

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة غرداية

N° d'enregistrement

Université de Ghardaïa



كلية العلوم والتكنولوجيا

Faculté des Sciences et de la Technologie

قسم هندسة الطرائق

Département de génie des procédés

Mémoire de fin d'étude, en vue de l'obtention du diplôme

Master

Domaine : sciences et technologie

Filière : génie des procédés

Spécialité : génie chimique

Thème

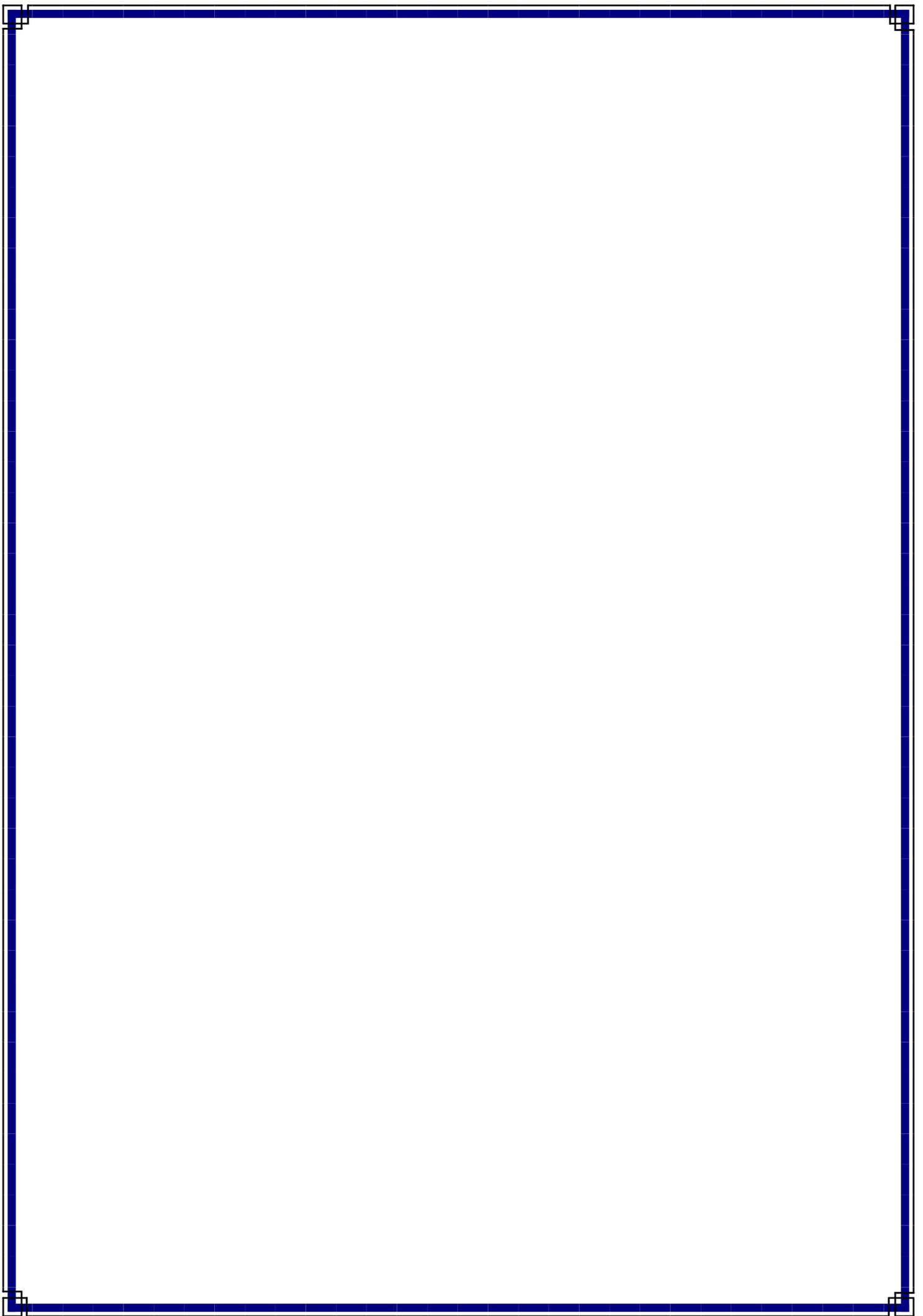
**Effet des conditions de stockage sur la dégradation de la
couleur des dattes deglat noir**

Présenté par : KASMI Abderrahmane & NOUACER Dalila

Le jury composé de :

Dr. TOUITI Farid	MCA	Université de Ghardaia	Président
M ^{me} . KHAZEN Souad	MAA	Université de Ghardaia	Encadrant
Dr. BENSEDDIK Abdelouahab	Directeur de Recherche	URAER – Ghardaia -	Examineur
Dr. BENTARFA Djehad	MCB	Université de Ghardaia	Examineur

Année universitaire 2024/2025



شكر وتقدير

قال الله تعالى في كتابة الكريم: {وَمَنْ يَشْكُرْ فَإِنَّمَا يَشْكُرُ لِنَفْسِهِ}

[سورة لقمان الآية 12]

وبعد فإننا نحمد الله عز وجل حمدًا كثير طيبًا يملأ السماوات والأرض ونشكره قبل أي شيء على ما أكرمنا به من إتمام هذه الدراسة وأرجو من الله أن تنفعنا في ديننا ودنيانا وننالوا بها رضا الله .

واهتداء بهدي النبي صلى الله عليه وسلم بقوله: {مَنْ لَمْ يَشْكُرِ النَّاسَ لَمْ يَشْكُرِ اللَّهَ}

«رواه الترمذي»

فمن هنا نعتزم الفرصة لكي نتقدم بجزيل الشكر و الامتنان إلى أولياء أمورنا و فخرنا بدعمهم المادي و المعنوي لنا طيلة مشوارنا الدراسي.

كما نتوجه بالشكر والامتنان لأستاذتنا الفاضلة «خازن سعاد» فقد كان لإشرافها

الفضل الكبير في انجاز هذه المذكرة متمنين لها التوفيق في مساعيها المستقبلية وجزاها الله عنا كل خير.

والشكر موصول لأعضاء لجنة المناقشة الكرام على تفضلهم بقبول مناقشة مذكرة

التخرج هذه . و لكل الأساتذة كل باسمه و كل بمقامه

شكرا لكل من ساهم في هذا العمل من قريب أو بعيد



الإهداء

أحمد الله تعالى حمدًا كثيرًا طيبًا مباركًا فيه، على ما من به علي من توفيق
وتيسير خلال فترة التربص، وعلى كل النعم التي لا تعد ولا تحصى، والتي
لولاها ما كان لهذا العمل أن يكتمل.

أتوجه بخالص الشكر والامتنان لوالدي العزيزين اللذين كانا دوما سندي
ودعمني في كل المراحل، وتحليا بالصبر والدعاء والمحبة طيلة سنوات
دراستي، وكانا ينتظران هذه اللحظة بفخر كبيره

كما أقدم جزيل الشكر لأستاذتي المشرفة في الجامعة، على ما قدمه لي من
توجيهات ونصائح قيمة ساعدتني على تنظيم عملي وتجاوز التحديات

ولا يفوتني أن أعبر عن امتناني الكبير للطاقم الإداري والمسيرين في مخبر
هندسة الطرائق وعلى رأسهم المؤطر المباشر على حسن الاستقبال
والتعامل، وعلى توفيرهم لظروف مهنية و مناسبة سمحت لي بخوض
تجربة عملية مفيدة.

وأخيرًا، أخص بالشكر زملائنا الأعزاء الذين تعرفنا عليهم خلال مسارنا
الجامعي، فكانو نعم الرفقاء والداعمين، وجعلنا من هذه السنوات تجربة
ملئية بالمودة والمشاركة

عبد الرحمان

2
0
2
5



Dédicace

Je dédicace ce travail

A mes parents la source de vie, d'amour et d'affection, Mama

♥ Zahra et Papa Salah

A mes chers frères source de joie et de bonheur soulaf,

♥ Amine, Israa, Inès, Asma

A toute ma famille source d'espoir et motivation

Dalila

2
0
2
5

Résumé

La présente étude a porté sur la variété *Deglat Nour*, dattes emblématique d'Algérie, en explorant ses caractéristiques botaniques, physico-chimiques, nutritionnelles et son aptitude à la conservation. Une revue détaillée des méthodes de stockage et des facteurs de dégradation a été accompagnée d'un volet expérimental portant sur l'analyse de la couleur, du pH, de la teneur en eau et des sucres. Les résultats ont montré l'impact direct des conditions de conservation sur la qualité du fruit. Cette recherche souligne l'importance d'une gestion post-récolte rigoureuse pour prolonger la durée de vie de *Deglat Nour* et préserver ses qualités fonctionnelles et nutritionnelles.

Mots-clés : *Deglat Nour*, dattes, qualité, conservation, altération post-récolte, analyse physico-chimique.

Abstract

This study focused on the *Deglat Nour* variety, Algeria's iconic date, exploring its botanical, physicochemical, and nutritional characteristics, as well as its shelf life. A detailed review of storage methods and deterioration factors was accompanied by an experimental component analyzing color, pH, water content, and sugars. The results demonstrated the direct impact of storage conditions on fruit quality. This research highlights the importance of rigorous postharvest management to extend the shelf life of *Deglat Nour* and preserve its functional and nutritional qualities.

Keywords: *Deglat Nour*, dates, quality, shelf life, postharvest deterioration, physicochemical analysis.

ملخص

ركزت هذه الدراسة على صنف دقلة نور، وهو التمر الأشهر في الجزائر، حيث استكشفت خصائصه النباتية والفيزيائية والغذائية، بالإضافة إلى مدة صلاحيته. ورافقت مراجعة مفصلة لطرق التخزين وعوامل التلف، تحليل تجريبي للون، ودرجة الحموضة، ومحتوى الماء، والسكريات. وأظهرت النتائج التأثير المباشر لظروف التخزين على جودة الثمار. ويسلط هذا البحث الضوء على أهمية الإدارة الدقيقة لما بعد الحصاد لإطالة مدة صلاحية دقلة نور والحفاظ على خصائصها الوظيفية والغذائية.

الكلمات المفتاحية: دقلة نور، التمور، الجودة، مدة الصلاحية، التلف ما بعد الحصاد، التحليل الفيزيائي والكيميائي.

LISTE DES FIGURES

Chapitre I

Figure I.1 : Les pays producteurs de dattes	6
Figure I 2: Schéma d'un palmier dattier	8
Figure I 3: Stades de développement et maturation des dattes	9
Figure I 4: Classification des dattes	12

Chapitre II

Figure II-1: Facteurs chimiques	36
Figure II-2: <i>Réaction general des polyphénols oxydases</i>	36
Figure II-3: Réaction Maillard.....	38

Chapitre III

Figure III-1: Pesée des dattes.....	45
Figure III-2: Partitionnement et stockage	45
Figure III-3: Broyer de datte.....	46
Figure III-4: Filtration de solution.....	46
Figure III-5: Solution obtenir.....	47
Figure III-6: Appareil UV/visible	47
Figure III-7: Broyer de datte.....	48
Figure II-8: pH mètre	48
Figure III-9: Avant et après séchage 7 heures	49
Figure III-10: Prise d'essai	50
Figure III-11: Défécation des dattes.	51
Figure III-12: filtration et récupération de la solution principale	51
Figure III-13: Réchauffement de la solution.....	52
Figure III-14: Obtention de précipité d'oxyde cuivreux.....	52
Figure III-15: Filtration sous vide de l'oxyde cuivreux	53
Figure III-16: Dosage du Cu ₂ O isolé par manganimétrie	53

LISTE DES TABLEAUX

Chapitre I

Tableau I-1: Composition biochimique de dattes	14
Tableau I-2: Enzymes des dattes	16
Tableau I-3: Températures et temps de conservation de Deglat-Nour	29
Tableau I-4: Définition des attributs de la datte de bonne qualité selon les préférences des consommateurs	18

Chapitre II

Tableau II-1: Critters d'évaluation qualitative des dattes.....	40
--	----

Chapitre IV

Tableau IV-1: Résultats l'échantillon initial	57
Tableau IV-2: Résultats Test de la couleur entré (A) et (B)	58
Tableau IV-3: Test de l' humidité entre (A) et (B).....	58
Tableau IV-4 : Résultats Teste de PH	59
Tableau IV-5: Résultats TESTE DE LA Coleure	60
Tableau IV-6 : Résultats de PH entré (D) et (E)	60
Tableau IV-7: Résultats de humidité entré (D) et (E)	61
Tableau IV-8: Résultats teste de sucre entre (e) et (d)	61
Tableau IV-9 : Evolution de couleur en fonctions du temps	62
Tableau IV-10: Les tests organoleptiques pour chaque échantillon	63
Tableau IV-11: Les tests organoleptiques pour chaque échantillon après 1 mois	63
Tableau IV-12: Les tests organoleptiques pour chaque échantillon après 2 mois	64

LISTE DES ABREVIATIONS

LISTE DES ABREVIATIONS

Aw / aw	Activité de l'eau
RH / HR / φ	Humidité relative
Ha	Humidité absolue
%H	Pourcentage d'humidité (teneur en eau)
w	Teneur en eau
Ph	Poids du matériau humide
Ps	Poids du matériau sec
x	Humidité absolue (formule)
W	Quantité d'eau dans un matériau
EAM	Emballage sous atmosphère modifiée
ph	Potentiel Hydrogène (mesure acidité/alcalinité)
SR	Sucre Réducteur
SNR	Sucre Non Réducteur
UV / UV-visible	Spectrophotométrie Ultraviolet / Visible
ph-mètre	Instrument de mesure du ph
ΔE	Distance colorimétrique (écart global de couleur)
DN	Deglat Nour (variété de dattes)
R ²	Coefficient de détermination (qualité du modèle statistique)

SOMMAIRE

Remerciement**Dédicaces****Résumé****Listes des figures****Liste des tableaux****Liste des abréviations**

Introduction Générale	1
-----------------------------	---

Chapitre I : Généralité sur les dattes

I.1. Introduction	4
I.2. Origine et répartition géographique	4
I.2.1 Deglat Nour	4
I.2.2 Production des dattes	5
I.2.2.1 Dans le monde.....	5
I.2.2.2 En Algérie	6
I.2.3 Rôle et valorisation intégrale du palmier dattier	6
I.3. Description botanique de la variété Deglat Nour	7
I.3.1. Palmier dattier	7
I.3.2 Taille et poids des dattes.....	8
I.3.3 Développement et maturation des dattes	8
I.3.3.1 Stade I «Hababouk» ou «Loulou» :	9
I.3.3.2 Stade II «Kimri» :	10
I.3.3.3 Stade III « Khalal »	10
I.3.3.4 Stade IV «Routab» ou «Martouba»	11
I.3.3.5 Stade V « Tmar » :	11
I.3.4 La consistance des dattes après la maturation	11
I.3.5 Classification des dattes	11
I.4. Composition physico-chimique de Deglat Nour	12
I.4.1 Composition de la datte	12
I.4.2 Composition biochimique	13
I.4.2.1 Les sucres.....	13
I.4.2.2 Les fibres.....	13

I.4.2.3 Teneur en eau.....	13
I.4.2.4 Protéines et acides aminés	13
I.4.2.5 Eléments minéraux.....	14
I.4.2.6 Vitamines	14
I.4.2.7 Enzymes.....	15
I.4.3 Les composés bioactif des dattes	16
I.4.4 Les composés phénoliques ou polyphénols.....	16
I.4.5 Composition phytochimiques de datte	16
I.5. Qualités organoleptiques et critères de commercialisation	17
I.5.1 Qualité organoleptique des dattes.....	17
I.5.2 Critères de l'acceptabilité de la datte par le consommateur	18
I.5.3 Processus de tri et de conditionnement	19
I.5.4 Conditionnement des dattes.....	20
I.5.5 Critères de qualité de production.....	21
I.5.6 Facteurs et mécanismes du brunissement de la datte DeglatNour	21
I.6 Valeur nutritionnelle et intérêt pour la santé.....	21
I.6.1 Apport énergétique rapide et métabolisme glucidique	21
I.6.2 Fibres alimentaires et modulation de la glycémie	22
I.6.3 Rôle des minéraux essentiels	22
I.6.4 Vitamines du complexe B et soutien métabolique	22
I.6.6 Propriétés antioxydantes et protection cellulaire.....	23
I.6.8 Impact sur la santé osseuse.....	23
I.6.9 Effets anti-inflammatoires et immunomodulateurs	23
I.6.10 Utilisation traditionnelle et intérêt fonctionnel.....	23
I.7. Sensibilité aux altérations post-récolte.....	24
I.7.1 Problématiques liées à la conservation des dattes	24
I.7.2 Facteurs influence sur l'infection des fruites	24
I.7.2.1 Humidité	24
A Humidité absolue.....	24
B Humidité relative	25
I.7.2.2Température	25
I.7.2.3 Teneur en eau.....	25
I.7.2.4 Mesure de couleur.....	25
I.7.2.5 Teneurs en sucres	26
I.8 Techniques de conservation	26

I.8.1 Méthodes traditionnelles et industrielles	26
I.8.1.1 Méthodes artisanales	26
I.8.1.2 Méthodes industrielles	27
I.8.1.3 Traitements des dattes par micro-ondes.....	27
I.8.2 Techniques avancées	27
I.8.2.1 Emballage sous atmosphère modifiée ou sous vide.....	27
I.8.2.2 Emballage sous Atmosphère Modifiée	27
I.8.3 Techniques de conservation par le froid.....	28
I.8.3.1 Surgélation	28
I.8.4 Conditionnement et stockage	28
I.8.5 La température et le temps de conservation	29
I.8.6 Préservation des dattes stockées	30
I.8.6.1 Impact de la Thermisation et de l'Emballage sous Atmosphre Modifiée.....	30
I.9 Conclusion.....	31
 Chapitre II : la dégradation d'un produit alimentaire 	
II.1 Introduction :	33
II.2 Définition de la dégradation alimentaire :	33
II.3 Importance de comprendre la dégradation des produits alimentaires (santé, sécurité, conservation, etc.). Sur le plan de la santé :	33
II.3.1 Sur le plan de la sécurité :	33
II.3.2 Sur le plan de la conservation :	34
II.4 Les causes de la dégradation des produits alimentaires :	34
II.4.1 Factures biologiques :	34
II.4.2 Facteurs chimiques :	35
II.4.2.1 Brunissement non enzymatique.....	36
II.4.3 Facteurs physiques :	38
II.5 L'effet de la dégradation sur la qualité des dattes Deglat Nour	38
II.6 Méthodes des protections contre la dégradation des produits alimentaires.....	39
II.7 Evaluation générale de la qualité de la date.....	40
II.8 Conclusion	41
 Chapitre III : Matériel et méthodes 	
III.1 Matériel et méthodes :	43
III.1.1 Matériel biologique.....	43
III.1.2 Dispositif expérimental.....	43
III.1.3 Mise en œuvre des conditions de stockage.....	44

III.1.4 Analyses de la qualité des dattes.....	44
III.1.4.1 Test de la couleur	46
III.1.4.2 Détermination du pH	48
III.1.4.3 Détermination de la teneur en eau :	49
III.1.4.4 Analyses chimiques (dosage des sucres)	50
III.5 Conclusion.....	55

Chapitre IV : Résultats et discussion

IV.1 Introduction	57
IV.2 Testes sur l'échantillon initial :.....	57
IV.3 L'effet de température :	58
IV.3.1 Test de la couleur.....	58
IV.3.2 Test de l'humidité.....	58
IV.3.3 Teste de ph.....	59
IV.4 Effet de l'oxygène.....	59
IV.4.1 Teste de la couleur.....	60
IV.4.2 ph	60
IV.4.3 Humidité	61
IV.4.4 Teste de sucre	61
IV.5 Evolution de couleur en fonction du temps :.....	62
IV.6 Les tests organoleptiques des dattes.....	63
IV .6 Conclusion.....	65
Conclusion Générale :	67

BIBLIOGRAPHIE

ANEXS

Introduction

Général

Introduction Générale

Les dattes représentent un produit stratégique dans de nombreux pays arides et semi-arides, notamment dans les régions d'Afrique du Nord et du Moyen-Orient sont également de grands producteurs des variétés Medjool et DeglatNour.

La palmeraie algérienne est principalement située dans la région sud-est du pays. Elle s'étend sur une superficie de 128 800 hectares, abritant environ 14 605 030 palmiers, dont 9 641 680 sont productifs, représentant ainsi 66 % du total. La production annuelle est estimée à 492 217 tonnes, dont 244 636 tonnes (50 %) de dattes demi-molles (DeglatNour), 164 453 tonnes (33 %) de dattes sèches (Degla Beida et variétés similaires) et 83 128 tonnes (17 %) de dattes molles [1].

Parmi les différentes variétés, Deglat Nour est l'une des plus prisées à l'échelle internationale en raison de sa texture semi-molle, sa richesse en sucres simples, sa couleur dorée à translucide, et ses qualités gustatives supérieures. Reconnue comme la « reine des dattes », cette variété est principalement cultivée en Algérie et en Tunisie, où elle constitue un pilier de l'économie locale [2].

Cependant, une problématique majeure affecte la qualité marchande de cette variété : la dégradation de la couleur au cours du stockage. En effet, la couleur est l'un des premiers critères de jugement du consommateur, et toute altération – notamment le brunissement – peut nuire à l'attrait visuel du produit, même si les qualités nutritionnelles demeurent intactes [3]. Ce brunissement, souvent perçu comme un signe de vieillissement ou de mauvaise conservation, constitue donc un obstacle à la commercialisation prolongée des dattes sur les marchés locaux et internationaux.

Les changements de couleur qui surviennent durant le stockage sont étroitement liés à des phénomènes biochimiques tels que les réactions de Maillard, l'oxydation enzymatique et non enzymatique, ainsi que la caramélisation. Ces réactions sont fortement influencées par divers paramètres de conservation, notamment la température, la présence d'oxygène, l'humidité relative, et la durée de stockage [1]. À titre d'exemple, une température élevée ou une exposition prolongée à l'air ambiant peut accélérer l'activité enzymatique et favoriser la production de composés bruns résultant de l'oxydation des phénols

De nombreuses études ont démontré que des conditions de stockage optimisées, comme l'utilisation d'atmosphères modifiées, le stockage sous vide, ou encore la réfrigération, peuvent limiter ces phénomènes de dégradation [4]. D'autres recherches récentes ont exploré le rôle potentiel des antioxydants naturels et des huiles essentielles dans la protection des dattes contre l'oxydation, ouvrant ainsi de nouvelles pistes pour une conservation plus respectueuse de l'environnement et de la santé du consommateur [5].

Cette étude vise à explorer l'effet des différentes conditions de stockage, telles que la température, l'humidité et la durée de stockage, sur la dégradation de la couleur des dattes "DeglatNour". En analysant ces facteurs, nous cherchons à formuler des recommandations pour améliorer les méthodes de stockage des dattes, garantissant ainsi la préservation de leur qualité et de leur apparence pendant une période plus longue.

Les résultats de cette étude contribueront à renforcer les connaissances scientifiques sur la manière de maintenir la qualité des dattes, ce qui sera bénéfique tant pour les producteurs que pour les consommateurs.

Sur la base de ce qui précède, cette étude s'articule autour de deux volets complémentaires :

- Volet théorique : Il comprend deux chapitres essentiels :

Le premier chapitre présente un aperçu global sur la variété Deglat Nour, en mettant en évidence son origine, ses caractéristiques botaniques, sa composition physico-chimique, ses qualités organoleptiques, sa valeur nutritionnelle et les différents facteurs influençant sa conservation post-récolte.

Le deuxième chapitre est dédié à l'étude des phénomènes de dégradation alimentaire, notamment ceux affectant les dattes pendant le stockage. Il aborde les causes biologiques, chimiques et physiques de la dégradation, et discute leurs effets sur la qualité visuelle et nutritionnelle des dattes Deglat Nour.

- Volet expérimental : Il se compose également de deux chapitres :

Le troisième chapitre expose le matériel et la méthodologie utilisés pour mener l'étude. Il décrit les conditions de stockage appliquées, ainsi que les différentes analyses menées (couleur, pH, humidité, sucres...).

Le quatrième chapitre présente et discute les résultats obtenus à partir des tests expérimentaux et organoleptiques. Il met en lumière l'impact des variables environnementales (température, oxygène, durée de stockage...) sur la dégradation de la couleur, et propose des recommandations pratiques pour une meilleure conservation de la datte Deglat Nour.

Chapitre I

Généralité sur les datte

I.1. Introduction

Depuis des temps immémoriaux, la datte constitue un aliment essentiel aussi bien pour l'homme que pour les animaux. Elle représente une source nutritionnelle précieuse, riche à la fois en énergie et en nutriments. La production mondiale de dattes dépasse 58 millions de tonnes, plaçant ainsi l'Algérie au 4^e rang des principaux pays producteurs. Toutefois, environ 30% de cette production correspond à des variétés communes de faible valeur commerciale, principalement destinées à l'alimentation du bétail. Les dattes se distinguent par leur teneur élevée en sucres et en minéraux, faisant d'elles une source énergétique particulièrement concentrée. Même les variétés sèches constituent un véritable concentré calorique, contenant plus de 50 % de sucres par rapport à la matière sèche [6].

Parmi les nombreuses variétés cultivées à travers le monde, la Deglat Nour se distingue par sa qualité supérieure et son aspect translucide caractéristique. Réputée pour son goût délicat, sa texture moelleuse et sa richesse en sucres simples, elle est souvent qualifiée de « reine des dattes ». Produite principalement en Algérie et en Tunisie, elle bénéficie d'une reconnaissance internationale et constitue un produit d'exportation stratégique. Cette variété joue un rôle fondamental dans le développement socio-économique des oasis, en assurant des revenus stables aux producteurs et en contribuant à la sécurité alimentaire locale [7].

Ce chapitre a pour objectif de présenter les caractéristiques principales de la variété Deglat Nour, en mettant l'accent sur son origine, ses propriétés physico-chimiques, ses qualités organoleptiques, ainsi que sa sensibilité aux altérations post-récolte.

I.2. Origine et répartition géographique

I.2.1 Deglat Nour

Cette variété se distingue comme une référence commerciale de premier choix, grâce à sa richesse en composants et à ses qualités exceptionnelles. Elle est considérée comme l'une des meilleures dattes, en raison de son aspect attrayant, de sa texture onctueuse et de sa saveur délicate [8].

Son rendement est estimé entre 150 et 200 kg par arbre. Une particularité majeure de cette variété est sa maturation progressive au sein d'un même régime, ce qui permet de la classer en plusieurs catégories : dattes extra, dattes standards et dattes marchandes [9].

La DeglatNour (littéralement “doigt de lumière”) est le cultivar de dattier le plus répandu dans les palmeraies du Sud-Est algérien. Ses dattes, à la texture demi-molle, sont particulièrement appréciées pour leur goût exceptionnel. Elles présentent une forme allongée, allant de fuselée à ovoïde, et sont considérées comme un produit d’exportation de premier choix, souvent commercialisé à des prix relativement élevés. Cette variété se distingue par une maturation tardive et étalée, s’étendant sur plusieurs semaines. Les dattes DeglatNour de bonne qualité marchande pèsent en moyenne 10 g, dont environ 90 % de chair et 10 % de noyau. Elles contiennent environ 95 % de sucres totaux sur poids frais [10].

Ces composés phénoliques présentent un grand intérêt en raison de leurs activités biologiques, confirmées par plusieurs études. Toutefois, ils sont sensibles à l’oxydation, entraînant un brunissement enzymatique qui altère les propriétés organoleptiques du fruit et réduit ainsi son attrait pour le consommateur. Bien que le brunissement soit souhaitable au cours du développement du fruit, sa poursuite après la maturation et la récolte provoque des détériorations et des pertes [11].

Le brunissement post-récolte des fruits et légumes est principalement attribué à l’oxydation des composés phénoliques par la polyphénoloxydase (PPO) et/ou la peroxydase (POD). Le brunissement enzymatique résulte de l’oxydation, par la PPO, des composés phénoliques en quinones, qui se polymérisent ensuite pour former des pigments de mélanine.

I.2.2 Production des dattes

I.2.2.1 Dans le monde

La production mondiale de dattes atteint environ 7 millions de tonnes par an, ayant plus que doublé depuis les années 1980. Ce fruit se classe au cinquième rang des plus produits dans les régions arides et semi-arides.

Selon l’Organisation des Nations Unies pour l’alimentation et l’agriculture, le marché des dattes est largement dominé par les pays arabes. L’Algérie figure parmi les principaux producteurs mondiaux, consolidant ainsi son rôle dans cette filière agricole [12].

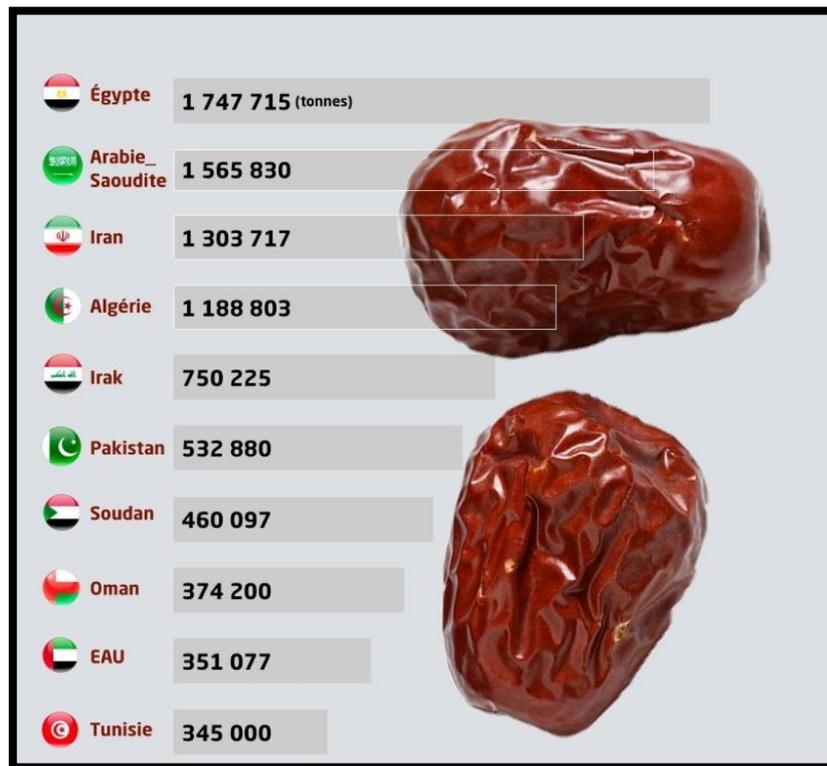


Figure I 1: Les pays producteurs de dattes [12].

I.2.2.2 En Algérie

L'Algérie possède un vaste potentiel de production de dattes, se positionnant au 4^e rang mondial et étant reconnue pour la qualité exceptionnelle de sa variété emblématique, la « DeglatNour ». Selon les statistiques récentes, le pays compte environ 164 000 hectares de palmeraies, avec plus de 18 millions de palmiers dattiers, générant une production annuelle d'environ 790 000 tonnes, toutes variétés confondues. La wilaya de Biskra se distingue comme la principale région phoenicicole du pays, représentant 25,6 % de la superficie totale, 23,1 % du nombre total de palmiers et contribuant à hauteur de 37 % à la production nationale de dattes [12].

I.2.3 Rôle et valorisation intégrale du palmier dattier

Le palmier dattier, célébré depuis l'Antiquité pour sa beauté mais surtout pour ses multiples usages, constitue la structure essentielle des oasis. Il joue un rôle écologique fondamental en créant, au cœur des étendues désertiques, un microclimat favorable au développement de la vie végétale, animale et humaine. Toutes les parties de cet arbre sont valorisables :

- Son fruit, la datté, possède une grande valeur diététique. Elle représente à la fois un aliment de base pour les populations et les animaux, ainsi qu'un moyen d'échange économique dans de nombreuses régions où le palmier constitue la principale, voire l'unique, ressource de subsistance.
- Les folioles, les noyaux, ainsi que les dattes de qualité inférieure, sont utilisés comme alimentation pour les animaux domestiques (dromadaires, chèvres, moutons, ânes, etc.).
- Le bois du stipe, les nervures centrales et le pétiole des palmes servent quant à eux de matériaux pour la construction [13].

La palmeraie algérienne est principalement située dans la région sud-est du pays. Elle s'étend sur une superficie de 128 800 hectares, abritant environ 14 605 030 palmiers, dont 9 641 680 sont productifs, représentant ainsi 66 % du total. La production annuelle est estimée à 492 217 tonnes, dont 244 636 tonnes (50 %) de dattes demi-molles (Deglat Nour), 164 453 tonnes (33 %) de dattes sèches (Degla Beida et variétés similaires) et 83 128 tonnes (17 %) de dattes molles [14].

I.3. Description botanique de la variété Deglat Nour

I.3.1. Palmier dattier

Le palmier dattier est une plante monocotylédone appartenant à la famille des Arécacées et à la sous-famille des coryphoideae. Il peut croître de manière isolée ou en touffes issues d'un même système racinaire. Son stipe massif est formé de bases foliaires marquées par la présence d'épines et surmonté de longues feuilles pennées appelées frondes. De croissance lente, cet arbre peut atteindre jusqu'à 30 mètres de hauteur et vivre près d'un siècle s'il bénéficie de conditions culturelles favorables. Le dattier est une espèce dioïque, ce qui signifie que les fleurs mâles et femelles se trouvent sur des individus distincts. Ses fruits, appelés dattes, sont de forme ovale et poussent en grappes [15].

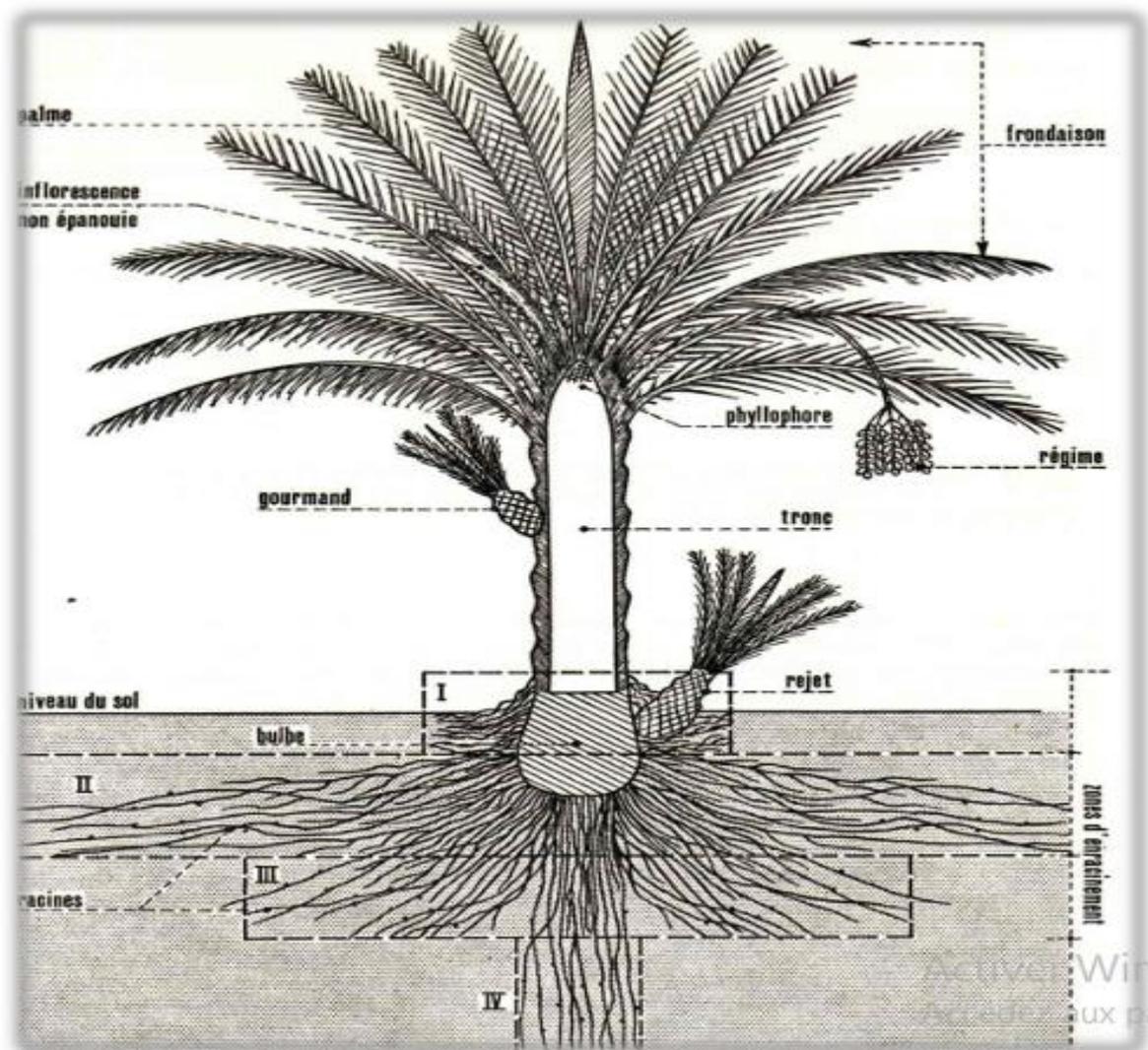


Figure I.2: Schéma d'un palmier dattier [15]

I.3.2 Taille et poids des dattes

- La longueur moyenne des fruits, pour 179 cultivars, varie entre **2,5 cm** et **6,1 cm**.
- La largeur des fruits se situe entre **1,9 cm** et **2,5 cm**.
- Le poids des fruits varie de **3 g** à **25 g** [16].

I.3.3 Développement et maturation des dattes

Le développement des dattes suit cinq stades distincts : Hababouk ou LouLou , Kimri, Khalal, Rutab et Tamr. Au cours de ces phases, le fruit subit d'importantes transformations physiologiques et biochimiques, tant internes qu'externes.

À maturité complète, atteinte au stade Tamr, les dattes deviennent comestibles en raison du ramollissement de leur texture, attribuable à la diminution des teneurs en pectine, cellulose, hémicellulose et lignine. Parallèlement, l'astringence disparaît en raison de la précipitation des tanins en formes insolubles, tandis que la concentration en sucres s'accroît significativement.

De plus, ce stade est caractérisé par une perte d'eau substantielle, ce qui améliore la capacité de conservation du fruit. Toutefois, certaines variétés de dattes, bien que n'ayant pas atteint une maturité complète, sont également consommées aux stades Khalal et Rutab, notamment dans certaines régions où elles sont particulièrement appréciées pour leurs caractéristiques organoleptiques spécifiques [17].

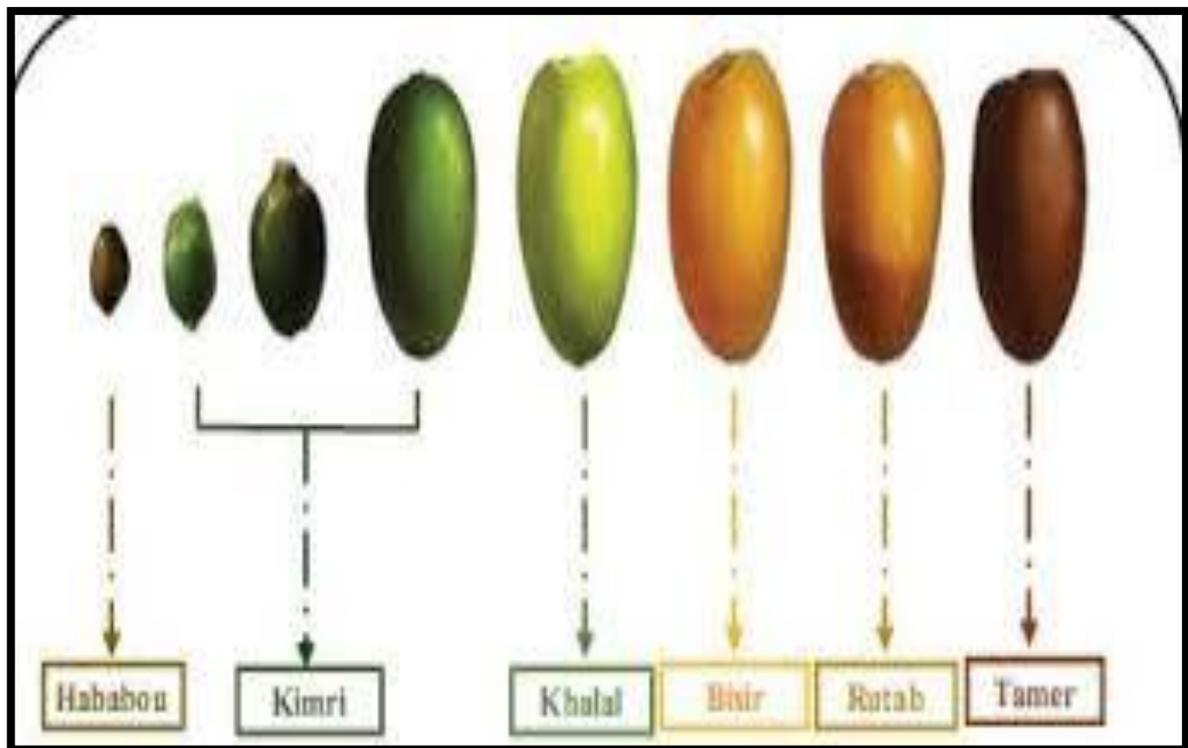


Figure I.3: Stades de développement et maturation des dattes [17]

I.3.3.1 Stade I «Hababouk» ou «Loulou» :

À ce stade, le fruit est entièrement enveloppé par le péricarpe et se distingue par une croissance lente. Il présente une teinte variant du blanc-jaunâtre au blanc-verdâtre. De forme ovoïde avec une pointe à l'apex, il est de la taille d'un pois et pèse moins de 1 g. Cette phase, qui dure environ cinq semaines, s'achève avec la chute des deux carpelles non fécondés.

I.3.3.2 Stade II «Kimri» :

Le stade Kimri, d'une durée de neuf à quatorze semaines, se caractérise par une croissance significative des dattes, marquée par une augmentation rapide du poids et du volume. Au cours de cette phase, la datte s'allonge progressivement, atteignant sa taille définitive et son poids maximal, qui varie entre 5 et 12 g.

Le développement de la datte durant ce stade se divise en deux phases :

- Première phase :
 - Croissance rapide en poids et dimensions.
 - Accumulation importante de sucres réducteurs.
 - Acidité élevée et forte teneur en eau.

- Deuxième phase :
 - Croissance plus modérée en poids et dimensions.
 - Diminution significative de l'accumulation des sucres réducteurs.
 - Légère baisse de l'acidité.
 - Teneur en eau toujours élevée, mais légèrement inférieure à celle de la première phase.

À ce stade, la datte présente une teinte verte et un goût amer [18].

I.3.3.3 Stade III « Khalal »

Ce stade, d'une durée de trois à cinq semaines, se caractérise par une évolution progressive de la couleur du fruit, passant du vert au jaune clair, puis au jaune, rose ou rouge selon la variété. Cette phase est également marquée par :

- Une augmentation rapide de la teneur en sucres totaux, intensifiant la saveur sucrée.
- Une hausse de l'acidité active, influençant le goût du fruit.
- Une diminution progressive de la teneur en eau, entraînant une modification de la texture.

I.3.3.4 Stade IV «Routab» ou «Martouba»

Au cours de cette phase, la couleur jaune ou rouge caractéristique du stade Khalal s'assombrit progressivement, allant du brun foncé au noir. Certaines variétés, comme Khadraoui (Irak) et Bouskri (Maroc), prennent une teinte verdâtre. Ce stade est marqué par plusieurs transformations :

- Perte de turgescence du fruit, due à une réduction de la teneur en eau.
- Fixation des tanins sous l'épicarpe, entraînant leur insolubilisation.
- Augmentation de la concentration en monosaccharides, favorisant le développement de la saveur sucrée [19].

I.3.3.5 Stade V « Tmar » :

La dernière phase de maturation se caractérise par une perte significative d'eau du fruit. Cette déshydratation s'accompagne d'un assombrissement progressif de la couleur, particulièrement marqué chez les variétés de dattes molles [20].

I.3.4 La consistance des dattes après la maturation

- **Dattes molles** : Elles contiennent principalement des sucres réducteurs, bien que certaines variétés puissent renfermer de faibles quantités de saccharose.
- **Dattes demi-sèches** : Elles présentent une teneur élevée en saccharose, mais les sucres réducteurs restent majoritaires.
- **Dattes sèches** : Elles sont riches en saccharose, dont la concentration peut parfois dépasser celle des sucres réducteurs [21].

I.3.5 Classification des dattes

La texture des dattes varie en fonction de leur consistance. Sur cette base, elles sont classées en trois catégories principales :

- Dattes molles : Ahmar (Mauritanie), Kashram et Miskani (Egypte, Arabie-Saoudite).
- Dattes demi-molles : Deglat-Nour (Tunisie, Algérie), Mehjoul (Mauritanie), Sifri et Zahidi (Arabie-Saoudite).
- Dattes sèches de consistance dure : Degla-Beïda et Mech-Degla (Algérie), Amersi (Mauritanie) [22].

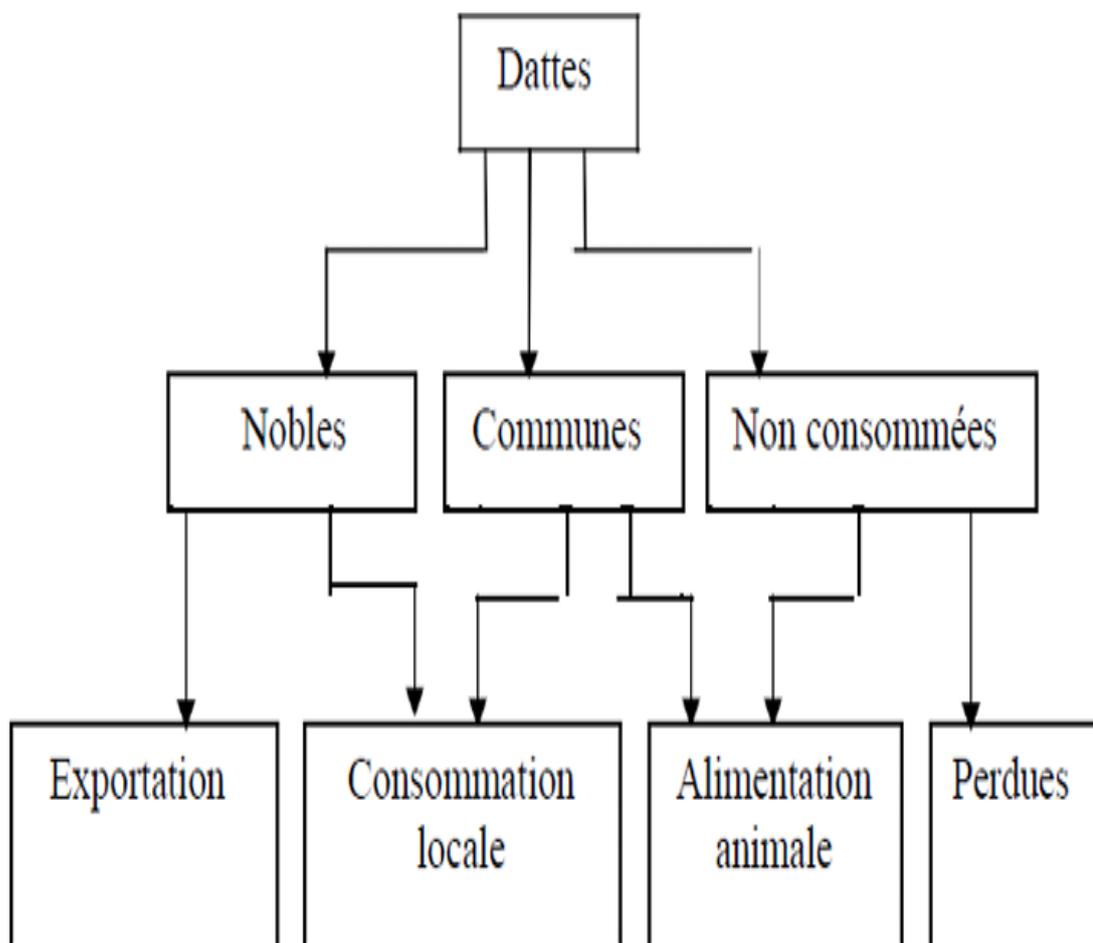


Figure I.4: Classification des dattes [23]

I.4. Composition physico-chimique de Deglat Nour

I.4.1 Composition de la datte

La datte est un fruit composé d'une partie charnue, appelée pulpe, et d'un noyau. Elle possède une valeur nutritionnelle élevée et constitue une importante source d'énergie, fournissant 4 à 5 fois plus de calories que d'autres fruits tels que l'abricot, l'orange, la tomate, la banane ou la fraise.

Sa chair est constituée principalement de sucres, d'eau et de cellulose, ainsi que d'éléments minéraux et de divers nutriments tels que les protéines, lipides et vitamines [24].

I.4.2 Composition biochimique

La chair des dattes renferme une grande variété de composés essentiels au bon fonctionnement de l'organisme, notamment de l'eau, des glucides sous forme de sucres réducteurs (glucose et fructose) et non réducteurs (saccharose), ainsi que des composés non glucidiques tels que les protéines, les minéraux, les fibres, les vitamines, les enzymes et les polyphénols. La concentration de ces éléments varie en fonction des cultivars [25].

I.4.2.1 Les sucres

Un cultivar de dattes à texture molle et à forte teneur en eau est naturellement riche en monosaccharides, tout en contenant une quantité faible à modérée de polysaccharides. En revanche, un cultivar produisant des dattes à consistance sèche présente une répartition plus équilibrée entre polysaccharides et monosaccharides [26].

Les sucres constituent les principaux composants de la datte. L'analyse de sa composition sucrée a mis en évidence trois types prédominants : le saccharose, le fructose et le glucose. Toutefois, d'autres sucres sont également présents en plus faible quantité, notamment le galactose, la xylose et le sorbitol.

I.4.2.2 Les fibres

La datte est une source importante de fibres, représentant entre 8,1 % et 12,7 % de son poids sec. Ses constituants pariétaux comprennent la pectine, la cellulose, l'hémicellulose et la lignine. Les variétés de dattes fines se distinguent également par leur teneur en ces composés [27].

I.4.2.3 Teneur en eau

La teneur en eau des dattes dépend de plusieurs facteurs, notamment la variété, le stade de maturation et les conditions climatiques. Elle oscille généralement entre 8 % et 30 % du poids de la chair fraîche, avec une moyenne estimée à environ 19 %.

I.4.2.4 Protéines et acides aminés

Les dattes ont une faible teneur en composés protéiques, ne dépassant généralement pas 3 % de la matière sèche [28].

I.4.2.5 Eléments minéraux

L'une des particularités les plus notables des dattes est leur richesse en minéraux et en oligoéléments, surpassant largement celle des autres fruits secs. Leur teneur en cendres varie entre 1,10 % et 3,69 % du poids sec. Parmi les fruits, la datte se distingue par sa forte concentration en éléments minéraux, notamment en potassium, magnésium, phosphore et calcium.

I.4.2.6 Vitamines

La pulpe de datte renferme des vitamines en proportions variables selon la variété et l'origine des fruits. De manière générale, elle est riche en caroténoïdes et en vitamines du groupe B, bien qu'elle contienne une faible quantité de vitamine C [29].

Tableau I.1: Composition biochimique de dattes [30]

Composition	Minimum	Maximum
Teneur en eau (g/100 g)	7.2	50.4
Lipides (g/100 g)	0.1	1.4
Cendres (g/100 g)	1	1.9
Protéine	1.1	2.6
Acides aminés (mg/100 gde protéines)		
Alanine	30	133
Arginine	34	148
Acide aspartique	59	309
Cystéine	13	67
Acide glutamique	100	382
Glycine	42	268
Histidine	0.1	46
Isoleucine	4	55
Leucine	41	242
Lysine	42	154
Méthionine	4	62
Phénylalanine	25	67
Proline	36	148
Sérine	29	128

Thréonine	23	95
Tryptophane	7	92
Tyrosine	15	156
Hydrates de carbone (g/100 g)	52.6	88.6
Fructose	13.6	36.8
Glucose	17.6	41.4
Saccharose	0.5	33.9
Fibres (g/100 g)		
Solubles	0.4	1.3
Insolubles	3.03	7.4
Total	3.57	10.9
Minéraux (mg/100 g)		
Magnésium	31	150
Na	1	261
Ca	5	206
P	35	74
K	345	1287
Manganèse	0.01	0.4
Fe	0.10	1.5
Zn	0.02	0.6
Cu	0.01	0.8
Se	0.24	0.4
Vitamines (µg/100 g)		
A (Rétinol)	3	44.77
B1 (thiamine)	50	120
B2 (riboflavine)	60	160
B3 (niacine)	1274	1610
B6 (pyridoxal)	165	249
B9 (foliques)	39	65
C (acide ascorbique)	400	16

I.4.2.7 Enzymes

Les enzymes interviennent de manière significative dans les processus de transformation au cours de la maturation des fruits. Celles présentes dans les dattes, répertoriées dans le tableau, influencent directement la qualité du fruit à maturité.

Tableau I.2: Enzymes des dattes

Enzyme	Rôle
Invertase	Hydrolyse du saccharose en glucose et fructose.
Cellulase	Fragmentation de la molécule de cellulose en oligomères plus courts.
Pectinméthylestérase	Transformation des substances pectiques insolubles en pectines plus solubles, entraînant le ramollissement du fruit.
Polyphénoloxydase	Oxydation des composés phénoliques entraînant le brunissement de la datte.
Peroxydase	Les études sur la peroxydase présente dans la datte sont extrêmement limitées.

I.4.3 Les composés bioactif des dattes

Il est bien connu que les dattes sont riches en certains composés bioactifs, tels que les polyphénols, les tanins et les stérols. La teneur en ces composés varie en fonction du stade de maturation, de la variété ainsi que des conditions de conservation et d'entreposage. [31]

Les molécules bioactives sont des composés naturels d'origine biologique, dotés de propriétés physico-chimiques avantageuses, telles que des effets antioxydants, antibactériens, antiviraux, antifongiques et antitumoraux.

I.4.4 Les composés phénoliques ou polyphénols

La datte fraîche constitue une source riche en polyphénols, avec une teneur de 3 g pour 100 g. L'analyse qualitative des composés phénoliques présents dans la datte a mis en évidence la présence d'acides cinnamiques, notamment l'acide p-coumarique, férulique et sinapique, ainsi que des flavonoïdes, y compris les procanadiens [32].

I.4.5 Composition phytochimiques de datte

La datte est principalement constituée de sucres (70 à 90 %), dominés par le glucose, le fructose et le saccharose. Cependant, d'autres sucres sont présents en faible proportion, notamment le galactose, la xylose et le sorbitol. La teneur en saccharose varie entre 0,8 % et 52,4 %, tandis que celle des sucres réducteurs oscille entre 20 % et 94 % de la matière sèche (MS).

Par ailleurs, la datte est une excellente source de fibres alimentaires, composées à 57 % de fibres insolubles et à 43 % de fibres solubles. Elle est en revanche pauvre en lipides, en cendres et en protéines (≈ 2 %). Elle contient également six à huit acides aminés essentiels pour l'organisme humain, bien qu'elle soit dépourvue de méthionine et de phénylalanine. Les lipides, représentant environ 1,9 % de la matière fraîche (MF), sont essentiellement concentrés dans l'épicarpe sous forme d'une fine couche cireuse.

D'un point de vue minéral, la datte est l'un des fruits les plus riches en éléments essentiels. Elle constitue une source importante de potassium, facilitant l'apport d'oxygène au cerveau, ainsi que de phosphore, sodium, calcium et magnésium (tous présents à plus de 50 mg/100 g). Elle contient également du fer, du soufre, du chlore, ainsi qu'un large éventail de vitamines, notamment la vitamine A, le β -carotène, les vitamines B1, B2, B3, B6 et l'acide folique (B9) en quantités notables.

Des études menées sur différentes variétés de dattes de la région de Ghardaïa ont révélé la présence de composés phénoliques à des concentrations variant entre 2,49 et 8,36 mg/100 g MF. Ces molécules possèdent des propriétés antioxydantes significatives, jouant un rôle protecteur contre les radicaux libres, souvent impliqués dans le stress oxydatif et le vieillissement cellulaire. De plus, elles confèrent aux dattes des effets antihyperlipidémiques, hépatoprotecteurs et neuroprotecteurs, renforçant ainsi leur intérêt nutritionnel et fonctionnel [33].

I.5. Qualités organoleptiques et critères de commercialisation

I.5.1 Qualité organoleptique des dattes

Les rares études disponibles sur les dattes indiquent que les paramètres les plus couramment retenus pour évaluer la qualité globale des dattes sont la texture, la couleur, la flaveur et le taux d'humidité. Ces critères sont utilisés tant dans le cadre du mûrissement naturel que dans des procédés industriels tels que la maturation artificielle, la réhumidification, le séchage ou encore le stockage frigorifique. Il est important de souligner que le stade de maturation de la datte constitue un indicateur de référence essentiel pour déterminer les critères de qualité optimale. Cette compréhension est fondamentale pour orienter efficacement les traitements post-récolte [34].

I.5.2 Critères de l'acceptabilité de la datte par le consommateur

Une datte de qualité supérieure doit présenter une surface lisse avec peu de rides, et sa couleur varie selon la variété, allant du brun doré, orange, vert au brun foncé. Sa texture peut être douce et sirupeuse ou ferme et sèche, selon le cultivar. défini d'autres critères pour une datte fraîche de haute qualité, notamment une couleur et une taille adaptées, une chair épaisse, ainsi qu'une absence d'impuretés telles que la saleté, le sable et les résidus de feuilles. De plus, elle ne doit pas être affectée par les oiseaux, les insectes, les rongeurs, les champignons ou les moisissures, et ne doit pas présenter de cristallisation du sucre.

Tableau I. 3: Définition des attributs de la datte de bonne qualité selon les préférences des consommateurs [35].

Attribut	Définition de la qualité
Couleur	Les dattes de bonne qualité ont tendance à être de couleur brune claire
Apparence	Les dattes préférables sont homogènes en forme.
Sucrosité	Les dattes préférées ont tendance à être modérément sucrées.
Taille des fruits	Les fruits d'une datte de bonne qualité ont tendance à être modérément grands.
Masticabilité	Une consistance de légèrement à modérément moelleuse.
Épaisseur de la pulpe	L'épaisseur de la pulpe d'un fruit de datte de bonne qualité doit se classer de modérément épaisse à épaisse.
Solubilité	Une datte de bonne qualité se classe entre modérément soluble à très soluble après consommation.
Elasticité	Les dattes de bonne préférence tendent à se classer de légèrement élastiques à modérément élastiques.
Texture et sensation à la bouche	Une datte de bonne qualité tend à avoir une lisse texture et sensation en bouche.
Cisaillement de bouche Taille du noyau	Une datte de bonne qualité nécessite une légère pression pour être cueillie ou détachée. Son noyau présente une taille intermédiaire, ni trop grand ni trop petit, garantissant ainsi un bon équilibre entre la chair et le noyau.

I.5.3 Processus de tri et de conditionnement

Les dattes récoltées de manière soignée facilitent le nettoyage, tandis que celles qui sont souillées ou endommagées nécessitent un travail supplémentaire pour les unités de conditionnement. Les techniques de récolte varient en fonction de la variété, du climat et des exigences commerciales. Les méthodes manuelles prédominent, incluant :

- Le grappillage pour les dattes de bonne qualité marchande,
- La coupe des régimes pour les variétés à maturation simultanée,
- Le secouage des régimes pour les dattes de qualité moyenne ou faible, en particulier celles à maturation échelonnée,
- L'utilisation de la poche à manche pour les cultivars à régimes pendants.

Ces pratiques, bien que nécessaires, demandent une main-d'œuvre qualifiée et comportent des risques en raison des travaux en hauteur, entraînant des blessures physiques, des contaminations et des pertes de fruits importantes. Par conséquent, il est conseillé de mécaniser la récolte des dattes pour préserver leur qualité, réduire les risques pour les travailleurs et simplifier les tâches. Cela implique l'utilisation de machines automatisées pour élever les ouvriers jusqu'aux fruits et les récolter, ainsi que des agitateurs pour secouer les grappes coupées et en séparer les fruits. Cependant, ces méthodes mécaniques manquent de sélectivité, ce qui peut entraîner un mélange de fruits mûrs et non mûrs. De plus, elles ne conviennent pas aux palmeraies traditionnelles, ce qui nécessite des aménagements pour permettre l'accès des machines.

À l'arrivée aux unités de conditionnement, les dattes immatures et endommagées ainsi que les impuretés sont retirées. Ce tri permet également de classer les dattes en lots homogènes selon leur couleur, texture et calibre. Par la suite, les dattes sont nettoyées pour éliminer les particules de sable, la poussière, les débris végétaux et les résidus chimiques présents à la surface. Le nettoyage s'effectue par brossage à sec et brassage dans des laveurs à tambours pour les dattes sèches et demi-molles, ou par pulvérisation à jets fins d'eau pour les dattes molles. Après le lavage, un essuyage à l'air libre ou par soufflerie est nécessaire. Les variétés sèches peuvent être lavées pendant une période prolongée ou même trempées dans l'eau pour les nettoyer et les hydrater simultanément. En revanche, le lavage des dattes récoltées avant maturité peut provoquer leur fermentation. Enfin, les dattes subissent des traitements pour améliorer leur aspect et leur stabilité durant le stockage. Ces traitements post-récolte peuvent être complémentaires (séchage, réhumidification, lustrage, cirage, dénoyautage, maturation

artificielle, etc.) ou de conservation (fumigation, ionisation, réfrigération, congélation, etc.) [36].

I.5.4 Conditionnement des dattes

Le conditionnement joue un rôle essentiel dans la préservation et l'amélioration de la qualité des dattes, tout en augmentant leur valeur marchande, en particulier pour celles destinées à l'exportation.

Il regroupe l'ensemble des opérations post-récolte visant à préparer un produit fini, prêt à la consommation. Ces opérations incluent :

- La désinsectisation,
- Le tri et le lavage,
- L'humidification ou le séchage,
- L'éventuel enrobage au sirop,
- L'emballage en caisses ou en boîtes,
- Le stockage en chambre froide.

Les méthodes de conditionnement varient selon les entreprises et s'adaptent aux exigences spécifiques des marchés et des consommateurs [37].

L'Algérie s'est dotée très tôt d'une infrastructure conséquente pour le conditionnement des dattes, avec une capacité adaptée à sa production. À l'origine, sept unités ont été mises en place durant la période de la réforme agraire, implantées dans les principales zones de production. Leur gestion relevait initialement de l'OFLA, puis de l'OND.

Aujourd'hui, le pays compte de nombreuses usines et unités de conditionnement, principalement issues du secteur privé, réparties sur l'ensemble du territoire et pas uniquement dans les régions productrices. Ces structures disposent de capacités et de performances élevées. En parallèle, de petits ateliers de triage et d'emballage approvisionnent le marché local.

D'un point de vue statutaire, la majorité de ces unités opère sous le régime de la SARL, résultant de la dissolution de l'OND après 1998. Elles se concentrent essentiellement sur le conditionnement des dattes destinées à l'exportation, ce qui limite leur activité à une période restreinte de l'année [38].

I.5.5 Critères de qualité de production

Les caractéristiques morphologiques incluent à la fois des critères morphométriques et organoleptiques. Elles englobent notamment :

- La forme, la taille, le poids et la couleur du fruit ;
- La consistance, la plasticité, la saveur et la texture du mésocarpe ;
- La forme, la taille, le poids et la couleur du noyau ;
- Le rapport noyau/fruit [39].

I.5.6 Facteurs et mécanismes du brunissement de la datte DeglatNour

La datte DeglatNour est sujette à un brunissement pouvant altérer considérablement sa qualité lors de la commercialisation. Ce phénomène résulte principalement de trois types de réactions :

- Brunissement non enzymatique (réaction de Maillard) : Il implique l'interaction entre un composé carbonyle et un groupement aminé, conduisant à un changement de couleur.
- Brunissement enzymatique : Il est déclenché par l'activité de certaines enzymes responsables de l'oxydation des composés phénoliques.
- Brunissement non enzymatique oxydatif : Il résulte de l'oxydation des tanins complexes, entraînant un assombrissement du fruit.

La première réaction est particulièrement intense sous l'effet de températures élevées. Quant aux deux autres réactions, leur impact est amplifié par une forte concentration en oxygène dans l'environnement.

De plus, il existe une corrélation positive entre la teneur en eau des dattes, la température de stockage et le niveau de brunissement observé [40].

I.6 Valeur nutritionnelle et intérêt pour la santé

I.6.1 Apport énergétique rapide et métabolisme glucidique

Les dattes Deglat Nour contiennent entre **52,6 % et 88,6 %** de glucides totaux, dominés par des sucres simples comme le glucose (entre **17,6 % et 41,4 %**) et le fructose (entre **13,6 % et 36,8 %**). Ces monosaccharides sont rapidement absorbés par l'organisme, fournissant une énergie immédiate par la stimulation de la synthèse d'ATP au niveau

cellulaire. Cette caractéristique énergétique rapide est particulièrement utile lors d'efforts physiques intenses ou en période de récupération.

I.6.2 Fibres alimentaires et modulation de la glycémie

Les dattes Deglat Nour apportent entre **3,57 g et 10,9 g** de fibres pour 100 g, composées à environ **57 % de fibres insolubles** et **43 % de fibres solubles** (dont la pectine). Ces fibres jouent un rôle clé dans la modulation de la glycémie en ralentissant l'absorption des glucides, ce qui favorise une libération progressive du glucose dans le sang, améliorant ainsi la stabilité glycémique et aidant à prévenir les pics glycémiques postprandiaux. Ce mécanisme est particulièrement bénéfique dans la gestion du diabète de type 2 [30].

I.6.3 Rôle des minéraux essentiels

Les dattes sont une source concentrée en minéraux essentiels, notamment :

- **Potassium** : entre **345 mg et 1287 mg/100 g**, contribuant à la régulation de la pression sanguine et à la fonction musculaire.
- **Magnésium** : entre **31 mg et 150 mg/100 g**, impliqué dans la contraction musculaire et la transmission nerveuse.
- **Calcium** : entre **5 mg et 206 mg/100 g**, crucial pour la santé osseuse.
- **Phosphore** : entre **35 mg et 74 mg/100 g**, nécessaire à la formation osseuse et au métabolisme énergétique.

Ces minéraux aident à prévenir les déséquilibres électrolytiques, l'hypertension artérielle, et contribuent à la santé cardiovasculaire [30].

I.6.4 Vitamines du complexe B et soutien métabolique

Les vitamines B présentes dans les dattes jouent un rôle enzymatique fondamental dans le métabolisme énergétique :

- **Vitamine B1 (Thiamine)** : **50 à 120 µg/100 g**
- **Vitamine B2 (Riboflavine)** : **60 à 160 µg/100 g**
- **Vitamine B3 (Niacine)** : **1274 à 1610 µg/100 g**
- **Vitamine B6 (Pyridoxine)** : **165 à 249 µg/100 g**

Ces vitamines participent à la synthèse des neurotransmetteurs et à la réparation cellulaire, renforçant ainsi le fonctionnement du système nerveux et la production d'énergie à partir des nutriments. [30]

I.6.6 Propriétés antioxydantes et protection cellulaire

Les dattes contiennent une quantité importante de polyphénols (environ **3 g/100 g**), notamment des acides cinnamiques (p-coumarique, férulique) et des flavonoïdes (procyanidines). Ces composés possèdent un fort pouvoir antioxydant, neutralisant les radicaux libres responsables du stress oxydatif, ce qui contribue à la réduction des risques de maladies chroniques telles que cancers, maladies cardiovasculaires, et troubles neurodégénératifs.

I.6.7 Effets cardio-protecteurs

Le potassium et les antioxydants contenus dans les dattes favorisent la vasodilatation et aident à réguler la pression artérielle, réduisant ainsi la formation de plaques d'athérome. Une consommation régulière de dattes est associée à une diminution du risque d'hypertension et des maladies cardiovasculaires.

I.6.8 Impact sur la santé osseuse

La richesse en calcium, phosphore et magnésium favorise la formation et le maintien de la densité osseuse. Ces minéraux contribuent à la prévention de l'ostéoporose et au maintien d'une bonne santé musculo-squelettique.

I.6.9 Effets anti-inflammatoires et immunomodulateurs

Les composés bioactifs, tels que certains polyphénols, présentent des propriétés anti-inflammatoires en inhibant les enzymes pro-inflammatoires. Par ailleurs, les fibres fermentescibles favorisent la croissance d'une flore intestinale bénéfique, renforçant la barrière immunitaire intestinale et soutenant la réponse immunitaire globale.

I.6.10 Utilisation traditionnelle et intérêt fonctionnel

Depuis des millénaires, les dattes occupent une place centrale dans les régimes méditerranéens et moyen-orientaux. Leur richesse nutritionnelle en fait un aliment précieux, particulièrement en convalescence ou dans les phases de besoins énergétiques accrus.

I.7. Sensibilité aux altérations post-récolte

I.7.1 Problématiques liées à la conservation des dattes

Comme tout produit alimentaire, les dattes ont une durée de conservation limitée, allant de la récolte à la consommation. Durant cette période, elles doivent rester exemptes de toute altération, tout en conservant leurs caractéristiques organoleptiques, leur valeur commerciale et leurs qualités nutritionnelles, sans présenter de risque pour la santé du consommateur. Plusieurs types d'altérations peuvent affecter cette durée de conservation, parmi lesquels on distingue quatre principales catégories :

- **Sensorielles :**

- Altération du goût, notamment l'apparition de saveurs indésirables telles que le rancissement, la fermentation ou l'acidification.
- Modification ou altération de la couleur, comme le brunissement.
- Transformation de la texture, pouvant se manifester par un durcissement ou un dessèchement.

- **Nutritionnelles :**

- Perte d'éléments nutritifs

- **Microbiologiques :**

Le développement microbien est très limité ; cependant, en cas de contamination, la présence de moisissures ou de levures peut être observée.

- **Parasitaires :**

L'infestation et la prolifération des larves de la teigne des dattes (*Mye lois*) représentent l'une des altérations les plus préoccupantes sur le plan économique [41].

I.7.2 Facteurs influence sur l'infection des fruites

I.7.2.1 Humidité

A Humidité absolue

C'est la quantité d'eau, en grammes, contenue, sous forme de vapeur invisible, dans un volume de 1mètre cube d'air. On dira par exemple que l'air a une humidité absolue de 10 g/m³. L'humidité est exprimée plus simplement par le liquide dans le produit par rapport à sa masse sèche. Cette humidité que nous désignerons par Ha [42].

B Humidité relative

L'humidité relative (ϕ) est le rapport entre la pression de la vapeur d'eau présente dans l'air (p_v) et la pression de saturation (P_s) de cette même vapeur à une température donnée. Autrement dit, elle correspond à la proportion de vapeur d'eau contenue dans un mélange gazeux par rapport à la quantité maximale qu'il peut retenir à cette température, lorsqu'il est à saturation [42].

I.7.2.2 Température

La température minimale requise pour le développement des champignons d'entrepôt est de 5 °C. La croissance maximale de *Aspergillus flavus* est observée à 35 °C, tandis que *A. candidus* se développe de manière optimale entre 35 et 40 °C.

Cependant, la croissance des champignons d'entrepôt devient très faible lorsque la température est comprise entre 12 et 15 °C, avec un taux d'humidité de 15 à 16 %, et elle est encore plus réduite à des températures variantes entre 5 et 10 °C [43].

I.7.2.3 Teneur en eau

La teneur en eau d'un matériau est définie comme le rapport entre la masse d'eau qu'il contient et la masse du même matériau à l'état sec. Elle peut également être exprimée comme la quantité d'eau (W) présente par unité de masse de matériau sec [44].

I.7.2.4 Mesure de couleur

La quantification des variations de couleur des échantillons traités a été réalisée à l'aide d'un colorimètre Minolta CR-400, permettant une acquisition automatisée des paramètres colorimétriques L, a et b selon le système Hunter-Lab. Dans ce système, L représente la clarté (de noir à blanc), a l'axe rouge/vert, et b l'axe jaune/bleu. Pour chaque série d'échantillons, les mesures ont été effectuées sur la surface de cinq dattes entières, à raison de dix mesures par fruit, puis les valeurs obtenues ont été moyennées. Le changement global de couleur a été exprimé par la valeur ΔE , également appelée distance colorimétrique. Il s'agit d'un indicateur synthétique tenant compte des écarts entre les paramètres L, a et b d'un échantillon comparé à un échantillon de référence. Le calcul de ΔE repose sur l'équation 1, dans laquelle L_0 , a_0 et b_0 correspondent aux valeurs mesurées sur un lot de quinze dattes de la variété Deglat-Nour, récemment récoltées et sélectionnées comme

produit de première qualité sur le marché. Cet échantillon a été utilisé comme référence pour l'ensemble des mesures comparatives de qualité [45].

I.7.2.5 Teneurs en sucres

La teneur en sucres des dattes a été déterminée par extraction à partir de 3 g de pulpe broyée, incubée dans 100 mL d'éthanol à 80 % (v/v) à 100 °C pendant une heure. Après centrifugation, le surnageant a été filtré à l'aide d'un filtre de porosité 0,45 µm. Les sucres solubles — saccharose, glucose et fructose — ont ensuite été séparés et quantifiés par chromatographie liquide à haute performance (HPLC) à une température de 85 °C. L'analyse a été réalisée sur une colonne pour hydrates de carbone de type BioradAminex HPX-87C (300 mm × 7,8 mm), en utilisant de l'eau ultrapure comme phase mobile. Une injection de 20 µL de l'extrait a été effectuée dans le système HPLC, avec un débit de 0,6 mL/min. La détection des sucres a été assurée à l'aide d'un détecteur à indice de réfraction de type Shimadzu [45].

I.8 Techniques de conservation

I.8.1 Méthodes traditionnelles et industrielles

I.8.1.1 Méthodes artisanales

Depuis des générations, les phoeniculteurs ont préservé leur surplus de production à l'aide de méthodes traditionnelles efficaces, particulièrement adaptées aux variétés de dattes molles. Parmi ces techniques, on distingue **El Khabia**, **El Bajou** et **L'Btana**.

- **El Khabia** consiste à stocker les dattes dans de grandes jarres en poterie, hermétiquement scellées pour assurer leur conservation. Autrefois confiée aux femmes, cette méthode tend à disparaître.
- **El Bajou** est une armoire murale spécialement conçue pour entreposer les dattes. Un orifice situé à sa base permet de récupérer le **miel de dattes**, et ce procédé garantit une conservation pouvant durer plusieurs années.
- **L'Btana** repose sur le compactage des dattes dans des sacs en toile ou des peaux de chèvres, réduisant ainsi **l'activité de l'eau (Aw)** et limitant l'oxygénation, ce qui empêche le développement des micro-organismes. Des plantes aromatiques, telles que le **basilic**, sont parfois ajoutées pour prévenir l'infestation par les vers de la datte. Grâce à cette méthode, les dattes peuvent être conservées jusqu'à **trois ans** [46].

I.8.1.2 Méthodes industrielles

❖ Séchage

Le séchage est un procédé de conservation qui limite le développement des microorganismes et ralentit les réactions chimiques indésirables, telles que le brunissement enzymatique. En réduisant la teneur en eau des aliments, cette technique prolonge leur durée de conservation tout en préservant leurs qualités organoleptiques et nutritionnelles.

I.8.1.3 Traitements des dattes par micro-ondes

Afin de remplacer l'utilisation de produits chimiques tels que le bromure de méthyle pour la désinfection des dattes, une technique innovante basée sur l'utilisation des micro-ondes a été développée. Ce procédé repose sur un système en tunnel, dans lequel les dattes sont soumises à un traitement thermique contrôlé. Grâce aux propriétés diélectriques des dattes, il est possible d'ajuster avec précision le couple durée/température, permettant ainsi d'éliminer efficacement les œufs d'insectes tout en préservant la qualité du fruit.

I.8.2 Techniques avancées

I.8.2.1 Emballage sous atmosphère modifiée ou sous vide

L'application de techniques de conditionnement adaptées permet de prolonger la qualité initiale des dattes durant le stockage. Le conditionnement sous vide est particulièrement efficace pour les dattes naturelles, offrant une protection optimale contre la prolifération des levures et moisissures, tout en limitant la déshydratation du produit.

Quant aux dattes fourrées, le conditionnement sous atmosphère modifiée, avec l'injection d'un mélange gazeux composé de 20 % de CO₂ et 80 % de N₂ à une concentration de 10 %, s'est avéré être la solution la plus performante pour préserver leur qualité tout au long de la conservation [47].

I.8.2.2 Emballage sous Atmosphère Modifiée

L'industrie agroalimentaire explore de nouvelles techniques de conservation, combinées ou non aux basses températures. Parmi celles-ci, l'emballage sous atmosphère modifiée (EAM) est particulièrement étudié pour les produits frais. Bien que son utilisation soit encore limitée à des essais à petite échelle, cette méthode pourrait être adoptée dans l'industrie des dattes pour prolonger leur conservation et répondre aux exigences croissantes des marchés.

L'emballage sous atmosphère modifiée consiste à conditionner des aliments périssables dans un environnement dont la composition gazeuse a été altérée par rapport à celle de l'air ambiant. L'air est naturellement composé d'environ 78,08 % d'azote (N₂), 20,96 % d'oxygène (O₂) et 0,03 % de dioxyde de carbone (CO₂), avec des quantités variables de vapeur d'eau et de gaz inertes ou nobles en traces [47].

I.8.3 Techniques de conservation par le froid

I.8.3.1 Surgélation

La surgélation est un procédé de conservation qui consiste à exposer les aliments à des températures inférieures à -18 °C afin de stopper toute activité microbienne et enzymatique. Cette méthode peut atteindre des températures extrêmes, allant jusqu'à -40 °C. Contrairement à la congélation classique, la surgélation est une technique industrielle qui refroidit très rapidement l'aliment à cœur, souvent entre -30 °C et -50 °C, voire davantage.

Grâce à cette descente rapide en température, l'eau contenue dans l'aliment se transforme en microcristaux, limitant ainsi les altérations physico-chimiques lors de la décongélation. Ce procédé est généralement réservé aux produits de petites dimensions, permettant une surgélation homogène et efficace.

Aujourd'hui, cette méthode est largement utilisée pour préserver une grande variété d'aliments périssables, notamment les viandes, poissons, fruits, légumes, plats préparés et produits de boulangerie. Cependant, la réussite de ce mode de conservation repose sur le respect strict de la chaîne du froid lors du transport, du stockage et de la distribution.

En définitive, la surgélation est un procédé de refroidissement rapide, s'opérant dans une plage de température comprise entre -35 °C et -196 °C, garantissant ainsi que le produit est congelé dans les meilleures conditions, à une température égale ou inférieure à -18 °C [48].

I.8.4 Conditionnement et stockage

Les dattes naturelles, non traitées, ainsi que celles ayant subi un traitement, sont conditionnées dans divers types et formats d'emballages, tels que des barquettes en plastique, boîtes en carton, caissettes, ravieres ou bouquets recouverts de film plastique. Si ces emballages remplissent principalement un rôle marketing et de protection mécanique, certaines solutions de conditionnement avancées ont démontré leur efficacité en matière de conservation.

Des études ont ainsi mis en évidence les bénéfices des emballages sous atmosphère modifiée, qu'ils soient enrichis en CO₂ ou appauvris en O₂, pour préserver la qualité des dattes et limiter le développement des insectes. Par ailleurs, il a été prouvé que le conditionnement sous vide constitue la méthode la plus adaptée pour la conservation des dattes Deglat-Nour standards (ayant une teneur en eau de 18 % bh), en offrant une protection optimale contre la prolifération des microflores fongiques.

La réfrigération constitue une méthode efficace pour limiter l'infestation par les insectes et prolonger la conservation des dattes. Un stockage à 5 °C ou à une température inférieure empêche le développement des insectes, garantissant ainsi une meilleure préservation du produit.

Pour un stockage prolongé, des températures inférieures au point de congélation, allant jusqu'à -15,7 °C, sont recommandées pour la conservation des dattes au stade Tamar. Les dattes dont la teneur en eau est de 20 % ou moins peuvent être conservées à -18 °C pendant plus d'un an.

En fonction de leur teneur en eau, la durée de conservation varie :

- Avec une humidité < 20 %, les dattes peuvent être stockées à 0 °C pendant un an, à 4 °C pendant 8 mois, et à 20 °C pendant seulement un mois, à condition de maintenir une humidité relative (HR) entre 65 et 75 %.
- Au stade Khalal, une conservation à 0 °C avec une HR de 85 à 95 % est essentielle pour limiter la perte en eau, ralentir la maturation et préserver la texture et la saveur du fruit [49].

I.8.5 La température et le temps de conservation

Tableau I. 4: Températures et temps de conservation de Deglat-Nour [50].

Température de conservation	Durée maximale
+° C à -27°C	01 mois
+15° C à -16°C	03 mois
+04° C à -05°C	08 mois
-02° C à -03°C	01 an
-17° C à -18°C	Plus d'un an

I.8.6 Préservation des dattes stockées

I.8.6.1 Impact de la Thermisation et de l'Emballage sous Atmosphère Modifiée

Les dattes non fraîches, lorsqu'elles sont stockées à température ambiante, subissent des altérations profondes qui les rendent impropres à la commercialisation dès les premiers mois de stockage. Pour remédier à ces dégradations, l'association de la thermisation et de l'emballage en film polyéthylène sous atmosphère modifiée a montré des résultats prometteurs.

Cette technique permet de préserver une humidité optimale, proche des normes des variétés demi-molles, et de réduire le taux d'inversion du saccharose. Ainsi, le rapport entre sucres totaux et sucres réducteurs est maintenu à des niveaux garantissant :

- Une saveur sucrée caractéristique des dattes,
- Une texture non poisseuse, particulièrement lorsque conservées à basse température.

Le taux d'inversion du saccharose reflète également une diminution de la disponibilité du glucose, un substrat essentiel pour les microorganismes responsables d'altérations.

En outre, le stockage à basse température associé à la thermisation limite la prolifération microbienne, ce qui se traduit par une faible acidité du fruit. De plus, la thermisation seule contribue à réduire le noircissement des dattes en inhibant l'activité oxydative des enzymes telles que la polyphénoloxydase et la peroxydase.

Ces résultats démontrent que la combinaison de traitements thermiques et de conditionnements adaptés constitue une solution efficace pour prolonger la qualité des dattes après la récolte [51].

I.9 Conclusion

L'industrie dattière est aujourd'hui appelée à occuper une place éminente dans le paysage agricole algérien, à travers la préservation de son patrimoine et une valorisation appropriée de sa production. Une telle valorisation nécessite la disponibilité de données scientifiques et techniques, de méthodes et de procédés spécifiques adaptés à la production nationale de dattes. Ainsi, la recherche agronomique joue un rôle prépondérant en fournissant ces informations aux différents acteurs, en vue d'une meilleure valorisation de ce produit du terroir oasien. Les travaux de recherche menés par l'INRA visent à contribuer à l'amélioration de l'efficacité et du niveau de qualification des bénéficiaires scientifiques et techniques, ainsi que des groupes professionnels, afin de leur permettre de maîtriser pleinement les aspects liés à la qualité et à la technologie des dattes, et de réussir leurs activités de recherche, de contrôle qualité ou de production dans le domaine de la valorisation technologique des dattes [52].

Depuis l'Antiquité, les dattes occupent une place essentielle dans l'alimentation humaine et animale. Elles sont une source d'énergie précieuse, grâce à leur richesse en sucres et en minéraux. Même les variétés sèches constituent un concentré calorique important, avec une teneur en sucres dépassant 50 % de la matière sèche.

Chapitre II

la dégradation d'un produit alimentaire

II.1 Introduction :

Les denrées alimentaires que nous consommons sont sensibles et ne peuvent être conservées indéfiniment. Avec le temps, elles se détériorent naturellement ou sous l'effet de microorganismes, ce qui les rend impropres à la consommation. Ces dégradations sont diverses et peuvent se manifester par des signes visibles (comme une décoloration, la formation de moisissures, une rupture de texture ou un gonflement), ou bien par des indices sensoriels tels qu'une odeur nauséabonde, une augmentation de l'acidité ou un goût désagréable. Ces altérations peuvent se produire à n'importe quelle étape, depuis la production jusqu'à la consommation finale, incluant la récolte, la transformation, l'emballage, le stockage et la distribution, et sont le plus souvent d'origine microbienne [55].

II.2 Définition de la dégradation alimentaire :

C'est une modification que subit un produit alimentaire par rapport à sa constitution spécifique, ce qui modifie sa valeur nutritionnelle et/ou le rend impropre à la consommation. L'altération dépend de la composition de l'aliment, et elle peut toucher n'importe quelle partie, soit le produit en tant que tel ou l'emballage et l'étiquette. L'aliment altéré a une incidence directe sur la santé du consommateur et peut provoquer souvent des intoxications graves voire même mortelles [56].

II.3 Importance de comprendre la dégradation des produits alimentaires (santé, sécurité, conservation, etc.). Sur le plan de la santé :

- La consommation de produits dégradés peut provoquer de graves problèmes de santé, tels que les intoxications alimentaires, les allergies ou des troubles digestifs.
- Certaines moisissures peuvent produire des **mycotoxines** (comme l'aflatoxine), connues pour leurs effets cancérigènes.

II.3.1 Sur le plan de la sécurité :

- La dégradation favorise le développement de bactéries pathogènes telles que *Salmonella* et *Listeria*, mettant en danger la sécurité sanitaire des aliments.
- Une mauvaise conservation et une méconnaissance des signes de détérioration peuvent entraîner des épidémies d'origine alimentaire.

II.3.2 Sur le plan de la conservation :

- Comprendre les mécanismes de dégradation permet de développer des méthodes de conservation efficaces (réfrigération, séchage, stérilisation).
- Cela contribue à réduire le gaspillage alimentaire et à prolonger la durée de vie des produits.

II.4 Les causes de la dégradation des produits alimentaires :

II.4.1 Factures biologiques :

- Action des microorganismes (bactéries, moisissures, levures) :

L'une des principales causes de détérioration des aliments est la prolifération de certains microorganismes comme les champignons (moisissures, levures) et les bactéries qui les contaminent.

➤ Processus d'altération

Selon la composition d'aliment et la nature des systèmes actifs des microorganismes

Dominants, on assistera à un type particulier altération, remarquable par les changements de texture odeur et de saveur il provoque dans le produit.

A) Développement de microorganismes pathogènes, production de toxines :

Ce sont essentiellement des salmonelles, des staphylocoques et du clostridium qui élaborent des substances toxiques.

B) Fermentation des sucres

Certains micros organisés transforment les sucres en gaz et en acides, altérant ainsi la qualité du produit.

C) Altérations des produits protéiques

On observe deux types de changements :

- **La putréfaction** : elle se manifeste par de mauvaises odeurs et un goût désagréable, dus à la dégradation des pepti des et des acides aminés, produisant des métabolites tels que l'indole, le sulfure d'hydrogène (H₂S) et la putrescine. Les principaux microorganismes responsables sont :
 - **Bactéries anaérobies** : *Clostridium putréfactions*, *C. botulinum*, *C. sporogènes*
 - **Bactéries aérobies strictes ou anaérobies facultatifs** : *Pseudomonas* (*P. fluorescents*, *P. putréfactions*), *Enterobacter*, *Serratia*, *Proteus*...

- **La protéolyse** : il s'agit de la dégradation des protéines proprement dite, provoquant une liquéfaction, une coagulation et la formation d'amines biogènes [57].

II.4.2 Facteurs chimiques :

Les facteurs chimiques jouent un rôle important dans la dégradation des produits alimentaires, en particulier à travers des **réactions d'oxydation**. Ces réactions affectent surtout les composés sensibles comme les **lipides**, les **vitamines**, les **pigments** et parfois même les **protéines**. L'un des processus chimiques les plus courants est l'**oxydation des graisses**, appelée **rancissement oxydatif**, qui conduit à la formation de composés volatils responsables d'odeurs et de goûts désagréables. Ce phénomène altère la qualité nutritionnelle, sensorielle et même la sécurité du produit.

L'oxydation est fortement accélérée en présence de **lumière**, d'**oxygène**, de **températures élevées** et de **métaux traces** (comme le fer ou le cuivre). Les produits riches en matières grasses non saturées, comme les fruits secs ou les huiles végétales, y sont particulièrement sensibles.

Outre l'oxydation, d'autres réactions chimiques peuvent contribuer à la dégradation, notamment les **réactions de Maillard** (entre les sucres et les acides aminés), responsables du brunissement non enzymatique. Bien que ces réactions puissent apporter du goût dans certaines conditions (cuisson, torréfaction), elles sont indésirables lors du stockage car elles modifient la couleur, la texture et réduisent la valeur nutritionnelle des aliments.

La maîtrise des facteurs chimiques passe par l'adoption de bonnes pratiques de conservation : conditionnement sous atmosphère modifiée, réduction de l'exposition à l'oxygène et à la lumière, utilisation d'antioxydants, et stockage à température contrôlée.



Figure II. 1: facteurs chimiques

II.4.2.1 Brunissement non enzymatique

Généralement, les réactions de brunissement entraînent des modifications défavorables dans Les propriétés sensorielles, ainsi une diminution de la valeur marchande de divers aliments ; Cependant, elles peuvent également être bénéfiques car elles fournissent la couleur et la saveurNécessaires à certains produits tels que les aliments cuits au four ou frits, le café, le thé, le cacao, etc [58].

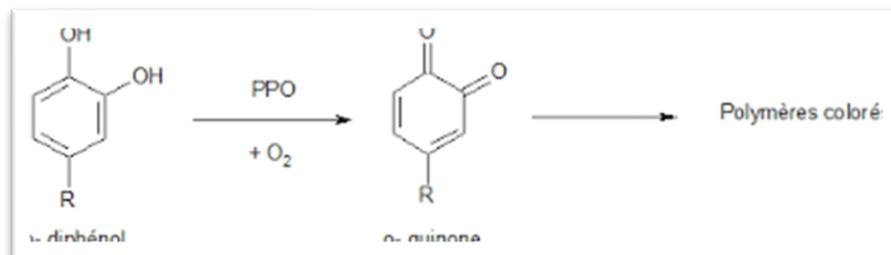


Figure II. 2: Réaction général des polyphénols oxydases

A. Réaction de Maillard

Le brunissement non enzymatique est un ensemble de réactions chimiques qui provoquent une modification de la couleur des aliments sans l'intervention d'enzymes. L'une des plus connues est la réaction de Maillard, décrite pour la première fois par le chimiste Louis-Camille Maillard en 1912.

1. Principe de la réaction de Maillard :

Cette réaction se produit entre : des sucres réducteurs (comme le glucose, le fructose ou le lactose), et des acides aminés libres ou des protéines.

Lorsqu'un aliment contenant ces deux types de composés est exposé à la chaleur (cuisson, séchage, pasteurisation) ou stocké pendant une longue période, une série de réactions

chimiques complexes se déclenchent, conduisant à la formation de mélanoidines, des pigments bruns [59].

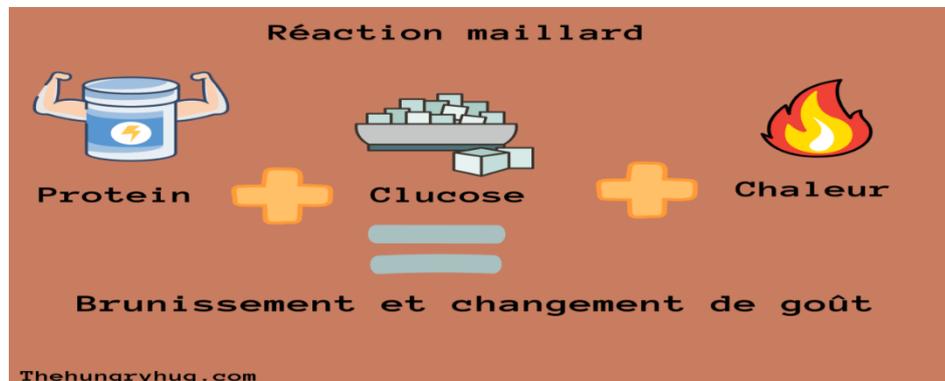


Figure II. 3: Réaction Maillard [60]

2. Étapes de la réaction :

La réaction de Maillard se déroule en plusieurs étapes :

1. Condensation initiale entre le groupe carbonyle du sucre et le groupe amine de l'acide aminé, formant une base de Schiff instable.
2. Réarrangement d'Amadori, qui produit des composés intermédiaires.
3. Dégradation et polymérisation de ces intermédiaires pour former : des composés aromatiques (contribuant à l'arôme) des pigments bruns appelés mélanoidines

3. Facteurs influençant la réaction de Maillard :

- Température élevée (à partir de 50-60 °C, très active vers 120-150 °C)
- pH alcalin (pH > 6 favorise la réaction)
- Teneur en eau intermédiaire (activée à $a_w \approx 0,6$ à $0,8$)
- Temps de traitement ou de stockage
- Concentration des réactifs (sucres + acides aminés)

4. Effets sur les aliments :

Effets positifs : Développement de couleur attrayante (croûte du pain, viande grillée)

Apparition de saveurs et arômes agréables (pain, café, chocolat...)

Effets négatifs : Dans les aliments conservés (comme les dattes, le lait en poudre, les céréales), la réaction de Maillard peut :

Altérer la valeur nutritionnelle (perte de lysine, un acide aminé essentiel)

Entraîner un brunissement indésirable

Produire des composés potentiellement toxiques (comme l'acrylamide)

5. Application dans le contrôle qualité :

Dans le contexte du stockage des dattes, la réaction de Maillard peut être un indicateur d'altération liée à :

- Une température de stockage élevée
- Une présence d'humidité
- Une durée de conservation prolongée

II.4.3 Facteurs physiques :

Le brunissement des produits alimentaires peut résulter de plusieurs facteurs, dont certains sont physiques. Parmi ces facteurs, la température joue un rôle majeur : une exposition prolongée à une température élevée peut accélérer les réactions chimiques responsables du brunissement, comme la réaction de Maillard ou la caramélisation. De plus, la lumière, en particulier la lumière UV, peut induire une dégradation des pigments naturels (comme les anthocyanes ou la chlorophylle), entraînant une altération de la couleur du produit. L'humidité relative est un autre facteur important : une humidité trop élevée favorise les réactions enzymatiques (notamment via la polyphénol oxydase), alors qu'une faible humidité peut concentrer les sucres et favoriser leur dégradation thermique. La pression d'oxygène influence aussi le brunissement, car l'oxygène est nécessaire aux réactions d'oxydation enzymatique des composés phénoliques. Enfin, des manipulations mécaniques (écrasement, coupe, choc) peuvent rompre les cellules des fruits ou légumes, libérant ainsi les enzymes qui initient le brunissement. Tous ces facteurs physiques, seuls ou combinés, accélèrent les processus de brunissement, altérant l'apparence, la saveur et parfois la valeur nutritionnelle des aliments.

II.5 L'effet de la dégradation sur la qualité des dattes Deglat Nour

Les dattes Deglat Nour, originaires principalement d'Algérie et de Tunisie, sont appréciées pour leur goût sucré, leur texture souple et leur apparence translucide. Toutefois, comme tout produit périssable, elles sont sujettes à la dégradation durant le stockage, ce qui peut affecter leurs propriétés organoleptiques, nutritionnelles et microbiologiques.

1. Altération de la couleur

L'un des principaux effets de la dégradation est le brunissement des dattes. Cela peut résulter de deux mécanismes :

L'oxydation enzymatique des composés phénoliques par la polyphénol oxydase (PPO)

La réaction de Maillard, qui se produit entre les sucres réducteurs et les acides aminés à température ambiante ou élevée [61].

2. Perte de texture et fermeté

La déshydratation progressive entraîne une perte d'humidité, rendant les dattes dures et moins agréables à consommer. À l'inverse, un excès d'humidité peut les rendre molles et collantes, favorisant aussi la croissance microbienne [62].

3. Contamination microbienne

Lorsque l'humidité relative est élevée (>65%) et la température mal contrôlée, des moisissures (*Aspergillus*, *Penicillium*) ou des levures peuvent se développer sur les dattes, surtout celles stockées sans emballage hermétique [63].

4. Perte de goût et d'arôme

La fermentation des sucres due à des microorganismes ou à une dégradation enzymatique provoque un changement du profil aromatique, rendant les dattes aigres ou désagréables au goût. Des composés volatils indésirables peuvent apparaître [64].

5. Réduction de la valeur nutritionnelle

Les vitamines, en particulier la vitamine C et certains antioxydants, sont sensibles à l'oxydation, la chaleur et la lumière. Cela entraîne une diminution de la valeur nutritionnelle globale, notamment après un stockage prolongé [65].

II.6 Méthodes des protections contre la dégradation des produits alimentaires

La conservation des produits alimentaires vise à ralentir ou stopper les phénomènes de dégradation (physiques, chimiques, enzymatiques et microbiologiques) afin de prolonger leur durée de vie tout en maintenant leur qualité. Parmi les méthodes les plus courantes, la réfrigération et la congélation permettent de ralentir les réactions enzymatiques et la croissance microbienne grâce à la baisse de température. La pasteurisation et la stérilisation, quant à elles, utilisent la chaleur pour détruire les microorganismes pathogènes. D'autres techniques comme le séchage et la lyophilisation éliminent l'eau libre, essentielle à la croissance microbienne. Le conditionnement sous vide ou en atmosphère modifiée limite l'oxygène et prévient l'oxydation et la contamination. L'ajout de conservateurs naturels ou chimiques (comme les antioxydants et les agents antimicrobiens) est aussi utilisé. Enfin, des technologies modernes telles que l'irradiation, l'utilisation d'huiles essentielles, ou encore les emballages actifs et intelligents sont de plus en plus intégrées dans l'industrie agroalimentaire. Chacune de ces méthodes est choisie en fonction de la nature du produit, de sa sensibilité et de la durée de conservation souhaitée.

II.7 Evaluation générale de la qualité de la date

Tableau II. 1: Critères d'évaluation qualitative des dattes

Longueur de fruit	Réduite Moyenne Longueur	3.5 cm 3.5 – 4 cm 4 cm	Mauvais caractère Acceptable Bon caractère
Poids du fruit	Faible Moyen Elevé	6 g 6 – 8 g 8 g	Mauvais caractère Acceptable Bon caractère
Poids de la pulpe	Faible Moyen Elevé	5 g 5 – 7 g 7 g	Mauvais caractère Acceptable Bon caractère
Diamètre du fruit	Faible Moyen Elevé	1.5 cm 1.5 – 1.8 cm 1.8 cm	Mauvais caractère Acceptable Bon caractère
Humidité	Très faible Moyenne Elevé Très élevée	10 % 10 – 24 % 25 – 30 % 30 %	Mauvais caractère Bon caractère Acceptable Mauvais caractère
Ph	pH acide Compris entre Supérieur	5.4 5.4 – 5.8 5.8	Mauvais caractère Acceptable Bon caractère
Sucres totaux	Faibles Moyennes Elevés	50% 60 – 70 % 70 %	Mauvais caractère Acceptable Bon caractère

Maligi et Sourial (1982) et Mohammed et al. (1983) suites à des études de caractérisation des cultivars irakiens ont proposé des critères d'évaluation qualitative des dattes [66].

Selon les normes fixées par le ministère algérien de l'agriculture dans l'arrêté interministériel du 17 Novembre 1992 pour les variétés communes (Acourène S et al 2001), une datte est dite de qualité physique et biochimique acceptable lorsque les critères suivants sont respectés :

- Aucun anomalie et non endommagée
- Un poids de la datte supérieur ou égal à 6 grammes
- Un poids de la pulpe supérieur ou égal à 5 grammes
- Une longueur supérieure ou égale à 3,5 centimètres
- Un diamètre supérieur ou égal à 1,5 centimètres
- Un pH supérieur ou égal à 5,4
- Une humidité comprise entre 10 - 30
- Une teneur en sucres supérieure ou égale à 65% du poids sec

II.8 CONCLUSION

La dégradation alimentaire constitue un enjeu majeur dans le domaine de la sécurité et de la qualité des denrées, en particulier pour les produits sensibles comme la datte Deglat Nour. Comprendre les mécanismes de cette dégradation — qu'ils soient biologiques, chimiques ou physiques — permet de mieux préserver les qualités nutritionnelles, organoleptiques et sanitaires des aliments. Les effets de cette détérioration peuvent aller de la simple altération de l'apparence à des risques sérieux pour la santé du consommateur. Dans le cas spécifique de la Deglat Nour, un fruit emblématique à forte valeur économique et culturelle, les pertes qualitatives liées à la dégradation peuvent compromettre sa commercialisation aussi bien sur les marchés locaux qu'à l'export. Dès lors, la mise en œuvre de méthodes efficaces de protection et de conservation s'impose comme une nécessité pour prolonger la durée de vie du produit, garantir sa salubrité et maintenir ses attributs distinctifs. Ce chapitre a permis de faire le point sur les différentes causes de dégradation ainsi que sur les stratégies de préservation adaptées, tout en soulignant l'importance d'une évaluation rigoureuse de la qualité du produit final.

Chapitre III

Matériel et méthodes

III.1 Matériel et méthodes :

III.1.1 Matériel biologique

- **Deglat nour**

Les échantillons utilisés dans cette étude sont des dattes de la variété *Deglat Nour*, reconnue pour sa qualité supérieure et largement cultivée dans les régions sahariennes d'Algérie. Les fruits ont été récoltés à maturité commerciale (stade Tamar), En octobre, ces variétés ont été récoltées dans la région de Metlili de Ghardaïa, puis transportés dans des conditions hygiéniques contrôlées jusqu'au laboratoire. Seuls les fruits intacts, exempts de moisissures, de fissures ou d'autres défauts visibles ont été sélectionnés. Les dattes ont été triées manuellement.

- **L'huile essentielle**

L'*Artemisia elba elba*, aussi appelée armoise blanche, est une plante aromatique appartenant à la famille des *Asteraceae*. Elle récolte de la région de Metlili de Ghardaïa.

L'huile essentielle obtient par la méthode de l'hydrodistillation à l'aide d'un appareil de type Clevenger, ce huile utilisée, extraite de (*Artemisia helba-alba*, de famille de *Asteraceae elba*), a été appliquée selon la méthode [pulvérisation ou injection rapide], à une dose de [0,03ml dans un 300g de dattes ou 1/10000 ml par g de dattes]. L'objectif de cette application était d'évaluer son effet potentiel comme agent de conservation naturel, notamment pour son activité antimicrobienne et antioxydante.

III.1.2 Dispositif expérimental

Cette étude a été conçue pour évaluer l'effet de trois facteurs principaux sur la qualité post-récolte des dattes *Deglat Nour* : la température de stockage, la teneur en oxygène de l'atmosphère, et l'application d'une huile essentielle. Un plan factoriel complet $2 \times 2 \times 2$ a été adopté, comportant deux niveaux pour chacun des facteurs étudiés :

- Température : ambiante (22 ± 2 °C) et réfrigérée (7 ± 1 °C)
- Oxygène : 0 % (sans l'air) et 21 % (100 % l'air)
- Huile essentielle : absence ou présence d'une huile essentielle à base de [nom de la plante]

Chaque combinaison expérimentale a été réalisée en deux répétitions indépendantes, soit un total de 12 unités expérimentales. Les dattes ont été conditionnées en sachets hermétiques ou contenants scellés, puis stockées pendant une durée de 4 mois. Des échantillonnages ont été effectués aux jours 0,15, 30, 45, ... et 120 pour l'analyse des différents paramètres de qualité.

III.1.3 Mise en œuvre des conditions de stockage

Les conditions expérimentales ont été soigneusement contrôlées pour garantir la validité des résultats. Les échantillons ont été conditionnés dans des contenants hermétiques en polypropylène.

Afin de réduire la présence d'oxygène dans l'emballage, les dattes ont été conditionnées dans des sachets plastiques hermétiques. L'air contenu dans chaque sachet a été retiré à l'aide d'un appareil de mise sous vide, ce qui a permis de créer une atmosphère appauvrie en oxygène.

Ce processus a été réalisé en plaçant le sachet ouvert dans la chambre de l'appareil, puis en activant le système de pompage. Une fois l'air extrait, le sachet a été immédiatement scellé par thermo scellage afin de préserver les conditions de vide.

III.1.4 Analyses de la qualité des dattes

Des analyses physico-chimiques et organoleptiques ont été réalisées afin de caractériser l'évolution de la qualité des dattes au cours du stockage, ce travail est réalisé dans le Labo chimique de l'université de Ghardaïa.

A- Les dattes de daglat nour les échantillons :

1 (A) : Échantillon réfrigéré sous vide en plus additif

2 (B) : Échantillon sous vide à l'air libre, en plus additif

3 (C) : Échantillon plus additif à l'air libre

4 (D) : Échantillon sous vide à l'air libre

5 (E) : Échantillon à l'air libre

6 (F) : Échantillon réfrigéré sous vide



Figure III. 1: pesée des dattes



Figure III. 2 : Partitionnement et stockage

B- Les réactifs

Solution cuprique A

- Sulfate de Cuivre Pur :40g
- Acide Sulfurique Pur : 2ml
- Eau distillée : 1l

Solution Tartro Alcaline B

- Tartrate Sodico-Potassique : 200g
- Soude Pur : 150g
- Eau distillée : 1l

Solution ferrique C

- Sulfate Ferrique Sec Pur : 50g
- Acide Sulfurique Pur : 110ml
- Eau distillée : 1l

III.1.4.1 Test de la couleur**Mode opératoire :**

Peser 10 g de l'échantillon et le placer dans un bécher. Ajouter un volume d'eau distillée tiède égal à trois fois celui de l'échantillon.

Broyer ensuite le mélange obtenu

Choisir et numéroter un erlen de 200 ml pour filtrer la suite verser la solution



Figure III.3 : broyer de datte



Figure III. 4: Filtration de solution

Puis par pipette graduée de 5 ml nous prenons un volume de la solution obtenir dans 5 ml dans tube 1

Après 4 ml dans tube 2

et 3 ml dans tube 3

et 2 ml dans tube 4

et 1 ml dans tube 5

Et une ajoute d'eau distillée sur le chemin suivant :

1 ml d'eau distillée dans tube 1

2 ml d'eau distillée dans tube 2

3 ml d'eau distillée dans tube 3

4 ml d'eau distillée dans tube 4

5 ml d'eau distillée dans tube 5

Et tube 6 pour la solution sèche

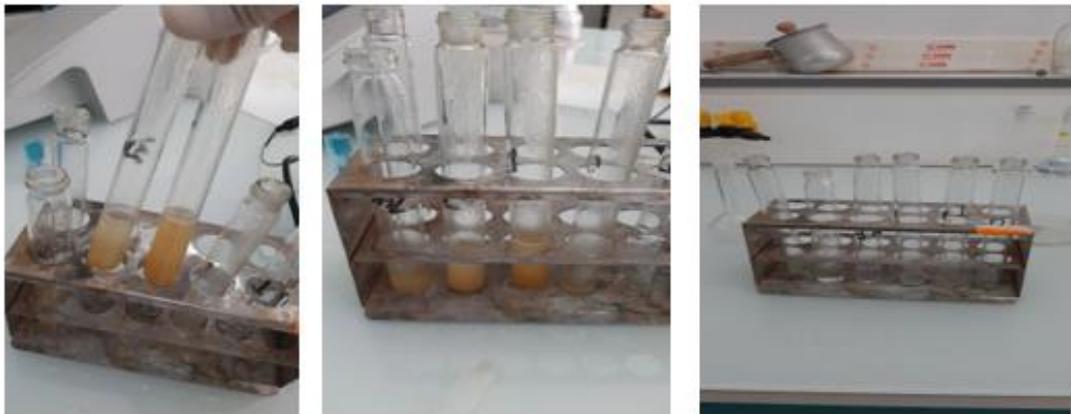


Figure III.5: solution obtenir

Ensuite, l'analyse est effectuée par appareil UV/visible



Figure III.6: appareil UV/visible

III.1.4.2 Détermination du pH

Une solution aqueuse de pulpe de datte broyée

Mode opératoire :

- Couper en petits morceaux une partie de l'échantillon
- éliminer les noyaux
- Placer le produit dans un bécher et ajouter trois fois son volume d'eau distillée
- Chauffer au bain-marie pendant 30 mn en remuant de temps en temps avec une baguette de verre
- Broyer ensuite le mélange obtenu dans bicher prenant



Figure III.7: Broyer de datte

* Les produits utilisés :

L'eau distillé + une partie de l'échantillon (solution aqueuse de pulpe de datte broyée)

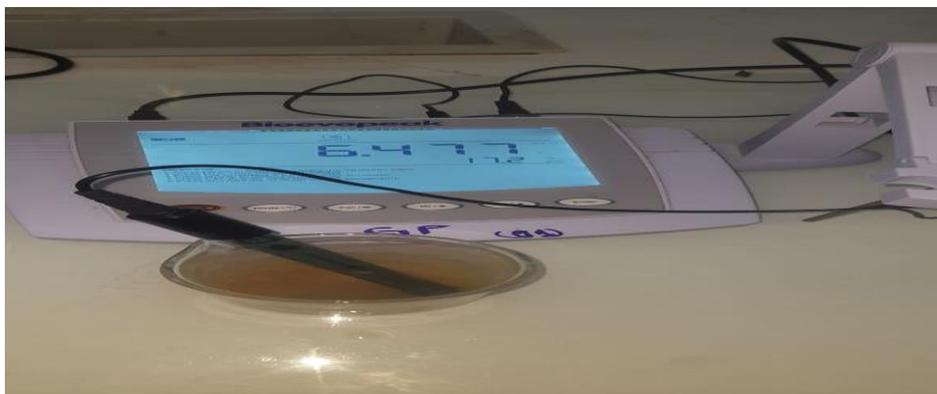


Figure III.8: pH mètre

III.1.4.3 Détermination de la teneur en eau :

Principe

La teneur en eau a été déterminée par dessiccation de quantité d'échantillon broyée dans une capsule en porcelaine puis séchée dans une étuve à la pression atmosphérique, à une température de 103 °C. pendant 7 h

Mode opératoire

- sécher des capsules vides à l'étuve durant 15 mn à 103 ° C
- Peser dans chaque capsule une quantité de chaque d'échantillon
- placer dans l'étuve réglée à 103 ± C° pendant 7 heures
- Retirer les capsules de l'étuve, et après refroidissement, les peser



Figure III. 9: Avant et après séchage 7 heures

Expressions des résultats :

La teneur en eau est exprimée selon la formule suivante :

$$H\% = \frac{M1-M2}{M1} \times 100$$

Soit :

H% : Humidité à base humide

M1 : Masse de la matière fraîche avant étuvage

M2 : Masse de la matière après étuvage

Matière sèche %=(100 – H%)

* Produit utilisés :

Une quantité de chaque d'échantillon broyée (Deglat-Nour)

III.1.4.4 Analyses chimiques (dosage des sucres)

Le dosage des sucres a été réalisé selon la méthode de Bertrand au sein du laboratoire de génie des procédés de Ghardaïa. Ces analyses ont permis de quantifier les teneurs en sucres totaux, en saccharose ainsi qu'en sucres réducteurs (glucose et fructose) dans les dattes Deglat Nour à l'état initial, ainsi que dans celles ayant subi différents traitements en température et en teneur en oxygène. Ce travail vise à évaluer l'impact de ces paramètres sur la qualité finale des fruits, en tenant compte du fait qu'une datte Deglat Nour de premier choix présente une répartition relativement équilibrée entre le saccharose et les sucres réducteurs.

Principe :

Cette méthode de dosage repose sur les propriétés réductrices des glucides. Le dosage de Bertrand permet donc de doser l'ensemble des glucides dits réducteurs comme le glucose, le fructose. Le saccharose, qui n'est pas réducteur, peut être dosé après une hydrolyse qui libère les fonctions réductrices du glucose et du fructose.

Le dosage se déroule en trois étapes :

- Réduction de la liqueur de Fehling par les glucides réducteurs
- Isolement du cuivre formé
- Dosage du cuivre par manganimétrie

Mode opératoire

Prise d'essai :

Peser 1g d'environ de l'échantillon dénoyauté et broyé représentatif ...**(a1)**



Figure III.10: Prise d'essai

Défécation :

- Peser 1 g de l'échantillon dans une fiole jaugée de 200 mL. Dissoudre dans une petite quantité d'eau distillée tiède.
- Ajouter à la prise d'essai :
 - 5 ml d'acétate de plomb à 10 %,
 - Ainsi que quelques pincées de sulfate de sodium.

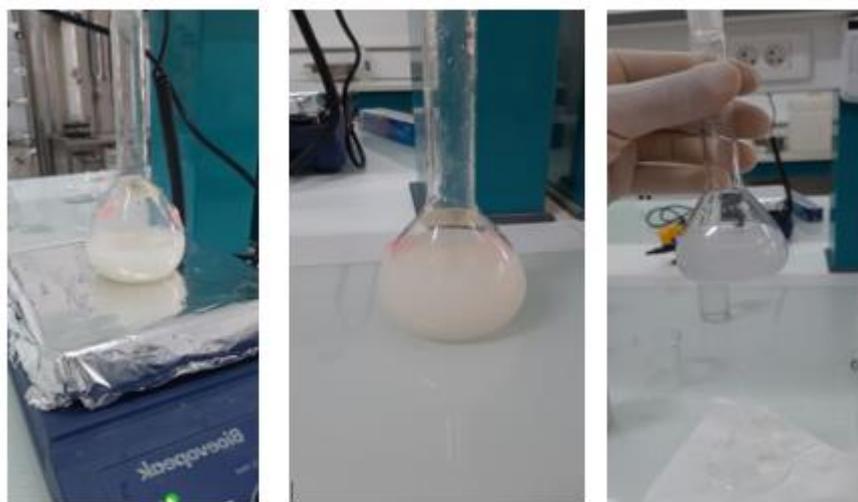


Figure III.11: Défécation des dattes.

- Agiter le contenu avec 2/3 d'eau pendant 10 min, après défécation compléter à 200 ml avec l'eau distillé, agiter et filtrer
- Récupérer le filtrat obtenu **...(a2)**
- Choisir et numéroté un erlen de 300 ml pour le dosage des sucres réducteurs et une fiole (2) de 100 ml pour le dosage des sucres totaux, par la suite verser le filtrat entre les deux verreries numérotées



Figure III.12: filtration et récupération de la solution principale

Dosage des sucres réducteurs :

Dans un Erlenmeyer de 300ml placer

- 20ml de liqueur A
- 20 ml de liqueur B
- 20ml de filtrat ; solution (1)

Procédure principale :

On porte le mélange à ébullition et, après exactement 3 minutes d'ébullition, on le laisse refroidir immédiatement sous l'eau courante, sans agitation. L'oxyde de cuivre précipite alors et prend une couleur rouge foncé ...**(a3)**



Figure III.13: réchauffement de la solution



Figure III.14: Obtention de précipité d'oxyde cuivreux

Filtrer la liqueur à l'aide d'un filtre d'amiante, en activant la filtration par l'aspiration à l'aide d'une trompe à eau.



Figure III.15 Filtration sous vide de l'oxyde cuivreux

- * Laver à trois fois reprises l'oxyde de cuivre avec 20 ml d'eau bouillie froide
- * Rejeter le filtrat contenu dans la fiole vide et la rincer à l'eau distillée. Remettre en place le filtre la fiole
- * Dissoudre l'oxyde cuivreux avec 30 ml de liqueur ferrique C
- * Collecter la liqueur ferrique partiellement réduite dans la fiole à vide en s'aidant d'une aspiration modérée
- * Rincer le filtrat à cinq reprises avec 20 ml d'eau ..(a4)

Titrage :

- * titrer le filtrat contenant la solution ferrique partiellement réduit par la solution N/10 de KMnO_4 , le virage est obtenu quand la couleur passe du vert franc au rose persistant
- * lecture et notation du volume V_1 de permanganate de potassium versé .. (a5)

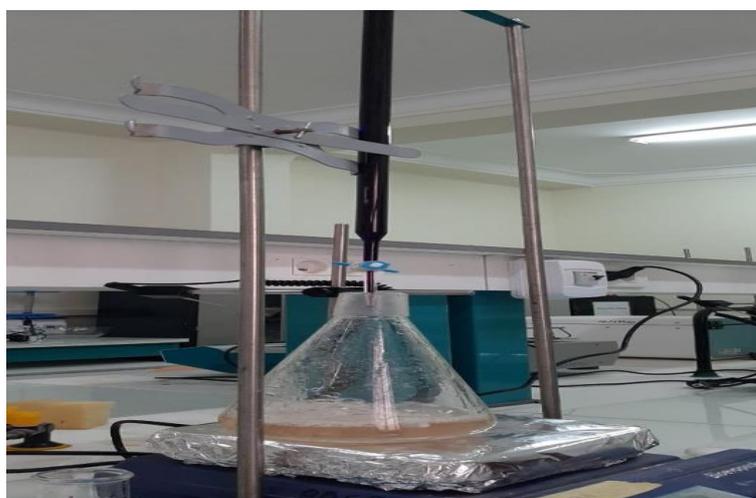


Figure III.16: Dosage du Cu_2O isolé par manganimétrie

Sucres non réducteurs (totaux)

Dans le cas d'un sucre réducteur, il faut faire subir une hydrolyse pour libérer les fonctions réductrices

Dans une fiole (2) de 100 ml

-10ml de filtrat

-10ml de HCl (83g/l)

• Porter au bain marie 30mm après refroidissement ajouter :

-Quelques gouttes de phénol-phtaline 1%

-NaOH aqueuse 10N pour neutraliser

• Compléter à 100CC avec l'eau distillée, on obtient une solution (2) agiter et prélever :

-20ml de liqueur A

-20ml de liqueur B

-20ml de solution (2)

Les étapes de manipulation citées précédemment (3) concernant le dosage des sucres réducteurs sont répétées pour le dosage des sucres totaux.

Expression des résultats

Le résultat est déduit établie expérimentalement par l'équation Bertrand qui relie les volumes de KMnO_4 de 0.1N par la quantité des sucres invertis

La manipulation consiste donc à déterminer la valeur correspondance entre la masse de cuivre et de glucose (l'équation de Bertrand). Les résultats sont exprimés par les relations suivantes :

$$\text{Sucres réducteurs : } E = \frac{V \times F}{1000} \quad (\text{V-1})$$

$$\text{Sucres totaux : } E = \frac{V \times F}{1000} \quad (\text{V-2})$$

E : quantité de sucre en (g)

V : volume de KMnO_4 (ml)

F : facteur d'équivalence = 0.0075 g/ml avec $\text{KMnO}_4 = 0.1 \text{ N}$

$$\% \text{ sucre} = \frac{E}{\text{mass de échantillon (g)}} \times 100$$

$$\text{Saccharose} = (\text{Sucres totaux} - \text{Sucres réducteurs}) \times 0.95 \quad (\text{V-3})$$

Interprétations des résultats

Le taux des sucres (sucres réducteurs, sucres totaux, saccharose) de dattes DN est calculé respectivement à l'aide des formules (V-1), (V-2), (V-3)

III.5 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons détaillé l'ensemble des matériaux utilisés ainsi que les méthodes expérimentales mises en œuvre pour évaluer la qualité des dattes de la variété Deglat Nour au cours de leur stockage. Le matériel biologique a été soigneusement sélectionné pour garantir l'homogénéité des échantillons. Le dispositif expérimental a été rigoureusement conçu pour afin de reproduire des conditions de conservation représentatives. Les différentes analyses physico-chimiques effectuées, notamment la mesure de la couleur, du pH, de la teneur en eau et des sucres, constituent des indicateurs pertinents pour suivre l'évolution de la qualité des dattes. Ces approches méthodologiques permettront d'établir des comparaisons objectives entre les modalités de stockage et de mieux comprendre les altérations post-récolte subies par les dattes.

Chapitre IV

Résultats et discussion

Résultat et discussion

IV.1 Introduction

Dans le but de prolonger la durée de conservation des dattes Deglat Nour tout en maintenant leur qualité visuelle, sensorielle et microbiologique, une étude expérimentale a été menée en testant plusieurs conditions de stockage.

Plusieurs lots de dattes ont été préparés et soumis à différentes modalités de conservation, notamment :

Le conditionnement sous vide, afin de réduire l'oxygène disponible et ralentir l'oxydation,

L'ajout d'un additif naturel (huile essentielle d'Artemisia elba elba), tenurz O2 reconnu pour ses propriétés antioxydantes et antimicrobiennes,

La variation de la température de stockage, en comparant la température ambiante et la réfrigération.

Chaque combinaison de ces facteurs a été évaluée sur une période de 4 mois,

IV.2 Testes sur l'échantillon initial :

Témoin	Teste de la couleur $Y=AX+B$ (R^2)	Humidité	ph	Sucre Réducteur	Sucre non réducteur	Saccharose	ph
Les résultats	$Y=4.2689x+0.3602$ $R^2= 0.97$	25.54%	6.4	57%	58.05%	1.05	6.4

Tableau IV. 1: résultats l'échantillon initial

A 06/ 02/ 2025, l'échantillon initial analysé tableau IV présente une humidité de 25.54 %, un pH de 6.4, ainsi qu'une teneur élevée en sucres réducteurs (57 %) et non réducteurs (58.05 %). Ces valeurs traduisent une bonne maturité du fruit et une aptitude à la conservation.

Le modèle linéaire obtenu pour l'évolution de la couleur ($Y = 4.2689x + 0.3602$, $R^2 = 0.97$) témoigne d'une très bonne corrélation entre le facteur de stockage étudié et le changement de couleur, permettant une interprétation fiable de l'impact des conditions expérimentales.

IV.3 L'effet de température :

L'analyse des échantillons A (stockés sous vide au réfrigérateur) et B (stockés sous vide à température ambiante) sur une période de 4 mois a permis de mettre en évidence l'impact de la température sur l'évolution de la couleur, de l'humidité et du pH des dattes Deglat Nour.

L'effet de la température montrent dans les résultats suivants :

IV.3.1 Test de la couleur

	Dattes A		Dattes B	
	Sous vide Réfrigérant Additif		Sous vide Ambiante Additif	
	R ²	A	R ²	A
19/02/2025	0.97	3,4701	0.97	2,9925
6/03/2025	0.98	4.474	0.96	4.0583
19/03/2025	0.99	3.8115	0.96	4.5626
9/04/ 2025	0.96	4.5655	0.97	3.8248
24/04/2025	0.97	4,8719	0.96	4,7759
8/05/2025	0.96	4.2539	0.97	4.8308
Témoin	0.97	Y=4.2689x+0.3602		

Tableau IV. 2: Résultats Test de la couleur entré (A) et (B)

Évolution de la couleur (paramètre A – test UV)

Les résultats montrent une augmentation progressive du paramètre A dans les deux échantillons, traduisant un brunissement progressif des dattes. Cependant, ce changement est plus marqué dans l'échantillon B, avec des valeurs de A atteignant jusqu'à 4.83 le 8/05/2025, contre 4.25 pour l'échantillon A. Cela indique que la température ambiante favorise davantage les réactions responsables du changement de couleur, telles que l'oxydation enzymatique ou les réactions de Maillard [59].

IV.3.2 Test de l'humidité

	Dattes A		Dattes B	
	Sous vide Réfrigérant Additif		Sous vide Ambiante Additif	
		27.54		27.54
19/02/2025		27.26		22.48
19/03/2025		22.38		23.40
24/04/2025		21.82		22.29
8/05/2025		21.03		20.50

Tableau IV. 3: Test de l'humidité entre (A) et (B)

L'échantillon A a présenté une perte d'humidité progressive mais modérée, passant de 27.54 % à 21.03 %. En revanche, l'échantillon B a montré une perte plus rapide, atteignant 20.50 % à la même date. Cela s'explique par l'effet de la température ambiante qui accentue l'évaporation, même dans des conditions sous vide [66].

IV.3.3 Teste de ph

	Dattes A	Dattes B
	Sous vide	Sous vide
	Réfrigérant	Ambiante
	Additif	Additif
19/02/2025	7.6	7.2
24/04/2025	7.2	7
8/05/2025	7	6.9

Tableau IV. 4 : résultats Teste de ph

Le pH des deux échantillons a diminué légèrement au fil du temps. L'échantillon A est passé de 7.6 à 7.0, tandis que l'échantillon B a chuté de 7.2 à 6.9. Cette acidification modérée peut être attribuée à une activité enzymatique résiduelle ou à une faible fermentation naturelle dans l'échantillon ambiant.

Les données obtenues confirment que la conservation au froid permet de mieux préserver la qualité physico-chimique des dattes Deglat Nour, en limitant la dégradation de la couleur, en réduisant les pertes d'humidité et en stabilisant le ph.

À l'inverse, la température ambiante accélère les transformations liées au vieillissement du produit, même dans des conditions de vide partiel [66].

IV.4 Effet de l'oxygène

Analyse comparative entre dattes conservées sous vide et à l'air libre à température ambiante
L'étude comparative entre les échantillons D (sans air) et E (à l'air libre), tous deux stockés à température ambiante, révèle des différences notables sur plusieurs paramètres qualitatifs au fil du temps.

IV.4.1 Teste de la couleur

Echantillon initiale	$R^2=0.97$		$Y= AX + B = 4.2689x+0.3602$	
	Dattes D		Dattes E	
	Sous vide Ambiante Sans additif		À l'air libre Ambiante Sans additif	
	R^2	A	R^2	A
19/02/2025	0.96	4,4168	0.96	4,599
6/03/2025	0.97	4,2388	0.97	4,2689
19/03/2025	0.97	4,2678	0.96	4,295x
9/04/ 2025	0.97	4,1541	0.96	4,5525
24/04/2025	0.96	4,765	0.96	4,7866x
8/05/2025	0.96	4,7312	0.97	4,8638

Tableau IV. 5: résultats teste de la couleur

Les deux échantillons montrent une augmentation du paramètre A, traduisant un brunissement progressif. Toutefois, les dattes exposées à l'air (E) présentent des valeurs plus élevées en moyenne, atteignant jusqu'à 4.86 contre 4.73 pour l'échantillon D. Cela confirme que la présence d'oxygène accélère les réactions de brunissement, notamment l'oxydation enzymatique et les réactions de Maillard. [59]

IV.4.2 ph

	Dattes D	Dattes E
Air	Sous vide	à l'air libre
T	Ambiante	Ambiante
Additive	Sans additif	Sans additif
22/02/2025	6.4	6.
22/04/2025	6.1	5.6
22/05/2025	5.9	5.4

Tableau IV. 6 : Résultats de ph des échantillons (D) et (E)

La baisse du pH est plus importante dans l'échantillon E (de 6.0 à 5.4) que dans D (de 6.4 à 5.9), suggérant une acidification plus rapide due à une activité enzymatique ou microbienne plus active en présence d'oxygène.

IV.4.3 Humidité

Echantillons la période	Ech D	Ech E
	12/02/2025	24.79%
12/03/2025	21.06%	20.34%
12/04/2025	20.11%	19.83%
12/05/2025	20%	19.94%

Tableau IV. 7: résultats d'humidité des échantillons (D) et (E)

Les pertes d'humidité sont observées dans les deux cas, mais elles sont plus marquées dans l'échantillon E, dont l'humidité est descendue à 19.94 % contre 20.00 % dans l'échantillon D. La conservation sous vide semble donc légèrement plus efficace pour limiter la déshydratation [63].

IV.4.4 Teste de sucre

	Dattes D		Dattes E	
	Sous vide Ambiante Sans additif		À l'air libre Ambiante Sans additif	
	S. R	S.NON R	S. R	S.NON R
22/02/2025	60%	62.10%	57%	58.95%
22/05/2025	57.67%	58.27%	55.72%	57.67%

Tableau IV. 8: Résultats teste de sucre entre (e) et (d)

Les dattes E ont montré une légère baisse des sucres réducteurs (SR) et non réducteurs (SNR) entre février et mai, avec 55.72 % SR et 57.67 % SNR en fin de période. L'échantillon D a conservé une teneur légèrement supérieure (57.67 % SR et 58.27 % SNR), ce qui indique une meilleure stabilité des sucres sous vide.

La conservation à l'air libre accélère les phénomènes de dégradation physico-chimique des dattes, notamment la perte d'humidité, l'oxydation des sucres, la baisse du pH et le brunissement.

En revanche, le conditionnement sous vide offre une protection modérée en ralentissant ces altérations, même à température ambiante [53].

IV.5 Evolution de couleur en fonction du temps :

Echantillon initiale	R ² =0.97		Y= AX + B = 4.2689x+0.3602									
	Dattes A		Dattes B		Dattes C		Dattes D		Dattes E		Dattes F	
	Sous vide Réfrigérant Additif		Sous vide Ambiante Additif		à air libre Ambiante Additif		Sous vide Ambiante Sans additif		À l'air libre Ambiante Sans additif		Sous vide Réfrigérant Sans additif	
	R ²	A	R ²	A	R ²	A	R ²	A	R ²	A	R ²	A
19/02/2025	0.97	3,4701	0.97	2,9925	0.97	4,1983	0.96	4,4168	0.96	4,599	0.97	4,5463
6/03/2025	0.98	4.474	0.96	4.0583	0.98	4,1029	0.97	4,2388	0.97	4,2689	0.96	4,2663
19/03/2025	0.99	3.8115	0.96	4.5626	0.97	4,2354	0.97	4,2678	0.96	4,295x	0.96	3,965
9/04/ 2025	0.96	4.5655	0.97	3.8248	0.97	4,5525	0.97	4,1541	0.96	4,5525	0.97	3,7442
24/04/2025	0.97	4,8719	0.96	4,7759	0.97	4,7787	0.96	4,765	0.96	4,7866x	0.98	4,5332
8/05/2025	0.96	4.2539	0.97	4.8308	0.96	4,3484	0.96	4,7312	0.97	4,8638	0.96	4,6386

Tableau IV. 9 : Evolution de couleur en fonctions du temps

A Sous vide + réfrigérateur + additif Faible progression du brunissement (valeurs basses)

B Sous vide + température ambiante + additif Brunissement modéré mais contrôlé

C À air libre + température ambiante + additif Brunissement plus élevé que A et B

D Sous vide + ambiante sans additif Brunissement accentué progressivement

E À air libre + ambiante sans additif Le brunissement le plus élevé → A = 4.8638

F Sous vide + réfrigérateur sans additif Résultats proches de A → conservation réussie

L'évolution du paramètre A au fil du temps montre clairement que la température et la présence d'oxygène sont des facteurs déterminants dans le brunissement des dattes Deglat Nour.

Les conditions combinant le vide, le froid et un additif naturel permettent de limiter efficacement le changement de couleur, tandis que les dattes exposées à l'air ambiant sans protection présentent une dégradation accélérée.

Ces résultats confirment l'intérêt de l'utilisation des huiles essentielles antioxydants dans le prolongement de la qualité visuelle du produit.

IV.6 Les tests organoleptiques des dattes

Les tests organoleptiques dans les tables suivant de chaque échantillon :

Les qualités organoleptiques des dattes Les échantillons	T°	Odeur	Gout	Couleur	Texture
A	7	Fort odeur	×××	Marron	Mellifère et humide
B	20	Normal	×××	Marron	Un peu rugueux
C	20	Presque fort	××	Marron	Demi molle
D	35	Normal	××	Marron	Cohésif
E	35	Faible acidité	×	Marron clair	Rugueux
F	7	Presque fort	××	Marron	Cohésif

Tableau IV. 10: Les tests organoleptiques pour chaque échantillon

Au début de l'expérimentation, les dattes présentent des caractéristiques organoleptiques globalement satisfaisantes, avec une texture humide à mellifère, une couleur marron clair à moyenne et une odeur forte ou normale, témoignant d'une bonne fraîcheur initiale. Les lots conditionnés sous vide et enrichis en additif naturel montrent déjà une meilleure texture et une odeur plus intense, suggérant que ces modalités favorisent la préservation immédiate des qualités sensorielles. En revanche, les lots conservés à l'air libre et à température ambiante sans additif présentent une texture plus rugueuse et une odeur moins prononcée, signes préliminaires d'une dégradation qui pourrait s'accroître avec le temps.

Après 1 mois

Les qualités organoleptiques des dattes Les échantillons	T°	Odeur	Gout	Couleur	Texture
A	7	Fort	×××	Marron Foncé	Mellifère et humide
B	20	Fort	×××	Marron	Un peu humide
C	20	Normal	××	Marron foncé	Un peu rugueux
D	35	Normal	××	Marron	Un peu humide
E	35	Faible acidité	×	Marron foncé	Rugueux
F	7	Normal	××	Marron	Un peu humide

Tableau IV. 11: Les tests organoleptiques pour chaque échantillon après 1 mois

Après un mois, les différences liées aux conditions de conservation deviennent plus nettes. Les dattes stockées sous vide et réfrigérées avec additif maintiennent une texture relativement humide et une couleur marron stable, tandis que les lots exposés à l'air libre, à température ambiante et sans additif commencent à montrer un assèchement visible, une couleur plus foncée et une odeur affaiblie. Cette dégradation sensorielle est cohérente avec la perte d'humidité et le brunissement progressif observés, mettant en évidence l'effet protecteur

combiné du vide, de la réfrigération et de l'additif naturel. L'odeur persistante dans les conditions optimales confirme aussi le ralentissement de l'oxydation et de l'altération

Après 2 mois

Les qualités organoleptiques des dattes Les échantillons	T°	Odeur	Gout	Couleur	Texture
A	7	Fort odeur	×××	Marron Foncé	Mellifère et humide
B	20	Presque fort	××	Marron	Humide
C	20	Normal	××	Marron	Un peu rugueux
D	35	Normal	××	Marron Foncé	Un peu humide
E	35	Faible acidité	×	Marron	Rugueux
F	7	Normal	×××	Marron Foncé	Un peu humide

Tableau IV. 12: Les tests organoleptiques pour chaque échantillon après 2 mois

À la fin de la période d'observation, soit après deux mois, la qualité sensorielle des dattes conservées sous vide, en réfrigération et avec additif est largement préservée, avec une texture encore humide, une couleur marron foncé stable et une odeur forte ou normale. En revanche, les lots stockés à l'air libre, à température ambiante et sans additif affichent une texture rugueuse, une couleur plus foncée due au brunissement excessif et une odeur faible, témoignant d'une dégradation avancée. Ces résultats confirment que le conditionnement sous vide associé à la réfrigération et à l'utilisation de l'huile essentielle d'*Artemisia alba alba* contribue efficacement à prolonger la durée de conservation des dattes Deglat Nour tout en maintenant leur qualité visuelle et sensorielle.

Les résultats expérimentaux ont montré que la réfrigération, le conditionnement sous vide et l'ajout d'huile essentielle d'*Artemisia alba alba* ont permis de limiter la dégradation des dattes Deglat Nour. L'évolution des paramètres mesurés (couleur, humidité, pH, sucres) a confirmé l'efficacité de ces techniques. Notamment, les dattes conservées sous vide à basse température ont présenté les meilleurs résultats en termes de stabilité de la couleur, faible perte d'humidité et préservation de la qualité organoleptique. Ces résultats confirment que des stratégies combinées permettent d'optimiser la conservation de cette variété.

IV .6 Conclusion

L'étude expérimentale menée sur la conservation des dattes *Deglat Nour* a permis de mettre en évidence l'influence significative de plusieurs facteurs — à savoir la température, l'oxygène et l'ajout d'un additif naturel (huile essentielle d'*Artemisia elba elba*) — sur la qualité globale du produit durant une période de suivi de 4 mois.

Les résultats montrent que :

- **La température de conservation** joue un rôle primordial. Le stockage au **réfrigérateur** permet de mieux préserver l'humidité, de ralentir le brunissement (évolution du paramètre A) et de stabiliser le pH des dattes. À l'inverse, la **température ambiante** accélère les réactions d'oxydation, la perte d'eau et la baisse du pH, traduisant un vieillissement plus rapide du fruit.
- **Le conditionnement sous vide**, en limitant la disponibilité de l'oxygène, a contribué à une meilleure rétention de l'humidité et des sucres, tout en ralentissant les mécanismes d'oxydation enzymatique et de brunissement. Cependant, l'efficacité du vide reste partielle lorsque combinée à une température ambiante, prouvant que **le froid et le vide agissent en synergie** pour une conservation optimale.
- **L'ajout de l'huile essentielle d'*Artemisia alba alba*** a montré un effet bénéfique, en complément du vide et du froid. Les échantillons contenant l'additif présentent globalement un meilleur maintien des propriétés organoleptiques (couleur, texture, goût, odeur) et physico-chimiques (humidité, pH, teneur en sucres).
- Les **tests organoleptiques** confirment ces résultats : l'échantillon A (sous vide + réfrigération + additif) est resté le plus stable sensoriellement, tandis que l'échantillon E (à l'air libre, température ambiante, sans additif) a présenté la plus forte dégradation de la texture, de l'arôme et de la couleur.

En somme, cette étude met en évidence **l'efficacité combinée du conditionnement sous vide, du froid et de l'utilisation d'un additif naturel** pour prolonger la durée de conservation des dattes *Deglat Nour*, tout en maintenant leur qualité visuelle, sensorielle et microbiologique. Ces résultats ouvrent des perspectives prometteuses pour l'industrie de la datte en matière de valorisation post-récolte et de réduction des pertes durant le stockage.

*Conclusion
Générale*

Conclusion Générale :

Cette étude s'est attachée à caractériser de manière approfondie la datte Deglat Nour, emblème du patrimoine fruitier algérien, en s'appuyant sur des analyses morphologiques, physico-chimiques, fonctionnelles et organoleptiques. Elle a également permis d'évaluer, de façon rigoureuse, le comportement de ce fruit face aux principales contraintes de conservation post-récolte.

Les résultats ont mis en lumière l'influence déterminante de plusieurs facteurs sur la qualité globale de la datte durant le stockage :

- **La température** : Le froid, notamment la réfrigération, contribue à stabiliser le pH, limiter la perte d'humidité et ralentir le brunissement.
- **L'atmosphère de conservation** : Le conditionnement sous vide, en réduisant l'oxygène disponible, retarde les réactions d'oxydation enzymatique et limite la dégradation des sucres.
- **L'ajout d'un additif naturel** : L'huile essentielle d'*Artemisia alba alba*, utilisée comme agent de conservation, s'est révélée efficace pour maintenir les propriétés organoleptiques et microbiologiques du fruit, surtout lorsqu'elle est associée au froid et au vide.

Ainsi, l'échantillon combinant ces trois approches (vide + réfrigération + additif) a conservé les meilleures qualités sensorielle et chimique, tandis que les échantillons exposés à l'air libre à température ambiante ont subi les plus fortes altérations.

Sur le plan scientifique et technique, cette recherche met en évidence l'intérêt de stratégies combinées, naturelles et technologiques, pour prolonger la durée de vie des dattes sans altérer leur qualité. Elle confirme que la maîtrise des conditions de stockage peut considérablement influencer la préservation de la fraîcheur, des caractéristiques nutritionnelles, et de l'aspect visuel du fruit.

Dans un contexte de croissance de la demande et de compétitivité accrue du marché des dattes, ces résultats ouvrent la voie à des **approches durables et innovantes** de valorisation post-récolte. Ils encouragent notamment :

- L'intégration d'**additifs naturels** dans les systèmes de conservation à l'échelle industrielle,

- Le développement de **chaînes logistiques réfrigérées**, adaptées aux spécificités des fruits sensibles,
- Et l'adoption de **solutions éco-responsables** favorisant la réduction des pertes alimentaires tout en maintenant la qualité.

Des recherches complémentaires pourraient explorer l'optimisation des doses d'additifs naturels, l'impact de nouveaux matériaux d'emballage biodégradables, ou encore les effets à plus long terme du stockage sur les propriétés fonctionnelles et antioxydantes de Deglat Nour.

En somme, cette étude constitue une base solide pour guider les producteurs, transformateurs et distributeurs vers une conservation raisonnée et qualitative de ce fruit d'exception, alliant tradition et modernité.

BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHIE

- [01] Ariffin, A. A., Ghazali, H. M., & Abdullah, N. (2020). Effects of storage on quality and antioxidant properties of date fruits. *Journal of Food Quality*, 2020, Article ID 8824916.
- [02] Bentradi, N., Amellal-Chibane, H., & Draoui, K. (2021). Post-harvest changes in Deglat Nour date quality during different storage conditions. *Acta Horticulturae*, 1309, 201–208.
- [03] Biglari, F., AlKarkhi, A. F., & Easa, A. M. (2008). Antioxidant activity and phenolic content of various date palm (*Phoenix dactylifera*) fruits from Iran. *Food Chemistry*, 107(4), 1636–1641.
- [04] Bouhlali, E. D. T., Ennassir, J., Alem, C., Benlyas, M., Mbark, A. N., & Zegzouti, Y. F. (2017). Phytochemical compositions and antioxidant capacity of three date (*Phoenix dactylifera* L.) seed varieties grown in the South of Morocco. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 16(4), 350–357.
- [05] Mohamed, R. S., & Sabry, H. A. (2019). Effect of cold storage on quality parameters of Deglat Nour date fruits. *Egyptian Journal of Agricultural Research*, 97(4), 1243–1254.
- [07] MaroufAribi, M., & Khali, M. (2018). ÉTUDE D'EFFETS D'UNE TECHNIQUE DE DÉSINFESTATION PAR TRAITEMENTS SIMPLES DE THERMISATION SUR LES CRITÈRES DE QUALITÉ MICROBIOLOGIQUE DE LA DATTE DEGLAT-NOUR (*PHOENIX DACTYLIFERA* L.) AU COURS DE DIFFÉRENTES CONDITIONS DE STOCKAGE. *AGROBIOLOGIA*, 8(2), 1047-1057.
- [08] Chouicha, S., Boubekri, A., Bouguettaia, H., Mennouche, D., & BERREBEUH, M. H. (2010). Séchage et qualité des dattes Deglat-Nour humidifiées par utilisation d'un séchoir solaire hybride. *Annales des Sciences et Technologie* Vol, 2(1).
- [09] OUACIFI O & BENDAHMANE KH. (2023) Conservation par réfrigération des dattes de la région de Biskra: évaluation des critères de la qualité.
- [10] CHETTOUH Hadda, R. A. (2021). Impact de boufaroua (*oligonychusafrasiaticus*) sur les propriétés physico-chimiques et biochimiques de la datte Deglat-Nour dans la région de Biskra.
- [11] BELAROUCI, M. E. (2019). Etude de la production du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) variété DeglatNour: cas des régions de Oued Mya et Oued Righ (Doctoral dissertation, 2019).
- [12] Amieur, S. D., & Hambaba, L. (2016). Effect of pH, temperature and some chemicals on polyphenoloxidase and peroxidase activities in harvested DeglatNour and Ghars dates. *Postharvest Biology and Technology*, 111, 77-82.
- [13] **Belarbi, M.** (2024). Étude neurocomportementale et histologique de l'effet neuroprotecteur des noyaux de dattes (*Phoenix dactylifera* L.) chez le modèle Alzheimer : Étude in vivo. Université de Mostaganem
- [14] Amor, D. (2014). Etude de l'évolution de la consommation énergétique d'irrigation des palmiers et le potentiel d'intégration du bioéthanol des déchets des dattes (Doctoral dissertation).
- [15] Bahri, A. A. (2024). Production d'aliments pour le bétail à partir des déchets du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) [Mémoire de master, Université Frères Mentouri Constantine 1]
- [16] Bouhoreira, A., & Skander, M. F. Influence de la fraction massique d'un matériau bio-composite sur les comportements mécaniques (Doctoral dissertation, Université KasdiMerbah Ouargla).

BIBLIOGRAPHIE

- [17] Younuskunju, S., Mohamoud, Y. A., Suhre, K., Mathew, L. S., Mayer, K., & Malek, J. A. (2025). Genomic Analysis of Date Palm Fruit Size Trait and Identification of Candidate Genes through GWAS. bioRxiv, 2025-01.
- [18] MANSOURI, A., & FERCHA, B. Valeur alimentaire et thérapeutique de deux cultivars des dattes: Timjoughert et Takarmoust (Doctoral dissertation, UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA).
- [19] KRID, K. (2018). Efficience de l'ensachage des régimes et toilettage du palmier dattier Phoenix dactylefira Linné 1953 sur Ectomyeloisceratoniae Zeller (Lepidoptera: Pyralidae). Impact sur la qualité des dattes (Cultivar DeglatNour) (Doctoral dissertation, UNIVERSITE KASDI MERBAH-OUARGLA).
- [20] Babahani, S., & Eddoud, A. G. (2012). EFFET DE LA TEMPÉRATURE SUR L'ÉVOLUTION DES FRUITS CHEZ QUELQUES VARIÉTÉS DU PALMIER DATTIER (Phoenix dactylifera L.)€. Algerian Journal of Arid Environment "AJAE", 2(1), 6-6.
- [21] Rafika LOUGHLANI, R. S. (2024). Valorisation De Déchets Des Dattes Dans La Production De Bioéthanol. (MASTER. Université de Biskra)
- [22] FARDJAOUI A ET M'RABTI W, T. M. (2016). Caractérisation biochimique et organoleptique de quelques variétés communes de datte et enquête de la commercialisation et de la consommation des dérivés de datte dans la ville de Guelma et d'Alger.
- [23] Leila, B. O. U. R. O. U. B. A. (2022) PROCESSUS DE FABRICATION DU VINAIGRE A BASE DES DATTES
- [24] SADDOKI, F., & SALMI, H. (2017). Caractérisation de l'impact de quelques paramètres hydro-édaphiques sur les caractéristiques des dattes DeglatNour dans la région de Ouargla (Doctoral dissertation, UNIVERSITE DE KASDI MERBAH-OUARGLA).
- [25] DJOUHRI, O., & BENCHEIKH, I. (2021). Recherche des composés à activité biologique dans les dattes et activité antimicrobienne de leurs extraits (Doctoral dissertation, UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA).
- [26] MIMOUNI, F. Z. (2021). Etude comparative des caractéristiques physico-chimiques et biochimiques de trois cultivars de dattes d'Oued Righ Willaya de Touggourt (cas de dattes DeglatNour, DeglaBaidha et Tantbouchet).
- [27] Youssra, K. (2022). Contribution à l'étude phytochimique de quelques variétés de dattes dans la régions des zibans.
- [28] AMRANI, C., AMRANI, M., DIHMANE, A., & BAHIANI, M. (2022). Classification de quelques cultivars de dattes de la région d'Aougrou (Timimoun) selon leurs index glycémiques (Doctoral dissertation, UNIVERSITE AHMED DRAIA-ADRAR).
- [29] Imane, B. A. D. R. I. (2023). Etude sur la qualité des dattes dans la région de Biskra.
- [30] SEDDIKI, M. (2015). Contribution à l'étude de l'amélioration des propriétés glycémiques des sirops issus de dattes molles (variété Ghars) (Doctoral dissertation, UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA).

BIBLIOGRAPHIE

- [31] DJOUHRI, O., & BENCHEIKH, I.(2021). Recherche des composés à activité biologique dans les dattes et activité antimicrobienne de leurs extraits (Doctoral dissertation, UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA).
- [32] Ben Teba, & Fatima Zahra.(2021) Effet des stades de maturation sur les composés phénoliques, l'activité antioxydante et les radicaux libres de certaines variétés de palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) (Thèse de doctorat, Université KasdiMerbah Ouargla).
- [33] BERRIHA, S. (2023).Recherche des métabolites bioactifs et l'étude de leurs propriétés antioxydant dans le sirop de dattes stocké (Doctoral dissertation, UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA).
- [34] **Mahdjoub, W., & Hadj Kouider, H. (2020).**L'étude phytochimique qualitative des extraits de quelques variétés de datte locales (Sebseb) .Mémoire de Master, Université de ghardaia.
- [35] Chouicha, S., Boubekri, A., Bouguettaia, H., Mennouche, D., & BERREBEUH, M. H. (2010). Séchage et qualité des dattes Deglat-Nourréhumidifiées par utilisation d'un séchoir solaire hybride. *Annales des Sciences et Technologie* Vol, 2(1).
- [36] DAASAMIOUR, S. (2017). Mise en évidence et inhibition du brunissement enzymatique post récolte des dattes DeglatNour et Ghars (Doctoral dissertation, Université de Batna 2).
- [37] Misbah, A., Essarioui, A., &Noutfia, Y. (2022). Technologies post-récolte pour la préservation de la qualité des dattes durant le stockage. *African and Mediterranean Agricultural Journal-AI Awamia*, (134), 30-59.
- [38] Rim, O. U. A. M. A. N. E. (2019). Effet de la salinité des sols sur la production des dattes Essai de fertilisation phospho-potassique sur le palmier dattier dans la région des Ziban (Doctoral dissertation, Université de Biskra).
- [39] Faiza, B. E. N. (2024). Organisation et fonctionnement du marché de la datte en Algérie: Situation et perspectives. Étude de cas: les régions de Ouargla et Biskra (Doctoral dissertation, Université KasdiMerbah Ouargla).
- [40] SAYAH, Z. (2010). Etude comparative des caractéristiques physico-chimiques et biochimiques des dattes de la cuvette de Ouargla.
- [41] Achour, M., &Bagga, N. (2005). Effet des conditions d'entreposage sur la dégradation de la couleur des dattes tunisiennes de type DeglatNour. *Fruits*, 60(1), 41-46.
- [42] Azouz, C., &Oubacha, O. (2022). La valorisation des dattes Algériennes à travers la vente dans les boutiques spécialisées. Cas de la willaya de Tizi-Ouzou et Alger (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).
- [43] Adel, B. (2022) .Etude expérimentale du séchage des petits pois. (université de biskra.)
GHEZZOUL, F. (2010). Les maladies fongiques des dattes en stockagedu palmier dattier *Phoenix dactylifera* L dans la région de Ouargla (Doctoral dissertation, UNIVERSITE KASDI MERBAH-OUARGLA
- [44] Ghomari, F., &Bendi-Ouis, A. (2007-2008). Science des matériaux de construction: Travaux pratiques. Université AboubekrBelkaid, Faculté des Sciences de l'Ingénieur, Département de Génie Civil.
- [45] Boubekri, A., Benmoussa, H., Courtois, F., &Bonazzi, C. (2013). Étude du traitement thermique à l'eau chaude en vue d'amélioration de la qualité des dattes sèches.

BIBLIOGRAPHIE

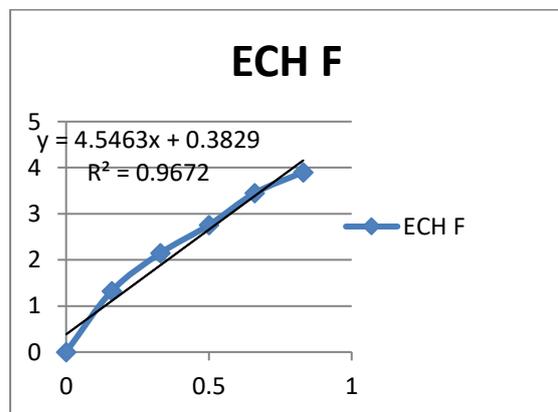
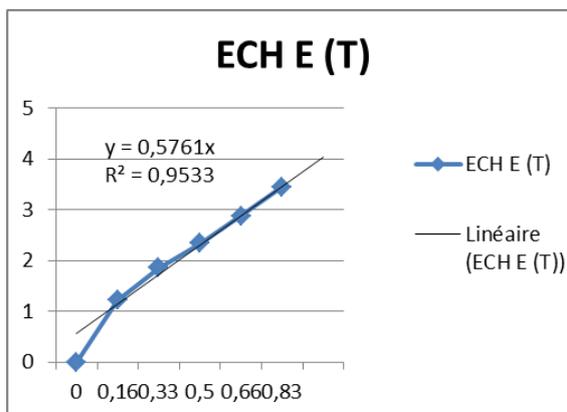
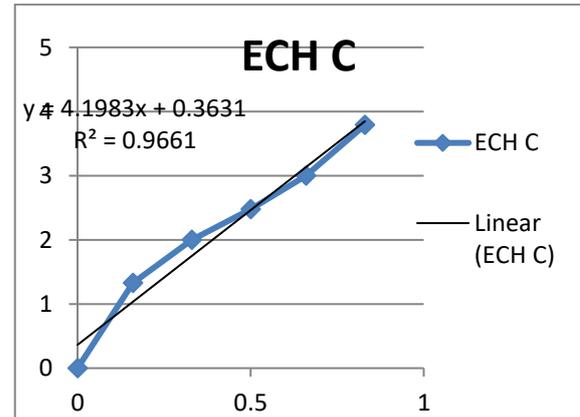
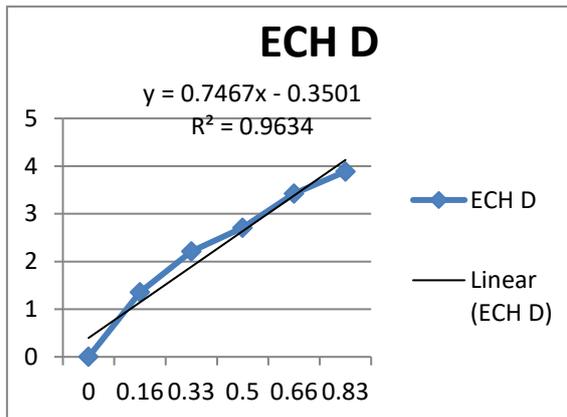
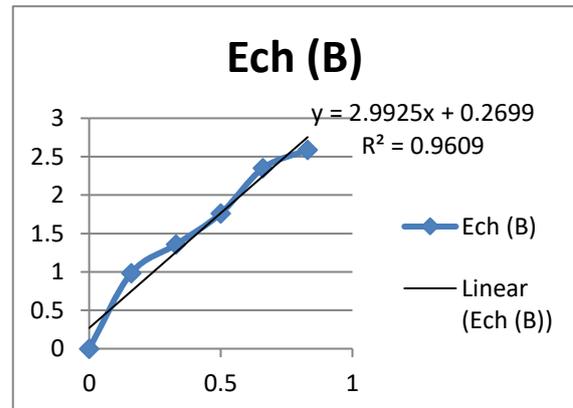
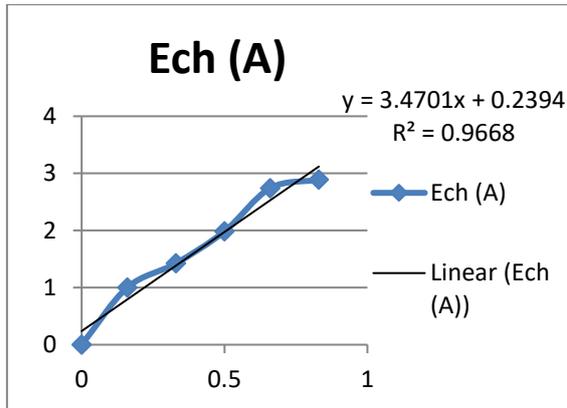
- [46] BEN SAYAH, F. (2014). Influence des conditions de stockage au froid des dattes sur leur qualité organoleptique dans la région des Zibans (Cas des dattes-variété DeglatNour) (Doctoral dissertation, UNIVERSITE KASDI MERBAH-OUARGLA).
- [47] Belkacem, A. B. D. E. L. L. I.(2022) Situation de la conservation à froid des dattes dans la région de Biskra (Cas de la Daïra de Tolga).
- [48] CHOUROUK, H. (2022).Situation de la conservation à froid des dattes dans la région de Biskra (Cas de la Daïra d'Ourlal).
- [49] 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 (Doctoral dissertation, Montpellier SupAgro).
- [50] Khali, M., Selselet-Attou, G., &Guertarni, D. (2007). INFLUENCE DE LA THERMISATION ET D'UN EMBALLAGE POUR ATMOSPHERES MODIFIEES SUR LA COMPOSITION CHIMIQUE DE LA DATTE DEGLAT NOUR AU COURS DU STOCKAGE AU FROID. Sciences and Technologie C, (26), 9-16.
- [51] KHELIL, K. (2022).Etude comparative de deux vinaigres: vinaigre de dattes et vinaigre de pommes (Doctoral dissertation, UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA).
- [52] Imane, A., & Aicha, A. (2021). Etude bibliographique sur l'utilisation de Genévrier dans la conservation des aliments (Doctoral dissertation, Université Larbi Tébessi Tébessa).
- [53] DABIJA, D. (2009). Les principales méthodes de conservation des aliments.
- [54]<https://repository.univ-msila.dz/items/2a3380ae-af4f-4971-a51e-6d9f3bf5baf9/full>
- [55]<https://facmed.univ-constantine3.dz/wp-content/uploads/2023/04/les-alt%C3%A9rations-alimentaires.pdf#:~:text=D%C3%A9finition%20d'une%20alt%C3%A9ration%20alimentaire%20C'est%20une%20modification,souvent%20des%20intoxications%20graves%20voire%20m%C3%Aame%20mortelles.>
- [56]<https://facmed.univ-constantine3.dz/wp-content/uploads/2023/04/les-alt%C3%A9rations-alimentaires.pdf>
- [57] <https://facmed.univ-constantine3.dz/wp-content/uploads/2023/04/les-alt%C3%A9rations-alimentaires.pdf>
- [58]<https://facmed.univ-constantine3.dz/wp-content/uploads/2023/04/les-alt%C3%A9rations-alimentaires.pdf>
- [59]<https://thehungryhug.com/reaction-de-maillard>
- [60] Shahidi, F., & Naczk, M. (2004). Phenolics in Food and Nutraceuticals. CRC Press.
- [61]Khan, M. I., et al. (2008). "Storage stability of date fruit at different temperatures." Journal of Food Science and Technology.
- [62]Al-Farsi, M., & Lee, C. Y. (2008). "Nutritional and functional properties of dates: a review." Critical Reviews in Food Science and Nutrition.
- [63]Yahia, E. M. (2011). Postharvest Biology and Technology of Tropical and Subtropical Fruits. Woodhead Publishing.
- [64]Ariff, O., et al. (2014). "Effect of storage on physicochemical and sensory properties of dates." International Food Research Journal.

BIBLIOGRAPHIE

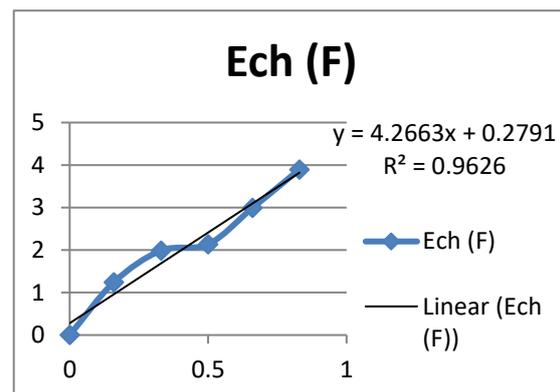
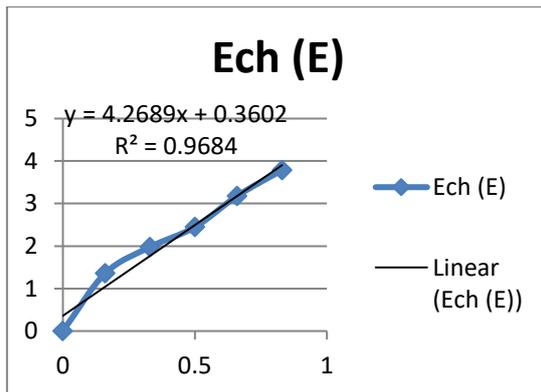
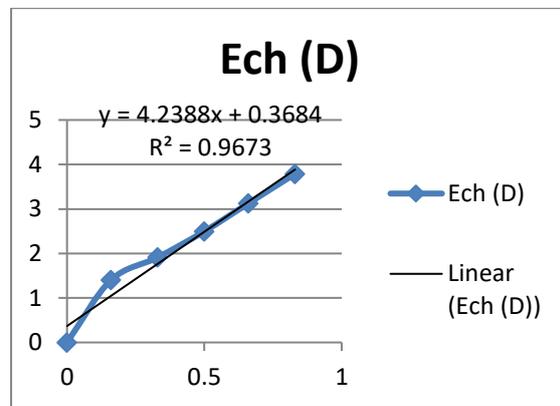
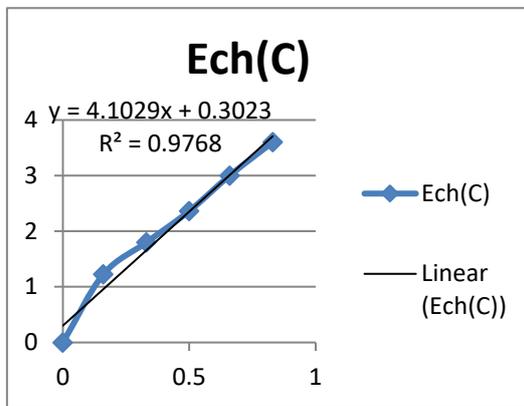
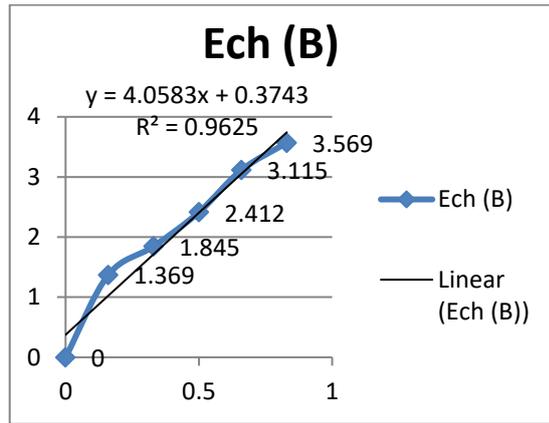
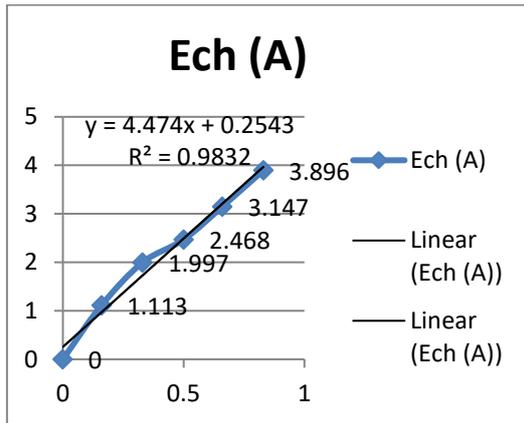
- [65] Biglari, F., et al. (2008). "Effect of drying methods on the antioxidant properties of date fruit." *Food Chemistry*.
- [66] Meligi et Sourial 1982, Mohantmed et al. 1983 citè par Açourène S 2001

Annexe 01

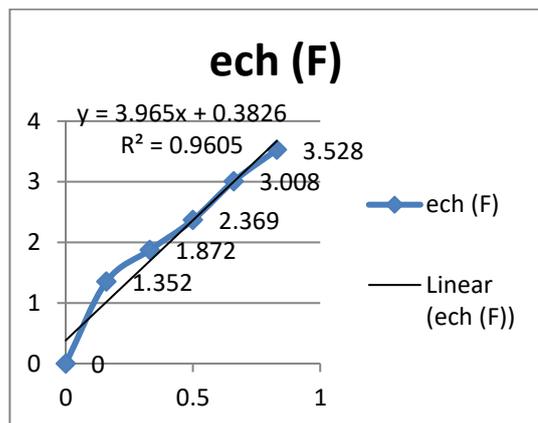
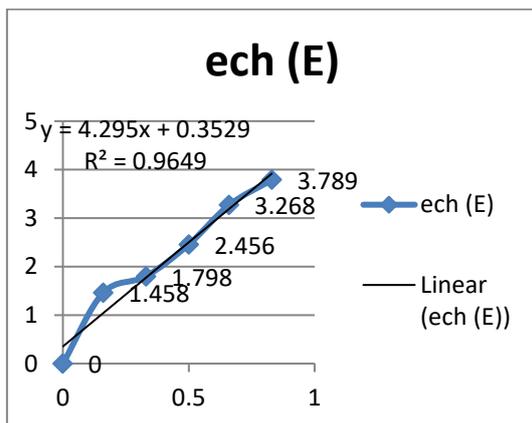
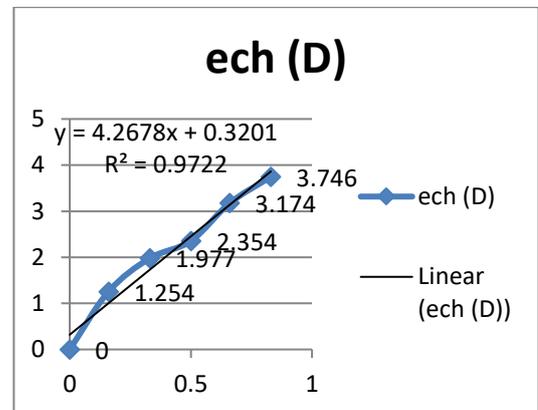
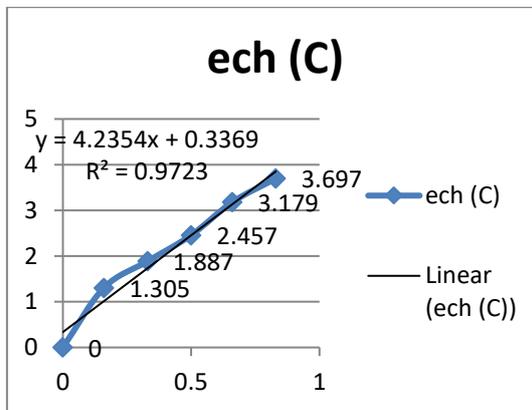
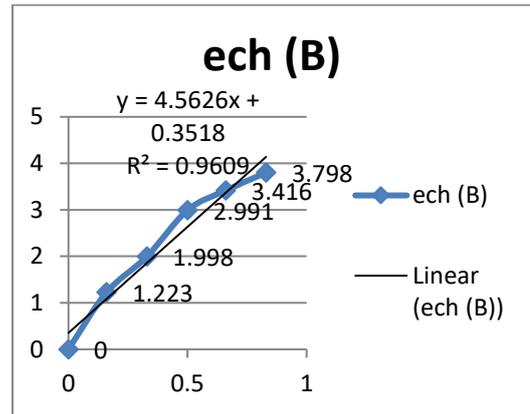
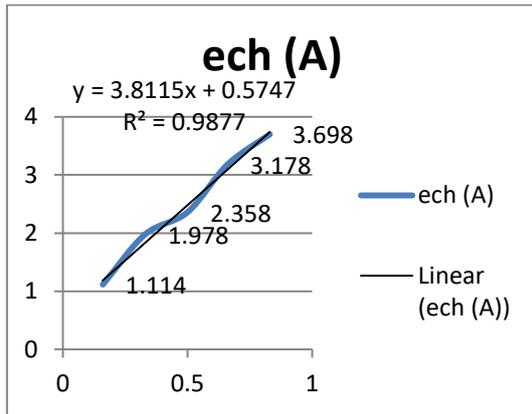
09/02/2025



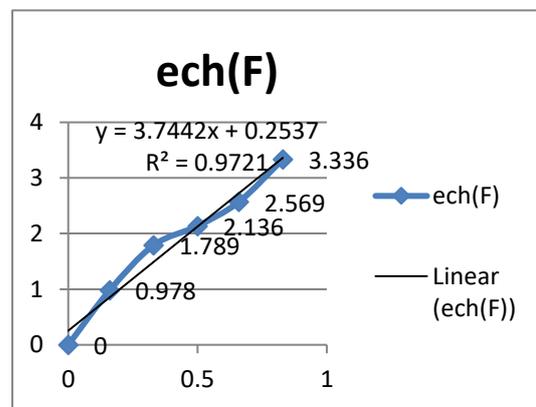
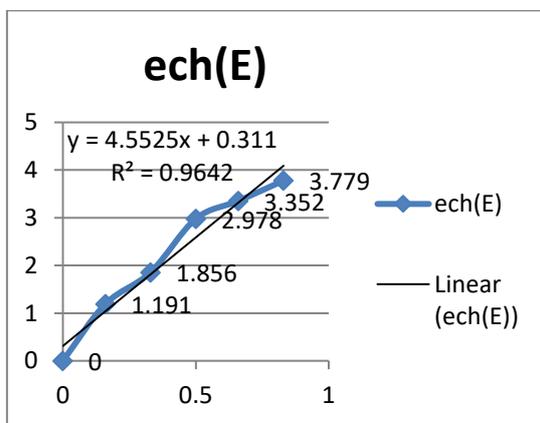
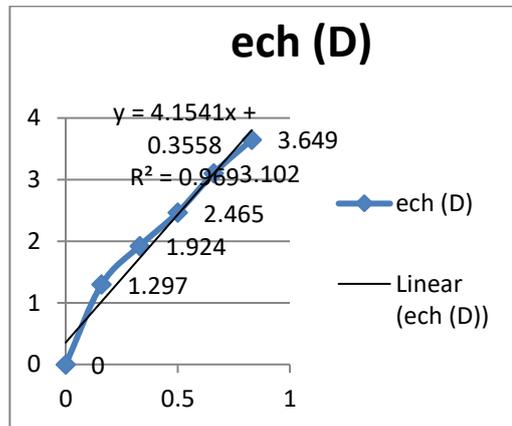
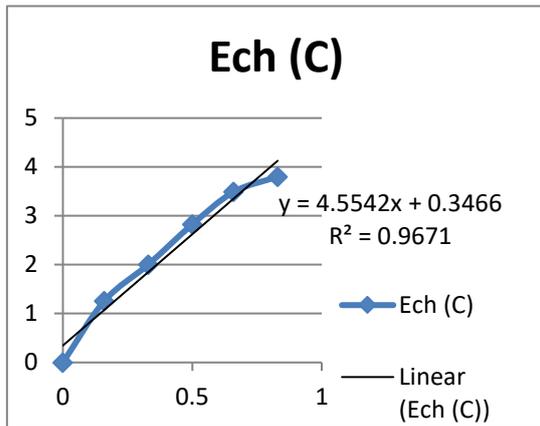
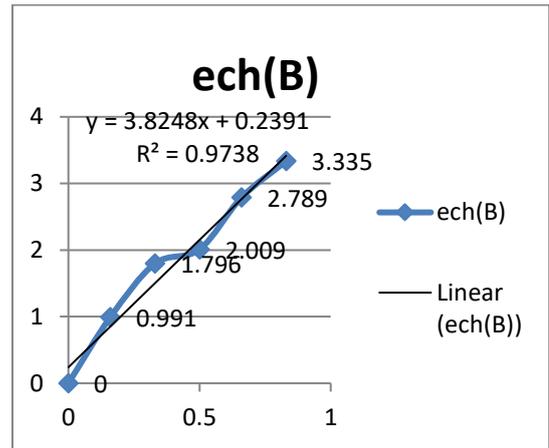
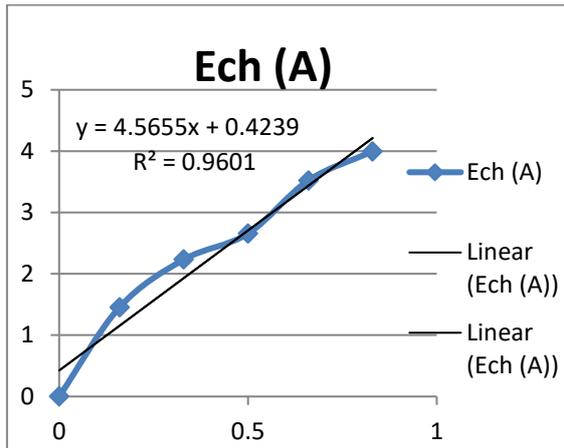
24/02/2025



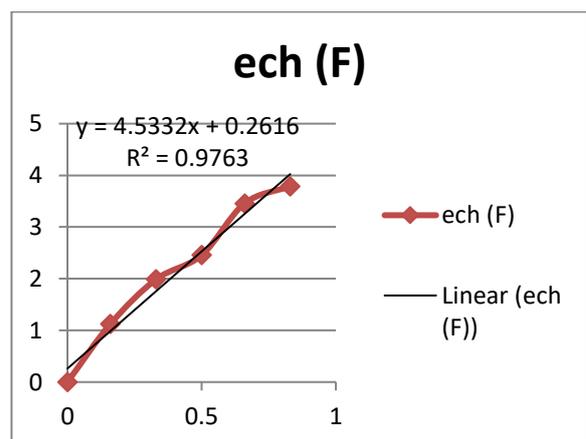
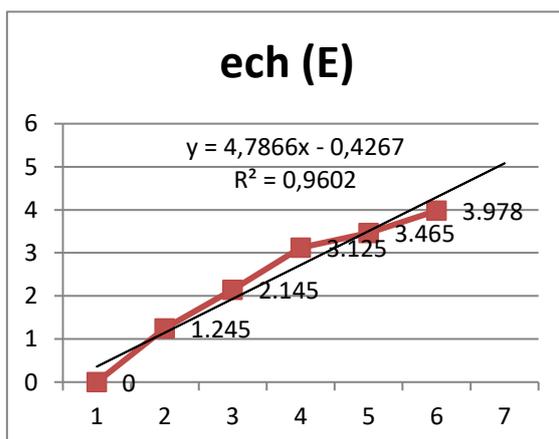
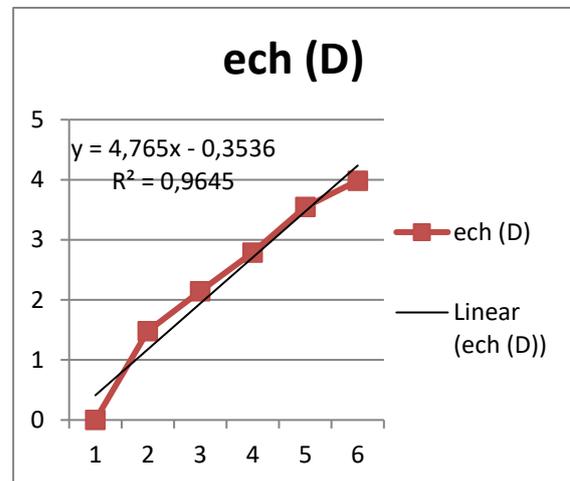
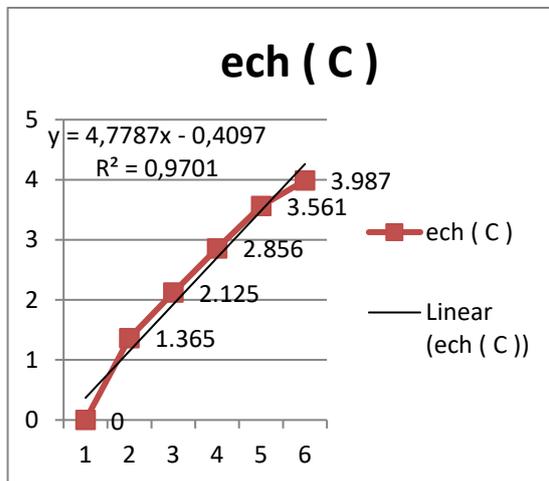
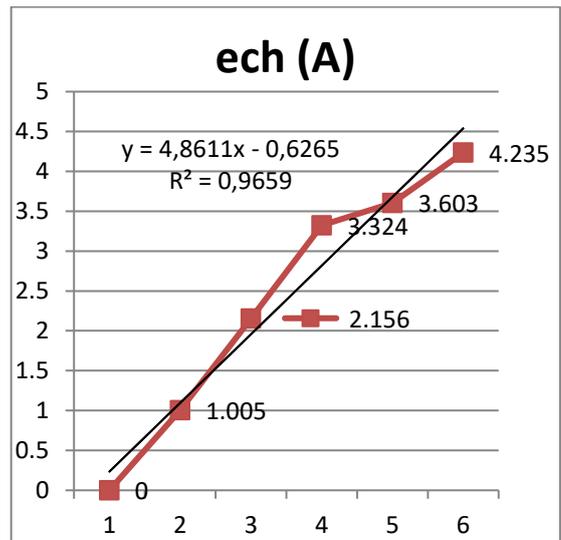
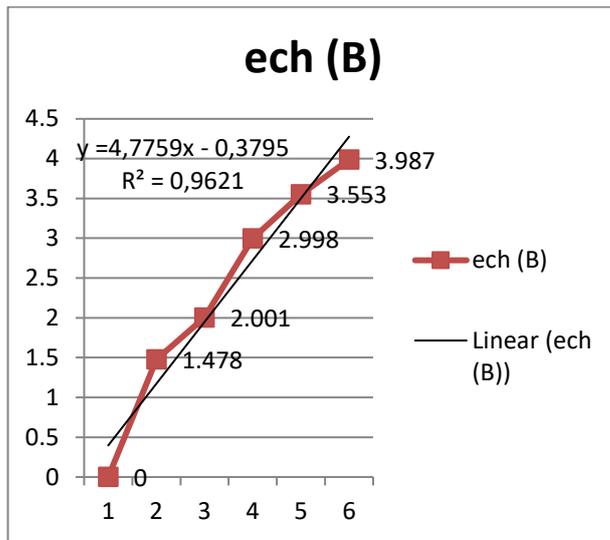
13/03/2025



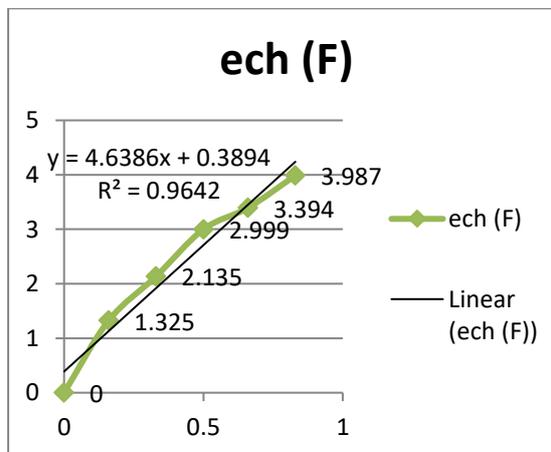
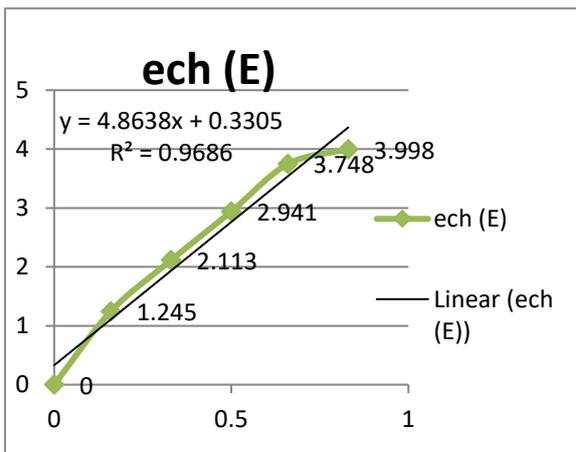
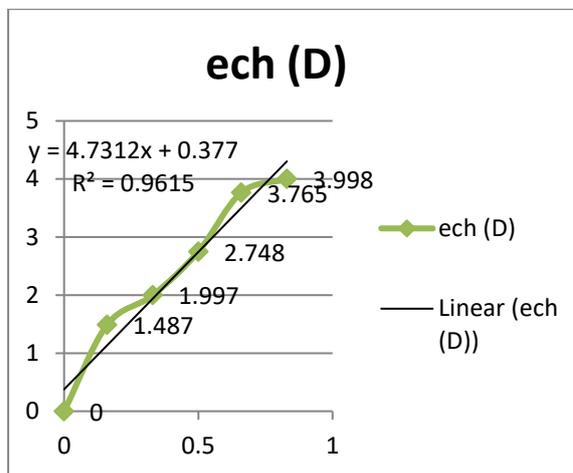
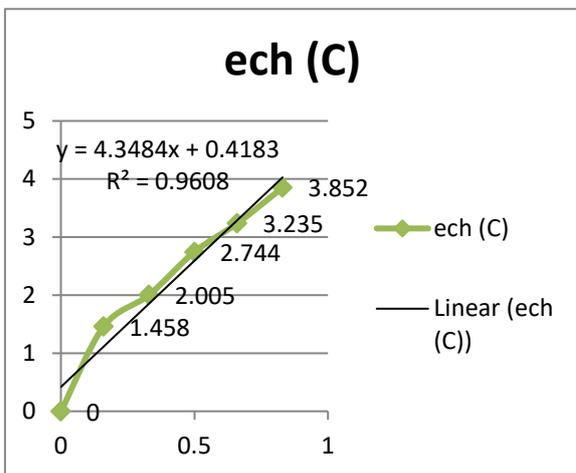
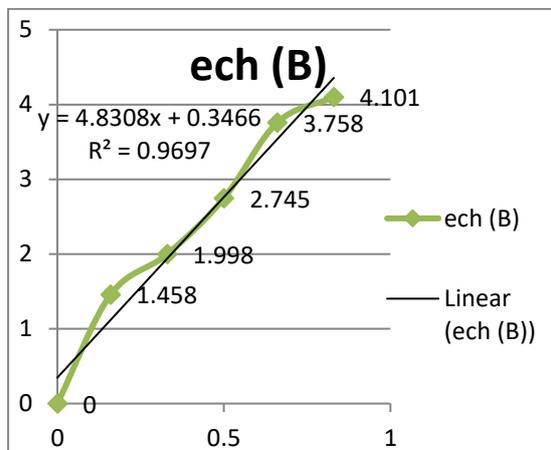
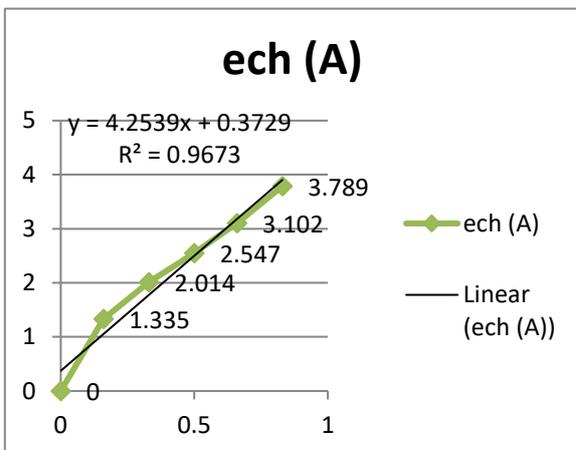
09/04/2025



27/04/2025



12/05/2025



Autorisation d'impression finale d'un mémoire de master

	Nom et prénom	Signature
Examinateur I	BENSCODIK Abdelhak	
Examinateur II	Bentoufa Djehoud	
Encadreur :	Khaïzen Souad	
Co-encadreur :		

Sousigné Mr. Eurosto Fario

Président de jury des étudiants (s) Hasni Abdelrahmane

Filière : Génie des procédés ; Spécialité : Génie chimique
Aboucer Djelila

Thème : L'effet des conditions de séchage sur la déshydratation

Autorise le (s) étudiant (s) mentionné (s) ci-dessus à imprimer et à passer leur (s) manuscrit (s) final
 au niveau du département.

Ghardaïa le 02/06/2025

Président de jury

Eurosto Fario

Le chef de département

