 2^{ème} semaine est de 25,13 µg/ml d'acide tannique.

Les concentrations d'acide tannique mesurées dans cette étude sont comparables à celles trouvées par Bessas et al. (2008) qui étaient comprises entre 20,25 et 24 µg/ml. L'analyse des résultats révèle que les valeurs mesurées pour les dattes enrobées et non enrobées ne présentent pas de différence significative entre la 1^{ère} semaine et la 2^{ème} semaine.

D'après ces résultats, on peut dire que la concentration des tanins des dattes est influencée par une multitude de facteurs, tels que la sensibilité des tanins à divers processus de dégradation (oxydation, lumière...) (Bessas et al, 2008).

5.7. Résultats de la détermination de l'indice de brunissement

Les résultats de la détermination de l'indice de brunissement est représenté dans la figure 37.

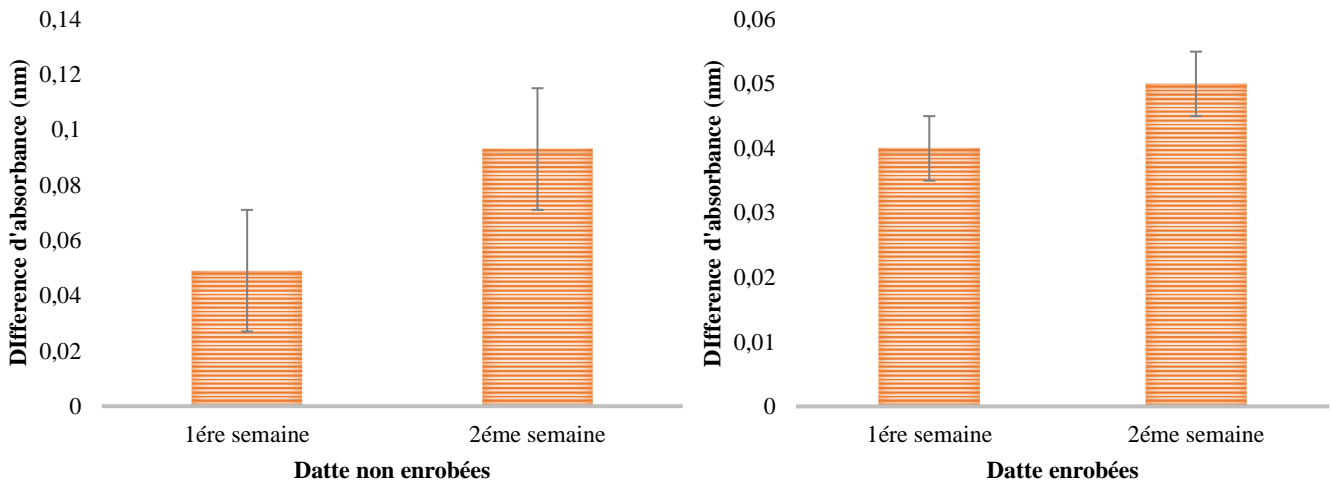


Figure 37. Représentation graphique des valeurs de l'indice de brun des dattes enrobées et des dattes non enrobées. Les barres d'erreur représentent l'écart type de 3 répétitions calculée à $\alpha = 0,05$

L'indice de brunissement des dattes enrobées est de 0,04 pour la 1^{ère} semaine. Pour la 2^{ème} semaine, il est de 0,05.

Pour les dattes non enrobées, l'indice de brunissement de la 1^{ère} semaine est de 0,049. Dans la 2^{ème} semaine, l'indice de brunissement est de 0,093.

Les résultats de l'indice de brunissement des dattes enrobées et non enrobées dans la 1^{ère} semaine est similaires avec les résultats de l'étude de Yahiaou et al, (2020).

Les résultats obtenus pour les dattes enrobées et non enrobées de la 1^{ère} semaine sont similaires mais il y a une différence importante dans les résultats de la 2^{ème} semaine. Pour les dattes non enrobées l'indice de brunissement est supérieure à l'indice de brunissement des dattes enrobées donc on peut dire que l'enrobage des dattes avec la solution du chitosane/aloe vera améliore la conservation des dattes.

Le brunissement du fruit est causé par l'oxydation enzymatique des polyphénols durant la maturation et la durée de stockage (Yahiaou et al, 2020).

Conclusion

Conclusion

Les dattes sont des fruits du palmier dattier (*Phoenix dactylifera*), qui présentent un grand potentiel commercial à l'échelle mondiale, les impacts quantitatifs et qualitatifs des altérations post-récolte sur les dattes imposent la recherche de méthodes appropriées pour leur conservation (Misbah et al, 2022).

La caractérisation des dattes molles en ce qui concerne les champignons après la récolte a été l'objet de cette étude, ainsi que l'essai de l'effet antifongique du chitosane et du gel d'Aloé vera sur ces champignons, en tant que moyen de biocontrôle alternatif des fongicides chimiques. Certains paramètres biométriques, physico-chimiques, biochimiques et microbiologiques ont également fait l'objet de cette étude pour évaluer l'efficacité d'enrobage des dattes molles sur leur conservation.

Les résultats obtenus par l'étude morphologique et biométrique nous ont permis de classer la variété de "Bent kbala" comme des dattes de bonne qualité morphologique. Les données biométriques sont de : 38,48 mm de longueur, 21,20 mm de largeur avec une masse de 13,32 g.

Le pH des dattes enrobées est entre 5,58 et 6,04. Pour les dattes non enrobées le pH varie de 4,38 à 6,15.

L'acidité titrable est entre 0,112% et 0,163% pour les dattes enrobées, et pour les dattes non enrobées elle varie de 0,097% et 0,198%.

La teneur en polyphénols totaux est de 10,43 mg EAG/g-7,35 mg EAG/g pour les dattes enrobées, et de 7,19 mg EAG/g-3,92 mg EAG/g pour les dattes non enrobées, le tanin condensés pour les dattes enrobées sont de 17,36 µg/ml- 19,66 µg/ml, et pour les dattes non enrobées sont de 19,12 µg/ml- 25,13.

L'activité antioxydante variée entre 73,97%- 63,62% pour les dattes enrobées, pour les dattes non enrobées est entre 43,44%-31,51%.

L'indice de brunissement pour les dattes enrobées est entre 0,04 - 0,05. Pour les dattes non enrobées est entre 0,049 - 0,093.

Pour les résultats des sucres réducteurs et sucres totaux, ils sont respectivement de 20,44 g/l- 15,14 g/l pour les dattes enrobées, et de 19,34 g/l- 11,90g/l et de 80%-78% pour les dattes enrobées. Pour les dattes non enrobées et entre 80%- 66%.

Les tests d'antagonismes et l'inoculation de dattes enrobées avec le chitosane combiné avec le gel d'aloé vera montre qu'il y a un effet du chitosane avec le gel d'aloé vera sur l'inhibition de la croissance d'*Aspergillus niger*.

L'utilisation du chitosane et du gel d'aloé véra a montré des résultats efficaces sur la croissance fongique en culture. Ces résultats sont comparables avec les résultats des fongicides chimiques. Il est recommandé d'adopter des alternatives naturelles qui autant efficaces comme les fongicides chimiques.

Références bibliographiques

- Aberlanc-Bertossi, F. (2017). Biotechnologies du palmier dattier. IRD Edition.
- Acourene S., Buelguedj M., Tama M., Taleb B., (2001). Caractérisation, évaluation de la qualité de la datte et identification des cultivars rares de palmier dattier de la région des Zibans. Recherche Agronomique, N° 8. Ed. INRAA, 19-39
- Acourene S., Djafri K.,¹, Benchabane A., Tama M., and Taleb B., (2014). Dates Quality Assessment of the Main Date Palm Cultivars Grown in Algeria. Annual Research & Review in Biology, 488p.
- Aljawish A., (2013). Fonctionnalisation enzymatique du chitosane par des composés phénoliques : évaluation des propriétés biologiques et physico-chimiques de ces nouveaux biopolymères. Thèse de doctorat, 46-47.
- 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>
- Amziane, L. (2016, March). La datte algérienne : un produit du terroir de qualité mais faiblement valorisé. In CIST2016-En quête de territoire (s) ? ,23-28.
- Belaroussi M.E., (2019). Etude de la production du palmier dattier (Phoenix dactylifera L.) variété Deglet Nour : cas des régions de Oued Mya et Oued Righ, Thèse de Doctorat. 12- 15.
- Belbahi, A. (2015). Étude et modélisation d'un traitement thermique suivi d'un conditionnement (température, aw et CO₂) pour la maîtrise de la flore fongique d'altération des dattes à humidité intermédiaire. Thèse de doctorat,
- Ben cheikh, A., Les Champignons Accompagnés De L'embryon Du Palmier Dattier, 2011 Mémoire de fin d'étude, page 13
- Boizot, N., & Charpentier, J.-P. (2006). Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre forestier. Le Cahier Technique de l'Inra.
- Boughaba, N., et Lakehal, C. (2021). Caractérisation morpho-biométrique, physico-chimique et biochimique des dattes de quelques variétés communes De palmier dattier (Cas de la région de Touggourt).
- Carlos Garrido, F.J., Fernández-Acero, María Carbú, V.E., González-Rodríguez, Eva Liñeiro, and Jesús M. Molecular Microbiology Applied to the Study of Phytopathogenic Fungi Cantoral Microbiology Laboratory, Faculty of Marine and Environmental Sciences University of Cádiz, Puerto Real Spain 201

- Champion, R., (1997). Identifier les champignons transmis par les semences. Edition INRA. Paris, p 18-19.
- Cherif, S., (2022). 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. Thèse de doctorat, 51p.
- Dewi, R., et Nur, R. M. (2017). Antifungal Activity of Chitosan on *Aspergillus* spp. *International Journal of Bioengineering & Biotechnology*, 2(4).
- Dieng, S. I. M., Fall, A. D., Diatta-Badji, K., Sarr, A., Sene, M., Sene, M., Mbaye, A., Diatta, W., & Bassene, E. (2017). Evaluation de l'activité antioxydante des extraits hydro-ethanoliques des feuilles et écorces de *Piliostigma thonningii* Schumach. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 11(2). <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v11i2.19>
- Sané, D. (2013). La culture du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) au sahel Approche méthodologique pour la multiplication par embryogénèse somatique des cultivars d'intérêt, paf (presses Académiques Francophones), 12-14.
- Doukani, K., et Tabak, S. (2015). Profil Physicochimique du fruit "Lendj" (*Arbutus unedo* L.). Pages, 53.
- Benyagoub E., Boulenouar, N., et Cheriti, A., (2011). Palmier dattier et ethnonutrition au sud-ouest Algérien : Analyse d'extrait de datte «Robb». *PhytoChem & BioSub Journal*, 1–37.
- El Hadrami, I., El Bellaj, M., El Idrissi, A., J'Aiti, F., El Jaafari, S., Daayf, F., (1998). Biotechnologies végétales et amélioration du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.), pivot de l'agriculture oasienne marocaine. *Cahiers Agricultures*. 463 p.
- Lakhdari, F., Roumani, M., Nia, B., Bensalah, M.K., Bencheikh, A., Benguega, Z., Dakhia, N., et Benaziza A., Réseau de veille phénologique et changements climatiques en milieu oasien 2016 France, 16p.
- Ghnimi S, Syed, U., et Azharul Kamal-Eldin, A. (2017). Date fruit (*Phoenix dactylifera* L.): An underutilized food seeking industrial valorization. *NFS Journal*, (page 1).
- Gourchala, F., (2015). Caractérisation physicochimique, phytochimique et biochimique de cinq variétés de dattes d'Algérie, *Phoenix dactylifera* L. (Deglet noor, Ghars, H'mira, Tamesrit et Tinissine). Effets de leur ingestion sur certains paramètres biologiques (Glycémie, profil lipidique, index glycémique et pression artérielle).

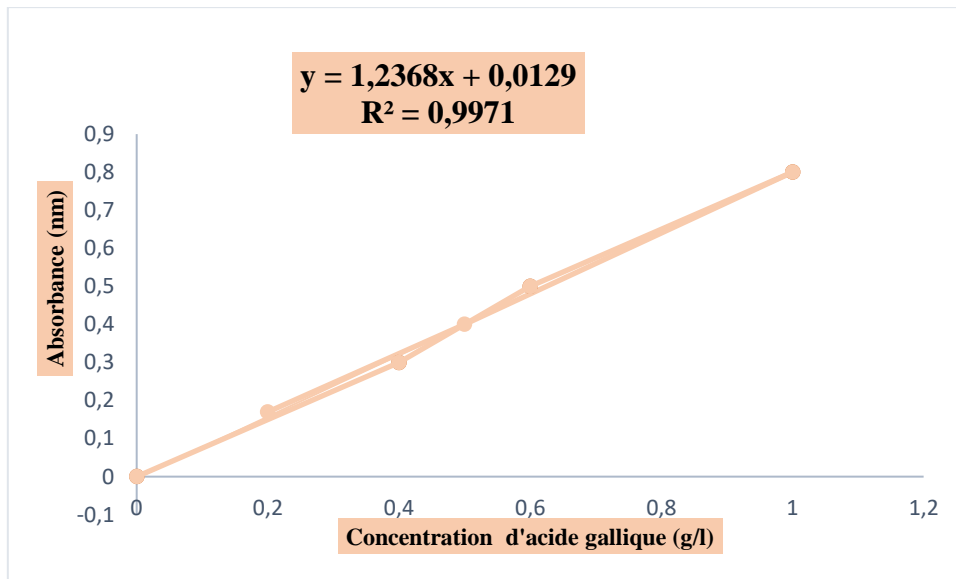
- IPGRI: International Plant Genetic Resources Institute., (2005). « Descripteurs de palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) ». 42p
- Irsst, Méthode analytique 368, Dénombrement des bactéries et moisissures cultivables de l'air prélevées sur filtre de polycarbonate, 2011, 4p.
- Kazouai, K. (2023). Caractérisation microbiologique des datte molles de la région de Laghouat : aspects qualitatifs et aptitude à la conservation. Mémoire de master, Université Amar Telidji-Laghoua, 1-44p.
- Cheikhi, L., Bouallala, M., Boufeldja, W., Iddou, A. (2019). Caractéristiques physico-chimiques et biochimiques de quelques variétés de dattes consommées dans la région d'aboule (ADRAR), *African Review of Science, Technology and Development* V 04, N.01, 34 p
- Maan, A. A., Reiad Ahmed, Z. F., Iqbal Khan, M. K., Riaz, A., & Nazir, A. (2021). Aloe vera gel, an excellent base material for edible films and coatings. In *Trends in Food Science and Technology* (Vol. 116). 334-335p.
- Makhlof, R., et Hammoud, S., (2012). Contribution à l'étude des champignons phytopathogènes du palmier dattier Thèse de Master, 6p
- Martínez-Sánchez, A., López-Cañavate, M. E., Guirao-Martínez, J., Roca, M. J., & Aguayo, E. (2020). Aloe vera flowers, a byproduct with great potential and wide application, depending on maturity stage. *Foods*, 9(11).
- Martínez-Sánchez, A., López-Cañavate, M. E., Guirao-Martínez, J., Roca, M. J., & Aguayo, E. (2020). Aloe vera flowers, a byproduct with great potential and wide application, depending on maturity stage. *Foods*, 9(11).
- 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, page 31.
- Mimouni y., Bayoussef z., et Siboukeur o., (2021). Caractérisation diététique de six cultivars de dattes de faible valeur marchande du sud est algérien. *Revue des bioressources*, 44p.
- Misbah, A., Essarioui, A., et Noutfia, Y., (2022). *African and Mediterranean Agricultural journal - al awamia*. Technologies post-récolte pour la préservation de la qualité des dattes durant le stockage, 44 p

- Munier P., (1981). Origine de la culture du palmier – dattier et sa propagation en Afrique. Notes historiques sur les principales palmeraies africaines AFRIQUE Notes historiques sur les principales palmeraies africaines
- Nabigol, A., et Asghari, A. (2013). Antifungal activity of Aloe vera gel on quality of minimally processed pomegranate arils. *International Journal of Agronomy and Plant Production*, 4(4).
- Oudrane, K. (2019). Valorisation des déchets de datte (production du vinaigre). Mémoire de master, Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem, 64p.
- Prescott, L. M., Willey, J. M., Sherwood, L. M., & Woolverton, C. J. (2018). *Microbiologie*. De Boeck Supérieur.
- 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): 297p.
- Sarbon, N. M., Sandanamsamy, S., Kamaruzaman, S. F. S., & Ahmad, F. (2015). Chitosan extracted from mud crab (*Scylla olivacea*) shells: Physicochemical and antioxidant properties. *Journal of Food Science and Technology*, 52(7). <https://doi.org/10.1007/s13197-014-1522-4>
- Sayah, Z. (2018). Caractéristiques physico-chimiques et biochimiques et activités biologiques de quelques dattes sèches, molles et demi-molles de la cuvette de Ouargla au stade Routab et Tmar, Thèse de doctorat Sciences. 17p.
- Sayah, Z., Ould El Hadj, M.D., (2010). Etude comparative des caractéristiques physico-chimique et biochimiques des dattes de la cuvette d’Ouargla. *Annales des Sciences et Technologie* Vol. 2, N° 1, 90 p.
- Sempere-Ferre, F., Giménez-Santamarina, S., Roselló, J., & Santamarina, M. P. (2022). Antifungal in vitro potential of Aloe vera gel as postharvest treatment to maintain blueberry quality during storage. *LWT*, 163. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113512>
- Shah, S., et Hashmi, M. S. (2020). Chitosan–aloe vera gel coating delays postharvest decay of mango fruit. *Horticulture Environment and Biotechnology*, 61(2). <https://doi.org/10.1007/s13580-019-00224-7>
- Shah, S., Hashmi, M.S. (2020). Chitosan–aloe vera gel coating delays postharvest decay of mango fruit. *Hortic. Environ. Biotechnol.* **61**, 3P

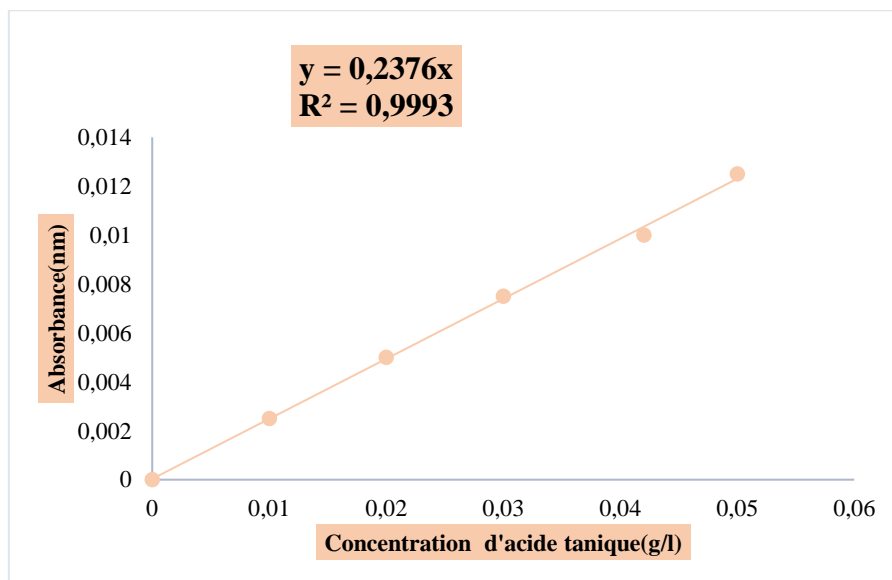
- Spadaro, D. (2011). Biological control of postharvest diseases of fruits and vegetable. Agricultural Sciences, Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS), Developed under the Auspices of the UNESCO. Eolss Publishers, Oxford. London,461-474.
- Tayel, A. A., Moussa, S., El-Tras, W. F., Knittel, D., Opwis, K., & Schollmeyer, E. (2010). Anticandidal action of fungal chitosan against *Candida albicans*. International Journal of Biological Macromolecules, 47(4). <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2010.06.011>
- Truong, O., Hausler, R., Monette, F., et Niquette, P., (2007). Valorisation des résidus industriels de pêches pour la transformation de chitosane par technique hydrothermo-chimique, Revue des Sciences de l'Eau, 20(3), 253- 254.
- Udoh, I. P., Eleazar, C. I., Ogenh, B. O., et Ohanu, M. E. (2015). Studies on fungi responsible for the spoilage/deterioration of some edible fruits and vegetables. Advances in microbiology, 5(04), 285.
- Yahiaoui K., Bouchenak, O., Arab, K., Benchabane, A. (2020). Evaluation du brunissement de la datte Deglet-Nour au cours de la maturation. REVUE AGRICULTURE, 10–19.
- Zapata, P. J., Navarro, D., Guillén, F., Castillo, S., Martínez-Romero, D., Valero, D., & Serrano, M. (2013). Characterisation of gels from different Aloe spp. as antifungal treatment: Potential crops for industrial applications. *Industrial Crops and Products*, 42, 223-230.
- Zemmouri, H. Utilisation du chitosane comme agent flocculant dans le traitement des eaux. (2008), Mémoire de Magister, Ecole nationale polytechnique, p33.

Annexes

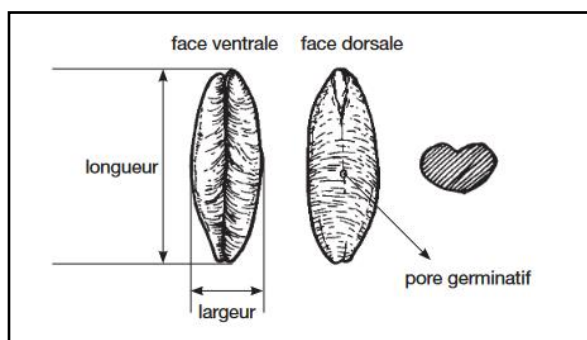
Annexe I : courbe d'étalonnage de l'acide gallique utilisé pour le dosage des polyphénols totaux.



Annex II : courbe d'étalonnage de l'acide tannique utilisé pour le dosage des tanins condensés.

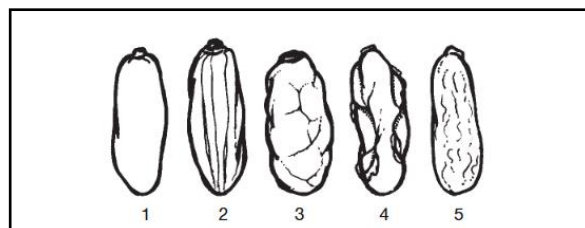


Annex III : descripteur de l'IPGRI (INRA, 2005)



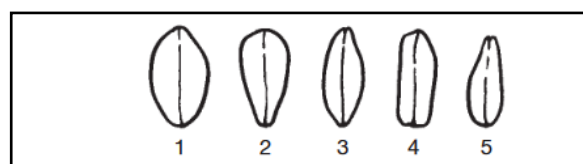
Longueur/largeur de la graine

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



Aspect de l'épicarpe du fruit

- | | |
|-------------------|-------------|
| 1 Ovoïde | Tantabucht |
| 2 Coniforme | Horra |
| 3 Fusiforme | Deglet Nour |
| 4 Sub cylindrique | Ghars |
| 5 Piriforme | |



Forme de la graine

Couleur de la graine

- 1 Grise
- 2 Beige
- 3 Marron

Texture de la chair

- 1 Fibreuse
- 2 Farineuse
- 3 Mielieuse

Goût et saveur de la datte

- 1 Insipide / sans goût
- 2 Acidulé
- 3 Apre
- 4 Réglisse
- 99 Autre (préciser dans le descripteur 6.9 Notes)

Arôme de la datte

- 0 Non (non parfumée)
- 1 Oui (parfumée)

Couleur du fruit au stade 'Tmar'

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