

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 مولاي الطاهر، سعيدة
Université MOULAY Tahar, Saïda



N° d'Ordre

كلية العلوم الطبيعية والحياة
Faculté des sciences de la nature et de la vie
قسم الفلاحة و علوم التغذية

Département d'agronomie et des sciences de la nutrition

**Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master dans le cadre de l'arrêté
ministériel 1275**

En Biotechnologie

Spécialité : Biotechnologie végétale

Thème

Fabrication d'un complément alimentaire à base des sous-produits du palmier dattier

Présenté par :

- Mlle : LABANI Chaimaa
- Mlle : MENAD Amel

Soutenu le : 10 Décembre 2024

Devant le jury composé de :

Président

Mr. NASRALLAH Yahia

Pr Université SAIDA

Examinatrice

Mme. HACHEM Yasmina

MCA Université SAIDA

Examineur

Mr. MEZIAN

MCA Université SAIDA

Encadrant

Mr. BELLIL Yahia

MCA Université SAIDA

Co-encadrant 01

Mme. CHAHROUR Wassila

MCA Université SAIDA

Co-encadrant 02

Mme. MESSSEN Kerroumia

MCA Université SAIDA

Dédicace

Je rends grâce à **Allah** qui m'accordant la force, la patience et m'a permis d'atteindre cet objectif.

Bien sûr la plus sublime **maman** dans le monde, Je suis infiniment reconnaissante pour ta présence à mes côtés. Tu es bien plus qu'un soutien, tu es une source de bénédictions pour moi.

Un grand merci pour mon vigueur **papa**, pour être toujours là pour moi et son affection et orientations qu'ont toujours été ma boussole dans ma vie.

Ma chère **grand-mère** qui me souvient dans ses prières. Mes précieux frères **Abdelkader, Walid, Mohamed**, Je vous suis reconnaissante de l'aide que vous m'avez apportée. Ma deuxième moitié **Fatiha**, merci du fond du cœur pour toute l'aide que tu m'as fournie.

Mes chères sœurs **Bouchra, Fatima et Sara**, merci beaucoup pour votre soutien et vos paroles inspirantes. Je tiens à exprimer mes gratitudes aux personnes qui m'ont apporté leur soutien et aide sans même me connaître.

Finalement un grand merci pour ma géniale équipe, mes enseignants **Mr Bellil** et **Mme Chahrour** pour leur efforts et orientations pour la réussite du projet et ma coéquipière **Amel** qui a été une source d'encouragement et de force.

Chaimaa

Dédicace

Je tiens à exprimer toute ma gratitude à **Dieu Tout-Puissant**, dont la miséricorde et la guidance m'ont permis d'accomplir ce projet.

Avec une profonde gratitude et beaucoup d'amour, je dédie ce travail

À moi-même pour la persévérance, la détermination et la résilience que j'ai montrées tout au long de ce projet. Pour avoir cru en mes capacités, même lorsque les défis semblaient insurmontables. Je me remercie pour ma volonté de ne jamais abandonner et pour avoir toujours cherché à donner le meilleur de moi-même. Ce succès est aussi le mien.

Ma mère, pour son amour inconditionnel, sa patience et son soutien constant. Ta présence et tes prières m'ont fortifiée à chaque étape. Je t'aime **Mama**

Mon père, pour tes précieux conseils, ta confiance en moi et ton soutien sans faille. Merci pour ton encouragement constant et ta sagesse. Je t'aime **Papa**

Mes petites sœurs, **khadidja et Hiba**, pour leur amour et leur énergie positive, qui m'ont toujours donné la force d'aller de l'avant.

Mes grand-mère, pour ses bénédictions et son amour, Ta sagesse m'a toujours guidée.

Chaimaa qui est bien plus qu'une sœur pour moi, a été un véritable pilier tout au long de ce projet. Je tiens également à remercier mes encadrants, **Mr. Bellil** et **Mme Chahrour**, pour leur expertise, leur soutien constant et leur présence précieuse. Ce projet est le fruit de notre collaboration et de l'engagement de chacun.

Tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à cette réalisation, que ce projet soit le reflet de ma reconnaissance et de ma gratitude envers vous tous. Ce travail est bien plus qu'un accomplissement personnel, il est aussi un hommage à votre amour, à votre bienveillance et à votre foi en moi.

Amel

Remerciements

Tout d'abord nous tenons à remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux qui nous a donné la santé, le courage, la volonté et surtout la patience d'accomplir ce modeste travail. Merci de nous avoir éclairé le chemin de la réussite.

En second lieu, nous tenons à remercier infiniment nos encadrants, **Mr. Bellil** et **Mme. Chahrour**, **Mme. Messen** pour la confiance qu'ils nous ont témoignée, leurs conseils avisés, leurs orientations précieuses et leurs remarques constructives. Leurs encouragements constants et le temps qu'ils nous ont consacré, même dans les moments les plus difficiles, ont été essentiels à l'avancement de ce projet. Qu'ils trouvent ici l'expression de notre profonde gratitude.

Nous remercions également les professeurs (**Mr. Benzai**, **Mr. Aimeur**, **Mr. Meziane**, **Mr. Mouffek**, **Mr. Mderbel**) de l'incubateur de Saïda pour toutes les formations qu'ils nous ont offertes. Leur soutien et leur implication ont été d'une grande aide dans le développement de ce projet, et leurs enseignements ont contribué à enrichir nos connaissances et compétences.

Nous exprimons nos profonds remerciements aux membres de jury le président **Mr. Nasrallah** et l'examinatrice **Mme. Hachem**.

Nous offrons nos plus sincères remerciements à toute l'équipe du laboratoire où nous avons effectué notre travail pratique, en particulier à **Mr. Hamadi Ahmed** pour son soutien précieux.

Nous souhaiterons également remercier nos professeurs de la faculté des sciences de la nature et de la vie pendant les cinq années de notre parcours et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour l'aboutissement de ce travail.

Liste des abréviations

Pd : palmier dattier.

Val : valorisation.

Env : environnement.

Ca : complément alimentaire.

Sp : sous-produits.

Mo : Moyen-Orient.

FAO : Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture.

r : rapport entre la teneur en sucre et la teneur en eau.

DGCCRF : direction générale de concurrence, consommation, répression
Des fraudes.

ANSM : agence nationale de médicaments et des produits de santé.

SDCA : syndicat des compléments alimentaires.

SYNADIET : syndicat de fabrication des produits naturels diététiques et des
Compléments alimentaires.

BPF : bons pratiques de fabrication.

HACCP: Hazard analysis critical control point.

CQ : contrôle de qualité.

Vc : valeur calorique.

°C : Degré Celsius.

% : Pourcent.

HND : Huile de noyaux de dattes.

A.Asq: Acid ascorbique.

PBS: Phosphate Buffered Saline.

DMSO: diméthyl sulfoxyde.

DPPH: (2, 2-diphényl-1-picrylhydrazyl).

MH : Müller-Hinton.

IC₅₀ : concentration inhibitrice de 50 %.

QE : querétine.

AG : Acid gallique.

GR : globule rouge.

MS : matière sèche.

Kg : kilogramme.

Mm : millimètre

ml : millilitre.

Liste des tableaux

Tableau 1 : production des principales variétés des dattes.	13
Tableau 2 : les valeurs nutritionnelles pour 100g de dattes.	13
Tableau 3 : Propriétés protectrices des antioxydants.	14
Tableau 4 : La différence Entre Un Médicament Et Un Complément Alimentaire	25
Tableau 5 : Préparation des dilutions de l'acide gallique pour la réalisation de la courbe Standard des polyphénols totaux.	45
Tableau 6 : Les souches microbiennes utilisées.	55
Tableau 7 : Caractéristiques morphologiques des noyaux de dattes étudiés	59
Tableau 8 : Analyse physico-chimique de la poudre de noyaux de dattes.....	60
Tableau 9 : la concentration d'inhibition de 50% du radical DPPH	66
Tableau 10 : la concentration d'inhibition de 50% de l'hémolyse.....	68
Tableau 11 : Activité antibactérienne des extraits de noyaux de dattes sur différentes souches bactériennes.....	69

Liste des figures

Figure 1: Carte de répartition du genre Phoenix dactylifera dans le monde	6
Figure 2: Figuration schématique du palmier dattier	7
Figure 3: Schéma d'une palme.....	8
Figure 4: Inflorescences et fleurs du palmier dattier	9
Figure 5: photographie d'une coupe longitudinale d'une datte	11
Figure 6: photographie des différents stades de maturation de la datte	12
Figure 7: photographie des différents stades de maturation de la datte	19
Figure 8: diagramme de fabrication d'un complément alimentaire	27
Figure 9 : Les principes de l'Approche HACCP	29
Figure 10: Étiquetage des compléments alimentaires	32
Figure 11: Noyaux des dattes entiers/ Noyaux des dattes concassés/ Poudre de noyaux des dattes	38
Figure 12: Filtrat aqueux / Mesure du PH	40
Figure 13: Huile de noyaux de dattes	42
Figure 14: Organigramme représentant le dosage des polyphénols totaux	44
Figure 15: Organigramme représentant le dosage des flavonoïdes	46
Figure 16: Organigramme représentant la cytotoxicité de HND par le test d'inhibition de l'hémolyse.	52
Figure 17: Organigramme représentant l'évaluation du témoin positif par diclofénac.	53
Figure 18: Revivification des souches bactériennes.	56
Figure 19: Courbe d'étalonnage de l'acide gallique (dosage des phénols totaux).....	62
Figure 20: Courbe d'étalonnage de la quercétine (dosage des flavonoïdes).....	64
Figure 21: Pourcentage d'inhibition du radical DPPH par l'acide ascorbique et l'huile de noyaux de dattes	66

Figure 22: pourcentage d'inhibition de l'hémolyse par l'huile de noyaux de dattes et le diclofénac.....	67
Figure 23: Effet antifongique de l'huile de noyaux de dattes sur <i>Candida albicans</i> (puits et disques).....	70
Figure 24: Effet antifongique de l'huile de noyaux de dattes sur <i>Candida albicans</i> (puits et disques).....	70

Résumé

Il convient de rappeler que le palmier dattier (*Phoenix dactylifera*) est un symbole du désert, est un arbre emblématique des régions arides et semi-arides, cet arbre est bien plus qu'une simple source alimentaire ; il incarne une riche tradition culturelle et économique dans de nombreuses sociétés. Prisé pour ses fruits savoureux et nutritifs *la dattes*. Les dattes sont une source riche en glucides, fibres, vitamines et minéraux ; ils sont connus pour fournir une énergie rapide et durable, particulièrement nécessaire aux êtres-vivants. Le palmier dattier est donc une plante unique qui relie les sphères alimentaire, économique et culturelle de la société.

Afin de soutenir et de renforcer l'économie locale et de contribuer à un avenir plus durable, il est nécessaire d'intégrer et de mettre en œuvre certaines stratégies efficaces, telles que la valorisation. Cette dernière a un impact significatif et important sur l'environnement et l'économie. Les déchets du palmier dattier peuvent être valoriser pour une création de nouveaux produits et nouvelles opportunités économiques, diversification des sources de revenus pour les agriculteurs et les communautés locales et bien sûr diminuer les déchets et la pollution de l'environnement.

Cette solution, adaptée à divers secteurs comme la santé, permet de produire des compléments alimentaires de haute qualité, ciblant ceux qui en ont besoin. En valorisant des sous-produits agroalimentaires riches en fibres et en vitamines, nous réduisons les déchets tout en offrant des produits abordables et bénéfiques pour la santé.

Mots clés : Palmier dattier, dattes, énergie, économie, valorisation, déchets, santé, sous-produits, complément alimentaire

Abstract

It is worth remembering that the date palm (*Phoenix dactylifera*) is a symbol of the desert, is an emblematic tree of arid and semi-arid regions, this tree is much more than just a food source; it embodies a rich cultural and economic tradition in many societies. Prized for its tasty and nutritious fruits *the date*. Dates are a rich source of carbohydrates, fiber, vitamins and minerals; they are known to provide quick and lasting energy, particularly necessary for living beings. The date palm is therefore a unique plant that links the food, economic and cultural spheres of society.

In order to support and strengthen the local economy and contribute to a more sustainable future, it is necessary to integrate and implement some effective strategies, such as valorisation. The latter has a significant and important impact on the environment and the economy. Date palm waste can be valorised for the creation of new products and new economic opportunities, diversification of income sources for farmers and local communities and of course reduce waste and environmental pollution.

This solution, adapted to various sectors such as health, makes it possible to produce high-quality food supplements, targeting those who need them. By valorising agri-food by-products rich in fiber and vitamins, we reduce waste while offering affordable and health-promoting products.

Key words: Date palm, date, energy, economy, recovery, waste, health, by-products, food supplement

ملخص

نخلة التمر (Phoenix dactylifera) هي رمز للصحراء وشجرة رمزية في المناطق الجافة وشبه الجافة، هذه الشجرة تمثل أكثر بكثير من مجرد مصدر غذائي؛ فهي تجسد تقليدًا ثقافيًا واقتصاديًا غنيًا في العديد من المجتمعات وهذا مُقدَّر لثماره اللذيذة والمغذية * التمر*. التمر مصدر غني بالكربوهيدرات والألياف والفيتامينات والمعادن؛ كما أنه معروفة بتوفير الطاقة السريعة والدائمة وهو ما يعد ضروريًا للكائنات الحية. نخلة التمر نبات فريد يربط بين مجالات الغذاء والاقتصاد والثقافة في المجتمع.

من أجل دعم وتعزيز الاقتصاد المحلي والمساهمة في مستقبل أكثر استدامة، من الضروري دمج وتنفيذ بعض الاستراتيجيات الفعالة مثل التثمين بحيث له تأثير كبير ومهم على البيئة والاقتصاد واستغلال مخلفات النخيل في إنشاء منتجات جديدة وفرص اقتصادية جديدة وتنويع مصادر الدخل للمزارعين والمجتمعات المحلية وبالطبع تقليل النفايات والتلوث البيئي.

تتيح هذه الحلول، التي تم تكييفها مع قطاعات مختلفة مثل الصحة، إنتاج مكملات غذائية عالية الجودة موجهة للفئة التي تحتاج لهذا المنتج. تثمين هذه المواد الثانوية الزراعية الغنية بالألياف والفيتامينات تساهم في التقليل من التلوث والأهم إنتاج مواد ومنتجات مفيدة وذات قيمة في السوق مما يساعد في تضخم الاقتصاد الوطني وتحسين صحة العامة لتفادي بعض المشاكل الصحية أو اشباعها بـ مواد تحتاجها.

الكلمات المفتاحية: نخيل التمر، التمر، الطاقة، الاقتصاد، التثمين، النفايات، الصحة، المنتجات الثانوية، المكملات الغذائية.

Table des matières

PARTIE I. INTRODUCTION	2
-------------------------------------	----------

PARTIE II. SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I Perspectives d'innovation dans la valorisation des sous-produits du palmier dattier

Palmier dattier

I.1. Origine et historique	5
I.2. Classification botanique	5
I.3. Distribution géographique du palmier dattier	6
I.3.1. International	6
I.3.2. National	7
I.4. Description botanique.....	7
I.4.1. Système racinaire.....	8
I.4.2. Appareil végétatif.....	8
I.4.3. Appareil reproductif.....	9
I.4.3.1. L'inflorescence	9
I.4.3.2. Le fruit	9
I.5. Production des dattes dans le monde et en Algérie	10

La datte

I.1. Description botanique de la datte	11
I.2. Formation et maturation de la datte.....	11
I.3. Variétés de dattes.....	12
I.4. Valeur nutritionnelle de la datte.....	13
I.5. Classification des dattes.....	15
I.6. Transformation des dattes	15
I.6.1. Transformation technologique	15
I.6.1.1. Farine.....	16
I.6.1.2. Pâte	16
I.6.1.3. Sucre	16
I.6.1.4. Miel	16

I.6.1.5. Jus	17
I.6.1.6. Yaourt	17
I.6.1.7. Margarine	17
I.6.2. Transformation biotechnologique	17
I.6.2.1. La fermentation des dattes	17
I.6.2.2. La biomasse et les protéines unicellulaire.....	18
I.6.2.3. L'alcool de dattes	18

Valorisation des sous-produits (déchets) du palmier dattier

I.1. Valorisation et son crucial intérêt	20
I.2. Les approches de la valorisation.....	20
I.2.1. Valorisation agricole.....	20
I.2.1.1. Valorisation des noyaux des dattes	21
✓ Charbon actif :.....	21
✓ Café des noyaux :.....	21
✓ Extraction de l'huile essentiel :	21
I.2.2. Valorisation énergétique	22
I.2.2.1. Production de Bio alcool	22
I.2.3. Valorisation thérapeutique	22
I.2.4. Valorisation traditionnel ou artisanale	22

Chapitre II : La pertinence des compléments alimentaires : vers une nutrition complète

II.1. Définition	25
II.2. Différence entre Complément alimentaire et médicament.....	25
II.3. Fabrication d'un complément alimentaire.....	26
II.4. Les normes de fabrication pour les compléments alimentaires	28
II.4.1. Bonnes pratiques de fabrication applicables aux compléments alimentaires	28
II.4.2. L'approche HACCP	28
II.4.3. Le contrôle qualité	29
II.5. Composition de complément alimentaire	30
II.6. Etiquetage des compléments alimentaires	31

II.7. Réglementation Algérienne	32
II.8. Allégations	34
II.8.1. Allégations nutritionnelles	34
II.8.2. Allégations de santé	34
II.8.3. L'allégation relative à la réduction d'un risque de maladie	35

Partie III. Matériel et méthodes

I. Matériel végétales	37
I.1. Le choix de la variété	37
I.2. Préparation des échantillons	37
II. Méthodes d'analyses.....	38
II.1. Caractéristique morphologique du noyau de dattes	38
II.2. Analyses physico-chimiques de la poudre du noyau de dattes.....	38
II.2.1 Détermination de l'humidité	38
II.2.2. Détermination du pH de l'extrait aqueux	39
II.2.3. Détermination du taux de cendre	40
II.2.4. Détermination de la teneur en matière grasse.....	41
II.3. Détermination des composées phénoliques	43
II.3.1. Dosage des polyphénols totaux.....	43
II.3.2. Dosage des flavonoïdes	45
II.3.3. Test de Présence ou Absence des Tanins	47
II.4. L'activité antioxydante	48
II.5. L'activité anti-inflammatoire.....	50
II.6. L'activité antimicrobienne	54

Partie IV. Résultats et discussion

II.1. Caractéristique morphologique du noyau de dattes	59
II.2. Analyses physico-chimiques de la poudre du noyau de dattes	60
II.2.1. La teneur en eau (Humidité).....	60
II.2.2. Mesure du pH.....	61
II.2.3. Taux de cendres.....	61
II.2.4. Le taux de matières grasses	61
II.3. Détermination des composées phénoliques	62

II.3.1. Dosage des polyphénols totaux.....	62
II.3.2. Dosage des flavonoïdes	63
II.3.3. Test de Présence ou Absence des Tanins	65
II.4. Evaluation de L'activité antioxydante.....	65
II.5. L'activité antiinflammatoire.....	67
II.6. L'activité antimicrobienne	69
PARTIE V. CONCLUSION ET PERSPECTIVES	73
PARTIE VI. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	76

PARTIE I. INTRODUCTION

Introduction

Le palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) est exploité puis cultivé depuis plusieurs millénaires au Moyen-Orient et dans le nord de l'Afrique (**Munier 1973, Barrow 1998, Zohary et al. 2012**). Cet arbre est des zones désertiques du monde particulièrement chaudes et sèches. Les populations des oasis apprécient le palmier dattier pour ses nombreuses utilisations alimentaires, écologiques, sociales et économiques.

La datte a toujours joué un rôle essentiel dans l'alimentation humaine et animale depuis les temps immémoriaux. Sa production mondiale s'élève à plus de 58 millions de tonnes, ce qui place l'Algérie en quatrième position des pays producteurs de dattes. 30 % des dattes communes ont une faible valeur marchande et sont principalement destinées à l'alimentation du bétail (**Fao, 2010**).

Ces sous-produits peuvent cependant être utilisés comme nutraceutiques, garantissant une utilisation optimale de la plante (**Zohary et al., 2012**).

La gestion des déchets de palmiers dattiers améliore également les conditions de vie des communautés locales en générant des revenus supplémentaires et en soutenant l'économie circulaire (**Fao, 2016**). Cette méthode permet le développement de nombreux secteurs et produit des produits alternatifs qui soutiennent l'économie locale.

PARTIE II. SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I : Perspectives d'innovation dans la valorisation des sous-produits du palmier dattier

Palmier dattier

I.1. Origine et historique

Le palmier dattier est l'arbre fruitier la plus anciennement cultivé. Les écrits les plus anciens de la Mésopotamie (Irak d'aujourd'hui) indiquent qu'elle est pratiquée depuis 3500 ans avant J.-C. C'est ainsi que Les dattiers étaient alors cultivés en Irak occidental, en Arabie et en Afrique du Nord.

Les plantations dans les vallées chaudes de Californie et dans l'Arizona méridional ne furent établies qu'au milieu du XIXème siècle. Au cours des siècles et au Maghreb, le palmier a été planté dans différentes zones à proximité d'eau. Le palmier dattier favorise la survie dans les zones arides. Ses fruits sont un aliment très tonique et laxatif (**Munier, 1973**).

I.2. Classification botanique

Le palmier dattier (*Phoenix dactylifera*) nom du dattier chez les Grecs de l'antiquité qui le considéraient comme l'arbre des Phéniciens, et *dactylifera* du grec *dactylos* signifiant doigt, par la forme du fruit (**Moussouni, 2008**). La classification botanique selon (**Munier, 1973**) :

- **Règne** : Planta.
- **Sous-Règne** : Embryobionta.
- **Embranchement** : Spermaphyta.
- **Sous-Embranchement** : Angiospermaphytina.
- **Classe** : Liliopsida.
- **Ordre** : Arecales.
- **Famille** : Arecaceae.
- **Genre** : Phoenix.
- **Espèce** : *Phoenix dactylifera*.

I.3. Distribution géographique du palmier dattier

I.3.1. Distribution International

Les dattiers sont des plantes xérophiles qui ne peuvent fleurir et produire de fruits que dans les déserts chauds. Plantation intensive du palmier dattier en Afrique méditerranéenne et au Moyen-Orient. L'Espagne est la seule nation européenne à cultiver des dattes. Sa culture n'a commencé vraiment aux États-Unis d'Amérique que dans les années 1900 avec l'importation de variétés irakiennes. (Fao Stat, 2013) La culture de cette espèce est également réduite au Mexique, en Argentine et en Australie (Belaroussi, 2019). La répartition spatiale révèle que l'Asie est la première avec 60 millions de palmiers dattiers (Arabie saoudite, Bahreïn, Émirats arabes unis, Iran, Irak, le Koweït, Oman, Pakistan, Turkménistan et Yémen) et que l'Afrique est la deuxième avec 32,5 millions de palmiers dattiers (Algérie, Égypte, Libye, Mali, Maroc, Mauritanie, Niger, Somalie, Soudan, Tchad et Tunisie) (fig 1)

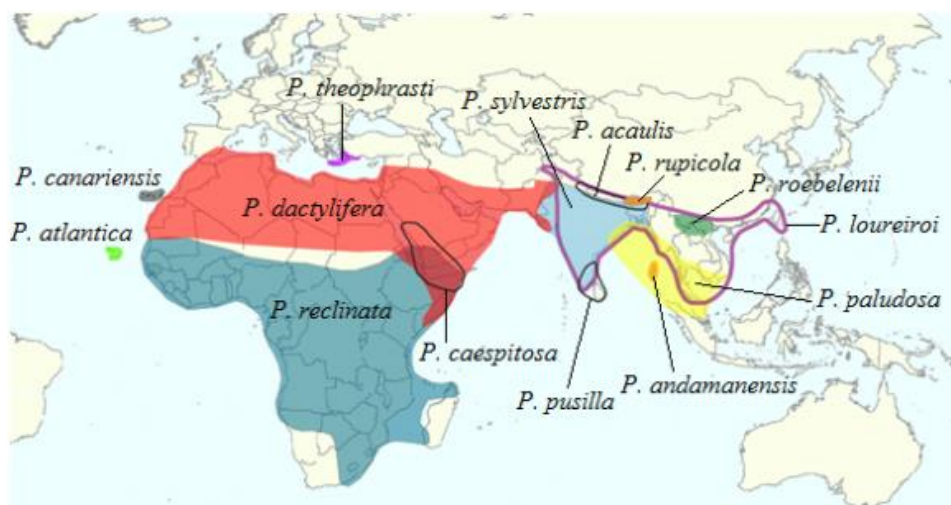


Figure 1: Carte de répartition du genre *Phoenix dactylifera* dans le monde

1.3.2. Distribution National

Le Sud-Est est le centre de la palmeraie, dont l'intérêt diminue vers l'ouest et le sud. On la trouve de la manière suivante : Le Sud-est (El Oued, Ouargla et Biskra) représente 67 % de la palmeraie algérienne, le Sud-ouest (Adrar et Bechar) représente 21 %, l'extrême Sud (Ghardaïa, Tamanrasset, Illizi et Tindouf) représente 10 % et d'autres régions représentent 2 % de la palmeraie (**Messar, 1996**). Il est prévu que la production soit de 492.217 tonnes, avec 244.636 tonnes (50 %) de dattes demi molles (Deglet-Nour), 164.453 tonnes (33 %) de dattes sèches (Degla Beida et autres) et 83.128 tonnes, soit 17 %, de dattes molles (Ghars et autres). La palmeraie en Algérie compte actuellement plus de 11 millions de palmiers répartis dans 09 wilayas sahariennes : Biskra, El-Oued, Ouargla, Ghardaïa, Adrar, Béchar, Tamanrasset, Illizi et Tindouf. Le palmier dattier est également présent dans d'autres wilayas situées dans des zones de transition entre la steppe et le Sahara, qui sont considérées comme des zones "marginales" par rapport aux palmeraies sahariennes (**Buelguedj, 2007**).

1.4. Description botanique

Le palmier est une plante monocotylédone à croissance apicale dominante constituée de 3 parties (**fig 2**), un système racinaire, un appareil végétatif constitué du tronc et des feuilles et un organe reproductif constitué d'inflorescences mâles ou femelles (**Djaafri, 2020**)

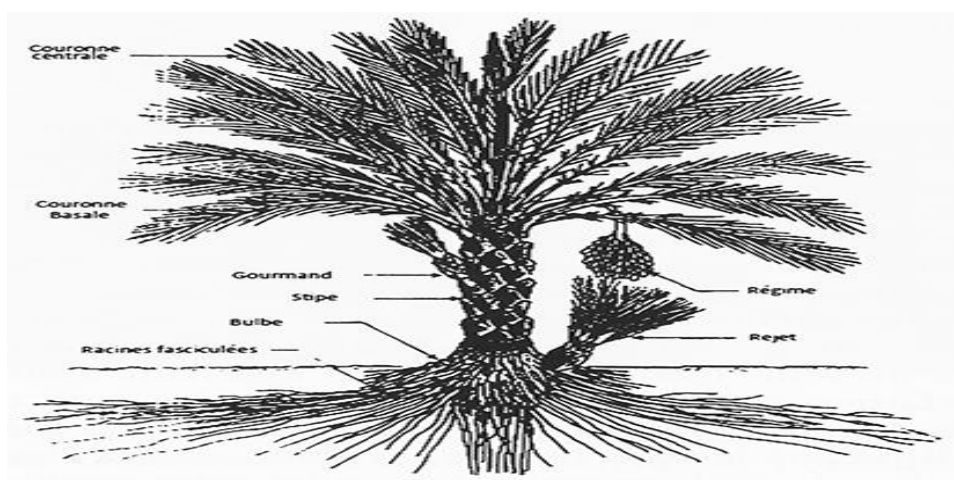


Figure 2: Figuration schématique du palmier dattier (**Munier,1973**)

I.4.1. Système racinaire

Le système racinaire du palmier est dense de type fasciculé, formé de plusieurs types de racines, qui émergent au-dessus du niveau du sol. Ces racines dépourvues de poils absorbants (**Sedra, 1994**). Peyron (2000) distingue quatre types de racines :

- Racines respiratoires.
- Racines de nutrition.
- Racines d'absorption.
- Racines du faisceau pivotant.

I.4.2. Appareil végétatif

Cette partie est composée de :

Un tronc ou stipe cylindrique à bases de pétioles d'anciennes palmes mortes lignifiées et d'un brun marron (**Djaafri, 2020**). Il peut mesurer de 20 à 30 mètres de haut (**Benag, 2009**) Le tronc est monopodique et couverte à son tour par un fibrillum « lif » (**Sedra, 1973**)

Palmes ou bien les feuilles de dattier, et qui se nomment Djerids. Elles ont une forme pennée et sont insérées en hélice, très rapprochées sur le stipe par une gaine pétiolaire bien développée « cornaf » enfouie dans le « life » (**fig 3**) (**Belaroussi, 2019**).

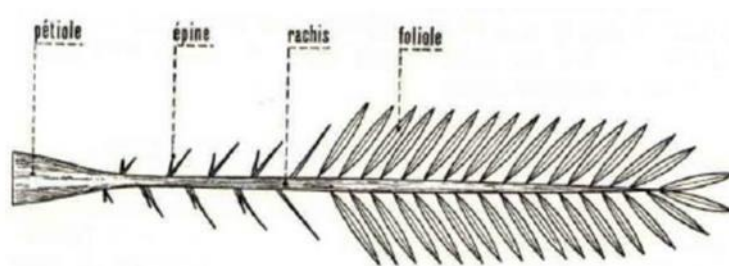


Figure 3: schéma d'une palme (**Munier, 1973**)

I.4.3. Appareil reproductif

I.4.3.1. L'inflorescence

Le palmier dattier est une espèce dioïque, ce qui signifie que chaque individu porte uniquement des inflorescences de même sexe. (**fig 4**) L'inflorescence se développe dans la région coronaire du stipe à partir de bourgeons axillaires situés à l'aisselle des palmes. Elle est protégée par une grande bractée, la spathe, qui enveloppe les axes inflorescentiels jusqu'à maturité. Les fleurs, unisexuées et pratiquement sessiles, présentent des pédoncules très courts. Les fleurs mâles produisent du pollen, tandis que les fleurs femelles présentes sur des palmiers distincts donnent des fruits après fécondation (**Munier, 1973**).

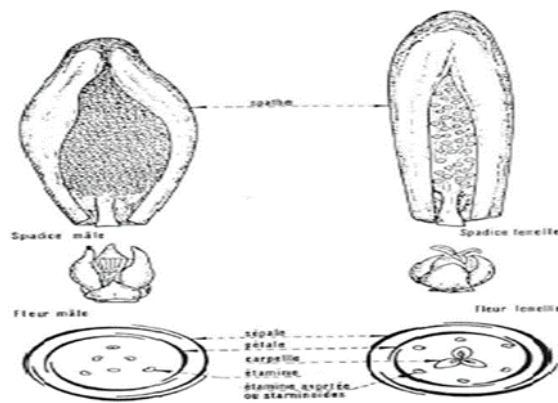


Figure 4: Inflorescences et fleurs du palmier dattier (**Munier, 1973**)

I.4.3.2. Le fruit

Un seul carpelle sur trois se développe après la fécondation et donne naissance à un fruit. Il s'agit d'une baie monosperme, connue sous le nom de datte, qui renferme une seule graine appelée noyau. La datte peut être de plusieurs couleur selon l'espèce, jaune plus ou moins pâle, jaune ambré translucide, brun plus ou moins marqué, rouge ou noire (**Munier, 1973**).

I.5. Production des dattes dans le monde et en Algérie

Selon un rapport récent de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (**Fao**), l'Algérie a produit plus de 1,4 million de tonnes de dattes en 2022, enregistrant une augmentation de 7 % par rapport à l'année précédente. Le même rapport indique que l'Égypte est le principal producteur mondial de dattes avec une production de 1,5 million de tonnes en 2022, suivie par l'Arabie Saoudite, qui a produit 1,3 million de tonnes. L'Algérie se classe ainsi au troisième rang, représentant 13 % du marché mondial.

Le gouvernement algérien a mis en place plusieurs initiatives pour stimuler la production de dattes dans le pays, notamment en encourageant l'utilisation de techniques de culture modernes et en fournissant des subventions aux agriculteurs pour l'achat de matériel agricole. Ces efforts ont permis d'augmenter la production de dattes ces dernières années.

La datte

I.1. Description botanique de datte

Les dattes sont le fruit du palmier-dattier, qui est généralement de forme sphérique ou allongée et se compose d'un centre dur entouré de tissus. La partie comestible du datte, appelée chair ou pulpe, est constituée des éléments suivants (**fig5**):

- ✓ Un péricarpe, ou enveloppe cellulosique mince appelée peau.
- ✓ Un mésocarpe généralement charnu qui varie en consistance selon la quantité de sucre présente et a une couleur profonde.
- ✓ Un endocarpe de couleur plus claire et dont la texture fibreuse est parfois réduite à une membrane qui ressemble à du parchemin entourant la graine (**Espiard, 2002**).
- ✓ La longueur et le poids des dattes varient beaucoup selon les types, certains mesurant de 2 à 8 cm et d'autres pesant de 2 à 8 grammes. Leurs teintes varient de l'ambre au noir, avec un blanc jaunâtre comme l'un d'eux.

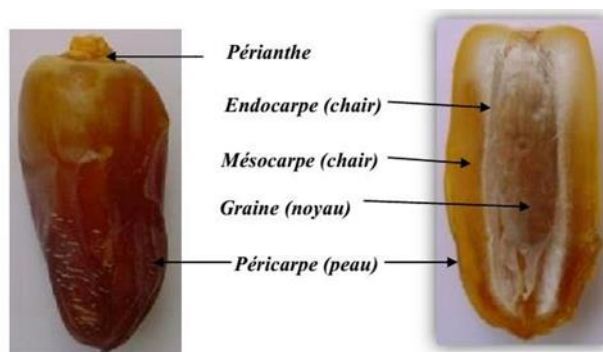


Figure 5: photographie d'une coupe longitudinale d'une datte

I.2. Formation et maturation de la datte

Pendant sa formation et sa maturation, le fruit passe par un certain nombre de phase, (**fig 6**) se résumant en Cinq stades appelés par leurs dénominations arabes : khalal, Blah, Bser, Rotab, Tamar et ces noms des étapes varient d'une région à l'autre. (**Dawson, 1963**).



Figure 6: photographie des différents stades de maturation de la datte

I.3. Variétés de dattes

Les dates sont très nombreuses et varient beaucoup en saveur, consistance, forme, couleur, poids et taille (**Buelguedj, 2002**). Selon le même auteur, il existe plus de 940 cultivars de dattes en Algérie.

- **Deglet-Nour**

Variété commerciale par excellence, c'est une datte demi-molle, considérée comme étant la meilleure variété de datte du fait de son aspect, son onctuosité et sa saveur. A maturité la datte a d'une couleur brune ambrée avec un épicarpe lisse l'égerment plisse et brillant, le mésocarpe présentant une texture fine légèrement fibreuse (**Hannachi et al., 1998**).

- **Variétés communes**

Ces variétés ont une importance économique moindre que les Deglet-Nour, et les variétés les plus répandues sont : Ghars, Degla-Beida, Mech-Degla (**Hannachi et al., 1998**)(tab 1).

Tableau 1: production des principales variétés des dattes.

Variété	Nombre de palmiers	Production (qx)
Deglet-Nour	7.194.700	5.249.500
Ghars et analogues	4.192.00	1.982.500
Degla baida et analogues	7.218.100	2.725.700

I.4. Valeur nutritionnelle de la date

Selon (Toutain ,1979) et (Gilles,2000), la datte est un excellent aliment à haute valeur nutritive et énergétique, ceci est dû à la forte teneur en sucres qui lui confère une grande valeur énergétique (tab 2).

Elles ont également un contenu intéressant de sucre réducteur facilement assimilable par l'organisme et des protéines qualitativement équilibrées. En outre, les dattes sont riches en minéraux plastiques tels que Ca, Mg, P, S et des minéraux catalytiques tels que Fr et Mn.

Tableau 2: les valeurs nutritionnelles pour 100g de dattes.

Composition biochimique	
Nutriments	Quantité pour (100)
Glucides	75 g
Fibres	8 g
Protéines	2,5 g
Lipides	0,4 g
Potassium	696 mg

Magnésium	43 mg
Fer	1 mg
Calcium	39g

Les dattes reminéralisent et renforcent considérablement le système immunitaire (**Albert, 1998**). Le profil vitaminique de la date est caractérisé par des teneurs appréciables en vitamine du groupe B. Ce complexe de vitamines participe au métabolisme des glucides, des lipides et des protéines (**Tortora et al., 1987**)(**tab 3**).

Tableau 3: Propriétés protectrices des antioxydants.

Antioxydants	Effets bénéfiques
Flavonoïdes	Réduise l'inflammation et le risque des maladies chroniques.
Caroténoïdes	Protection des cellules contre les dommages oxydatifs. Amélioration de le bien-être oculaire.
Acides phénoliques	Aide à lutter contre le stress oxydatif.
Vitamine B	Primordial dans le métabolisme énergétique et le bon fonctionnement de système nerveux.
Vitamine C	Renforcer le système immunitaire. Favorise la santé dermatologique.
Vitamine E	Protection de la membrane cellulaire

	Contribution à la santé cardiovasculaire.
--	---

I.5. Classification des dattes

En (1973, Munier) a défini un indice "**r**" de qualité ou de dureté comme étant le rapport entre la teneur en sucre et la teneur en eau des dattes.

Le calcul de cet indice permet d'estimer le degré de stabilité du fruit et conduit à la classification suivante :

- Dates molles : $r < 2$
- Dates semi-molles : $2 < r < 3,5$
- Dates de séchage : $r > 3,5$

Pour $r=2$ la stabilité du fruit est optimale et sa capacité à se conserver est très appréciable.

Les dates sont classées en trois catégories selon leur consistance ; cette typologie, établie par des spécialistes américains, est applicable aux variétés algériennes.

- ✓ **Dattes molles**, à texture fibreuse et aqueuse : Ghars, Hamraia, Litima, etc.
- ✓ **Dattes semi-molles** : Deglet-Nour, Arechti, etc.
- ✓ **Dattes sèches ou dures**, qui durcissent sur l'arbre et ont une texture farineuse : comme le Mech-Degla, le Degla-Beida, etc

I.6. Transformation des dattes

I.6.1. Transformation technologique

La technologie de la datte vise à conserver les qualités des fruits de la récolte à la commercialisation, transformant les excès en divers produits pour la consommation humaine, animale et industrielle (Estanova, 1990)

I.6.1.1. Farine

Elle est fabriquée à partir de dattes sèches ou qui peuvent devenir sèches après dessiccation. Cette farine sucrée est employée dans la confection de biscuits, de gâteaux, de produits alimentaires pour enfants et dans la préparation du yaourt (**Benamara et al., 2004**).

I.6.1.2. Pâte

Les dattes qui ont ramolli suite à une humidification sont utilisées pour fabriquer de la pâte de datte. La production est effectuée de manière automatique. Quand le produit est excessivement humide, on peut incorporer de la pulpe de noix de coco ou de la farine d'amande douce. Selon **Espiard (2002)**, la pâte de datte est employée en pâtisserie et en biscuiterie.

I.6.1.3. Sucre

Ce produit résulte de la concentration et de la déshydratation des sirops de dattes, permettant d'obtenir un composé solide. Sa couleur varie du brun clair au brun foncé et il présente un pouvoir sucrant supérieur à celui du glucose (**Chelgoum, 2012**).

I.6.1.4. Miel

Pour préparer le miel de datte à partir de variétés molles comme la Deglet Nour et le Ghars selon (**Maatalah,1970**), suivez ces étapes :

1. Sélection des dattes : Choisir des variétés molles ou susceptibles de le devenir après trempage.
2. Nettoyage et dénoyautage : Nettoyer les dattes et enlever les noyaux.
3. Trempage : Plonger les dattes dans un volume équivalent d'eau distillée chauffée à 65-70 °C jusqu'à ramollissement complet.
4. Extraction : Presser les dattes énergiquement à l'aide d'une presse hydraulique pour obtenir le miel.
5. Caractéristiques du miel : Le miel obtenu a une couleur brune dorée et une viscosité similaire à celle du miel d'abeilles.
6. Valorisation : Aromatiser le miel avec du miel d'abeilles si souhaité.

7. Conservation : Ajouter 0,1 g de sulfate de sodium par litre de miel ou 0,3 % d'acide ascorbique et 0,2 % d'acide citrique pour éviter le brunissement et assurer la conservation.

I.6.1.5. Jus

En Algérie, la variété Ghars est celle qui convient le mieux à la fabrication de jus auquel l'absence d'arôme particulier peut être résolue par addition de jus d'agrumes ou d'arômes artificiels (**Acourane, 2001**).

I.6.1.6. Yaourt

La préparation des yaourts est réalisée à l'échelle de laboratoire en respectant le diagramme de fabrication d'un yaourt standard avec une modification portant sur la substitution du sucre blanc par la poudre de dattes (**Chibane et al., 2008**).

I.6.1.7. Margarine

La production de margarine est une technologie bien établie et maîtrisée. La margarine est élaborée à partir d'eau pasteurisée et d'extrait de dattes. L'acidification de la phase aqueuse a été réalisée en ajoutant quelques gouttes de jus de citron fraîchement pressé (**Djouab, 2007**).

I.6.2. Transformation biotechnologique

Les méthodes biotechnologiques industrielles exploitant les dattes offrent une grande flexibilité. Lors du choix des cultivars pour la production, il est essentiel de considérer la teneur en sucre, le coût par tonne et la durée de conservation des dattes. Actuellement, il n'existe pas d'industrie intégrée de transformation des dattes, malgré la reconnaissance croissante de leur potentiel en tant que source de produits à valeur ajoutée (**Aleid, 2011**).

I.6.2.1. La fermentation des dattes

En raison de sa forte teneur en sucres, qui atteint environ 50 % de sucres fermentescibles, la datte se présente comme un ingrédient prometteur pour la production de boissons alcoolisées telles que le vin et l'alcool, ainsi que pour la fabrication de vinaigres (**Bouzi et al., 1998**).

1. **Vin de dattes** : Sa fabrication repose sur la conversion des monosaccharides en éthanol grâce aux levures du genre *Saccharomyces*.
2. **Alcool** : Le jus de dattes qui contient une quantité significative de sucres fermentescibles et de nutriments, permet d'atteindre des rendements élevés en alcool, ce qui est réalisé lorsque la fermentation alcoolique est effectuée de manière continue (**Boughnou, 1988**). La fermentation alcoolique est un processus au cours duquel les sucres fermentescibles sont convertis en milieu anaérobie par l'action des levures, produisant ainsi de l'alcool et du dioxyde de carbone, tout en libérant de l'énergie calorifique. Cette transformation peut être représentée par l'équation suivante (**Kaidi et Touzi, 2001**) :

Sucres + Levures ==> Éthanol + CO₂ + Énergie.

3. **Vinaigre** : Selon (**Boughnou, 1988**), Les dattes peuvent être utilisées pour l'élaboration de nombreux produits alimentaires parmi lesquels le vinaigre. Ce dernier est produit à partir d'un jus de datte par une double fermentation alcoolique puis acétique par *Saccharomyces uvarum* ou *Saccharomyces Cerevisiae* suivi d'une acétification par *Acetobacter Aceti*.

1.6.2.2. La biomasse et les protéines unicellulaire

La production de protéines constitue un enjeu majeur pour répondre aux besoins alimentaires mondiaux. Dans ce contexte, des recherches ont été menées sur la culture de la levure *Saccharomyces cerevisiae* dans un milieu à base de dattes pour la production de protéines d'organismes unicellulaires (**Boukhaira, 2009**).

1.6.2.3. L'alcool de dattes

Soumis à taxations qui rendent ce produit onéreux. Cependant, sa fabrication est autorisée dans certains pays comme alcool médical. On obtient environ 25 l d'alcool pour 200 Kg de dattes. La fabrication de dattes est soumise à un règlement sévère, lorsqu'elle n'est pas prohibée, les dattes constituent un substrat de choix pour la production de l'alcool éthylique. (**Djouab, 2007**).

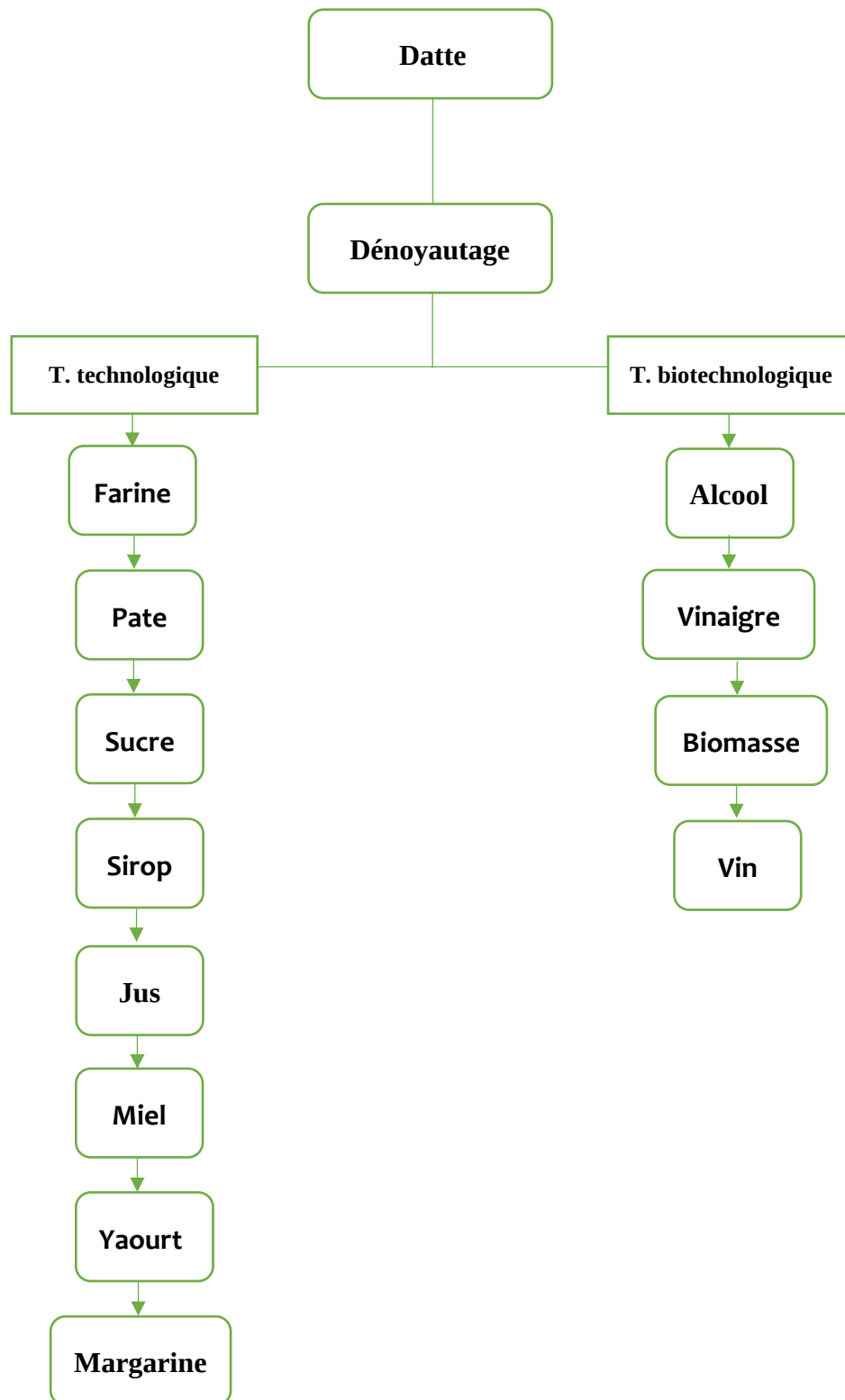


Figure 7: photographie des différents stades de maturation de la datte

Valorisation des sous-produits (déchets) du palmier dattier

I.1. Valorisation et son crucial intérêt

La valorisation des sous-produits du palmier dattier permet d'optimiser l'utilisation de cette plante en transformant les palmes et le tronc en fibres textiles, les coques et les noyaux en bioénergie, et la sève en boissons ou en édulcorants. Les déchets organiques sont utilisés comme engrais naturels, tandis que les dattes transforment en divers produits alimentaires. Certaines parties de la plante possèdent également des propriétés médicinales. Ce processus soutient la durabilité et crée des opportunités économiques pour les communautés locales.

- **Durabilité Environnementale** : réduire les déchets et une bonne gestion des ressources.
- **Opportunités Économiques** : Création de nouveaux produits pour les communautés locales.
- **Diversification des Produits** : Augmentation de la valeur ajoutée et attractivité sur le marché.
- **Agriculture Durable** : Utilisation d'engrais organiques pour favoriser la fertilité des sols.
- **Innovation et Recherche** : Stimulation de la recherche et du développement dans le secteur.
- **Avantages Sociaux** : disponibilité de la main-d'œuvre ce qui contribue à réduire les problèmes sociaux.

I.2. Les approches de la valorisation

I.2.1. Valorisation agricole

A propos des déchets de dattes destinés à l'alimentation animale. En raison de leur teneur en glucides élevée, les résidus de dattes peuvent être substitués à la céréale, ce qui permet d'obtenir une viande de qualité supérieure à celle des ovins alimentés à base d'orge. (**Chehma et al., 2000**) ont démontré que ces sous-produits sont très utiles pour l'alimentation du bétail, dans le sens où les palmes sèches et les pédicelles de

dattes peuvent servir à l'alimentation grossière et les rebuts de dattes à l'alimentation concentrée.

I.2.1.1. Valorisation des noyaux des dattes

La graine (noyau) de datte est utilisable aussi bien dans l'alimentation humaine qu'animale et. Sa valeur fourragère est équivalente à celle de l'orge (**Munier, 1973**).

✓ Charbon actif :

Après la consommation, les noyaux des dattes peuvent être transformés en charbon actif à des fins de traitement des eaux usées (**Benkadi, 2013**).

Les noyaux ont été lavés à l'eau distillée et séchées à l'étuve puis broyés et tamisés jusqu'à ne conserver que la fraction. Avant la carbonisation, les grains retenus sont prétraités chimiquement. Il est possible de réaliser cette activation chimique après la carbonisation. La méthode implique l'introduction dans un réacteur d'un mélange contenant une masse définie de la fraction sélectionnée de noyaux de dattes et de l'oxydant acide (**Hazourli et al., 2007**).

✓ Café des noyaux :

Un café à la datte est une boisson chaude composée de poudre de noyaux de dattes grillées de manière similaire à la poudre du café, qui permet de diminuer la teneur en caféine. Les dattes lavées, torréfiées une heure. Après refroidissement, on broie, on tamise et on obtient une poudre de grains de dattes (**Jemni et al., 2017**).

✓ Extraction de l'huile essentiel :

L'huile présente dans les noyaux des dattes représente une part non négligeable, environ 8 %, destinée à la consommation humaine mais aussi utilisée dans diverses industries. Ces huiles contiennent des acides gras, les principaux étant l'acide oléique et l'acide linoléique ; ou leur ajout à des régimes alimentaires pauvres en gluten comme ceux pour les malades coéliquas (**Khali et al., 2014**).

I.2.2. Valorisation énergétique

I.2.2.1. Production de Bio alcool

L'éthanol obtenu à partir des déchets de dattes est une solution économique intéressante car il peut remplacer avantageusement celui obtenu par voie chimique à partir des produits pétroliers et remplacer le pétrole léger comme carburant ou au moins permettre le coupage de l'essence (5 à 10 % d'éthanol) (**ChihCheng et al.,2007**).

I.2.3. Valorisation thérapeutique

Le fruit a de nombreux avantages pour la santé. Elles contribuent à combattre l'anémie et les déminéralisations, ce qui les rend préconisées pour les allaitantes. Les dattes pilées dans l'eau sont utiles pour les hémorroïdes, la constipation et l'ictère et les dattes vertes sont tonifiantes pour les diarrhées. Le rob est un sirop concentré à base de dattes qui a des propriétés calmantes et est utilisé pour apaiser les enfants ainsi que pour traiter les maladies nerveuses et les affections broncho-pulmonaires. Les maux de gorge sont soignés en décoction ou infusion et les rhumes sont soulagés par les dattes (**Benchelah et Maka, 2008**).

I.2.4. Valorisation traditionnel ou artisanale

❖ Vannerie :

La vannerie était l'activité la plus pratiquée par la femme oasienne maghrébine en utilisant les sous-produits du palmier dattier (les folioles, le lif (fibrillum), mais en Algérie, ces activités sont maintenant très réduites (**Guerradi et al, 2005**).

❖ Pennes :

Les pennes en particulier celles du cœur du palmier sont utilisées pour la fabrication de différents objets en raison de leur souplesse et de leur durabilité. La préparation comprend deux étapes : le trempage dans l'eau pendant quelques jours pour les assouplir et le tressage en nattes adaptées à l'objet désiré. Les pennes utilisées pour les couffins diffèrent de celles des chapeaux, chaque type étant spécifique à son utilisation (**Benkadi, 2013**).

❖ **Chapeau et l'éventail :**

Les chapeaux sont fabriqués en tissant les tresses, puis en cousues pour obtenir le produit final. Les penne de la variété Ghars, qui ont des folioles vert pâle et solides pour la confection du chapeau, sont utilisées comme pour l'éventail (**Benkadi, 2013**).

❖ **Couffins, Paniers, et Hassira ou le tapis :**

Ces articles sont fabriqués de la même manière que le chapeau. La différence réside dans la largeur de la tresse qui est uniforme et relativement plus grande que celle des tresses utilisées dans la confection des chapeaux (**Benkadi, 2013**).

Chapitre II : La pertinence des compléments alimentaires : vers une nutrition complète

II.1. Définition

Les compléments alimentaires, conformément au **décret n°2006-352 du 20 mars 2006**, sont définis comme des denrées alimentaires dont le rôle est d'enrichir le régime alimentaire habituel. Ils se présentent sous forme de préparations concentrées de nutriments ou d'autres substances aux effets nutritionnels ou physiologiques. Ces nutriments peuvent être pris isolément ou combinés, et sont disponibles sous diverses formes de présentation en doses, comme les gélules, les comprimés, les pastilles, les pilules, ainsi que des sachets de poudre, des ampoules liquides, des flacons avec compte-gouttes, ou tout autre format de petites préparations solides ou liquides, conçus pour être consommés en quantités mesurées et précises. (Villepin et al, 2006).

II.2. Différence entre Complément alimentaire et médicament

Les compléments alimentaires ne sont pas considérés comme des médicaments, car ils n'ont pas d'action pharmacologique, immunologique ou métabolique. Leur rôle n'est donc pas de prévenir ou de traiter des maladies ni de modifier les fonctions physiologiques du corps. La seule similitude qu'ils partagent avec les médicaments réside dans leur apparence qui peut se présenter sous forme de gélules, de comprimés, ou encore de pastilles (Morel) (tab 4).

Tableau 4: La différence entre un médicament et un complément alimentaire (MOREL).

	Complément alimentaire	Médicament
Objectifs	Entretenir le bien être.	Soigner ou prévenir une maladie, une pathologie.
Cibles	Personnes en bonne santé souhaitant le rester.	Personnes malades ou susceptibles de l'être.
Délivrance	Vente libre.	Prescription médicale.

Propriétés	Nutritionnelles ou physiologiques.	Thérapeutiques.
Mise sur le marché	Déclaration comme toute denrée alimentaire auprès de la DGCCRF (Direction Générale de la concurrence, de la consommation et de la répression des fraudes).	Demande d'Autorisation de mise sur la Marché auprès de l'ANSM (Agence Nationale du Médicament et des Produits de Santé).

II.3. Fabrication d'un complément alimentaire

Le principe de base de la fabrication est fondamentalement simple. (**fig 8**) Les constituants choisis sont fusionnés avec des excipients. Le mélange uniforme obtenu est ensuite présenté dans une formulation galénique et est commercialisé après approbation préalable de la Direction générale de la concurrence, de la consommation et de la répression des fraudes (DGCCRF). La procédure de fabrication est précise et améliorée à chaque phase grâce à des évaluations de qualité rigoureuses. Le schéma suivant illustre le principe fondamental qui sous-tend le processus de fabrication d'un complément alimentaire (**Arnaud, 2008**). Dans la délimitation officielle des compléments alimentaires, les autorités réglementaires en énumèrent plusieurs formes (Directive 2002/46/CE, 2002) :

- ✓ Gélules
- ✓ Pastilles
- ✓ Comprimés
- ✓ Pilules et autres formes similaires
- ✓ Sachets de poudre
- ✓ Ampoules de liquide
- ✓ Flacons munis d'un compte-gouttes
- ✓ Autres formes analogues de préparations liquides ou en poudre.

- ✓ Le Syndicat des compléments alimentaires (**SDCA**), en collaboration avec le Syndicat des fabricants de produits naturels, diététiques et de compléments alimentaires (**SYNADIET**), a institué une charte de qualité relative aux compléments alimentaires, qui est diffusée auprès de tous les membres du SYNADIET depuis mars 2007.
- ✓ En janvier 2010, une version actualisée de ce document a été publiée. Ce document révisé intègre les meilleures pratiques et est obligatoire sur le plan éthique pour tous les fabricants qui y ont apposé leur signature. La version mise à jour est complétée par des directives sur les bonnes pratiques d'hygiène et les bonnes pratiques de fabrication. Ces parties prenantes s'identifient comme des contributeurs clés à l'assurance qualité des compléments alimentaires (**Synadiet, 2010**).

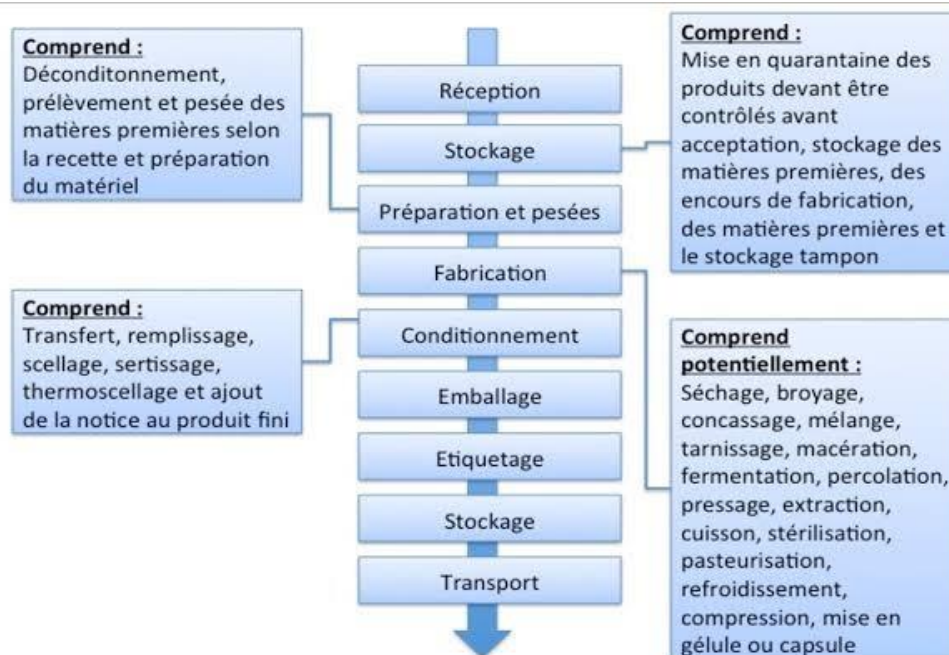


Figure 8: diagramme de fabrication d'un complément alimentaire (**Site Web., synadiet**)

II.4. Les normes de fabrication pour les compléments alimentaires

II.4.1. Bonnes pratiques de fabrication applicables aux compléments alimentaires

Les bonnes pratiques de fabrication (BPF) applicables aux compléments alimentaires sont issues d'une charte de qualité formulée par le Syndicat des diététiques et des compléments alimentaires (SDCA) en collaboration avec l'Union professionnelle des fabricants de produits naturels, de diététiques et de compléments alimentaires (SYNADIET), qui fournit des lignes directrices découlant de l'application du règlement 852/2004/CE. **(Site Web., synadiet)**

Ces directives s'adressent aux exploitants du secteur alimentaire en ce qui concerne les protocoles d'hygiène généraux applicables à tous les produits alimentaires. Ils comprennent des mesures de contrôle qui facilitent une approche globale de l'évaluation des dangers, de la gestion des risques et de l'assurance de la qualité des produits, entre autres considérations, par le biais de normes et de pratiques conformes aux spécifications du produit, ainsi qu'aux processus de fabrication, de stockage, de manipulation et de distribution du produit. **(Site Web., synadiet)**

Bien que cette charte de qualité n'ait pas d'autorité légale, elle vise à aider les fabricants à se conformer aux réglementations de sécurité européennes et à compiler un dossier solide à soumettre à la DGCCRF, atténuant ainsi tout risque potentiel de rejet sur le marché. **(Site Web., synadiet)**

II.4.2. L'approche HACCP

Le système HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point) peut être interprété comme suit : L'analyse des risques et des points critiques pour leur réglementation (Terfaya, 2004) représente un cadre préventif conçu pour l'éradication ou la réduction des menaces biologiques, chimiques et physiques, sur la base d'une méthodologie rationnelle concernant la gouvernance de la sécurité alimentaire **(Caswell et al., 1996)**. Ce cadre implique l'identification des dangers potentiels, suivie de la mise en place de

contrôles pour garantir que le produit reste propre à la consommation des consommateurs (Oms, 2002).

Bien que la mise en œuvre du système HACCP nécessite l'atteinte d'un niveau d'expertise spécifique, il s'agit en fin de compte d'une méthodologie rationnelle fondée sur une compréhension globale du produit, des matières premières, des procédés et des facteurs connexes. (fig 9) Le système HACCP peut être appliqué de la production primaire jusqu'à la consommation et consiste à suivre sept principes (Caswell et al., 1996).

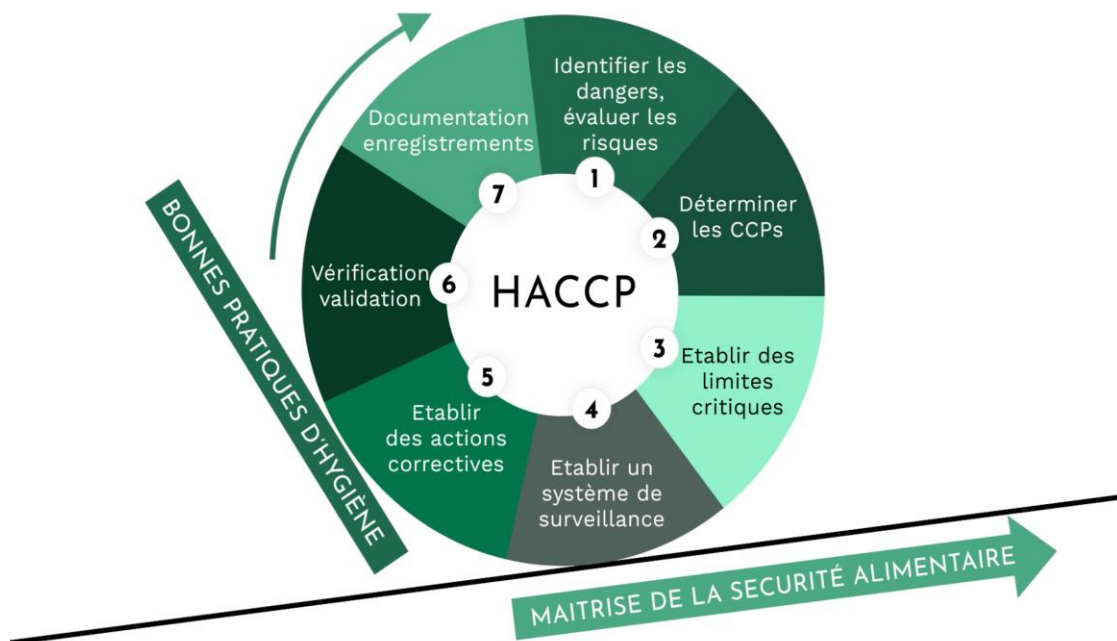


Figure 9: Les principes de l'Approche HACCP (site web., Walter Learning)

II.4.3. Le contrôle qualité

Le contrôle qualité peut être appliqué à la fois :

- **Aux articles de conditionnement** : chaque article de conditionnement doit se conformer aux exigences réglementaires du Règlement CE n°1935/2004 et du Décret n°92-631 du 8 juillet 1992 et à ses spécifications. Le packaging final doit porter les informations nécessaires et les mentions spécifiques dans la forme et

à l'endroit requis. Une personne habilitée doit s'assurer que les emballages correspondent bien à la réglementation. **(Thibault,2020)**

- **Aux ingrédients** : Le contrôle des critères de pureté principaux permet de garantir la conformité des ingrédients aux spécifications requises. Ils sont adaptés à la nature des ingrédients et à leurs fonctions et cas d'emploi. Ils sont effectués à l'arrivée sur le site de production ou au départ du site du fournisseur. Aussi, tout lot d'ingrédient ne respectant pas les critères de pureté ne sera pas inclus dans le cycle de production. **(Thibault,2020)**

II.5. Composition de complément alimentaire

Quatre catégories de substances pouvant se retrouver dans un complément alimentaire.

a) Les nutriments et les substances à but nutritionnel ou physiologique :

- Les nutriments : vitamines (B6) et minéraux (Magnésium).
- Les substances à but nutritionnel ou physiologique : sont des substances possédant des propriétés nutritionnelles ou physiologiques, à l'exception des vitamines et minéraux et des substances possédant des propriétés exclusivement pharmacologiques. Il s'agit par exemple du lycopène, de la glucosamine ou du chitosan **(Valette, 2015)**.

b) Les plantes et préparations de plantes : poudres, extraits végétaux, huiles essentielles) ... par exemple : ginkgo, ginseng, ail **(Pentel et al.,2005)**

c) Les additifs, les arômes et auxiliaire technologiques : Selon l'ANSES (Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail), on ajoute des petites quantités des additifs, arômes et auxiliaires technologiques aux aliments lors de la fabrication d'un produit fini dans un but technologique permet l'amélioration de leur conservation, la réduction des phénomènes d'oxydation, la coloration des denrées, le renforcement de leur goût, etc... Exemple : rouge de betterave, rouge de synthèse **(Valette, 2015)**.

d) Autres ingrédients : sont d'ingrédients d'origine animale non purifiés : la gelée royale ou le cartilage de requin en sont un exemple. **(Valette, 2015)**.

II.6. Etiquetage des compléments alimentaires

Le décret n° 2006-352 du 20 mars 2006 reprend l'article de la directive 2002/46/CE **(Cassar ,2016)** en entérinant la dénomination obligatoire de « complément alimentaire », en réaffirmant le fait qu'il ne peut être fait attribution aux compléments alimentaires de « propriétés de prévention, de traitement ou de guérison d'une maladie humaine » et en exposant les indications devant, le cas échéant, figurer sur l'étiquetage des compléments alimentaires, à savoir :

« 1° Le nom des catégories de nutriments ou substances caractérisant le produit où une indication relative à la nature de ces nutriments ou substances »

« 2° La portion journalière de produit dont la consommation est recommandée »

« 3° Un avertissement indiquant qu'il est déconseillé de dépasser la dose journalière indiquée »

« 4° Une déclaration visant à éviter que les compléments alimentaires ne soient utilisés comme substituts d'un régime alimentaire varié »

« 5° Un avertissement indiquant que les produits doivent être tenus hors de la portée des jeunes enfants » **(Champy, et al.,2024)**

Par ailleurs, le décret n° 2006-352 du 20 mars 2006 reprend les dispositions de la directive 2002/46/CE en précisant que l'étiquetage, la présentation et la publicité des compléments alimentaires ne doivent en aucun cas indiquer ou laisser entendre qu'un régime alimentaire équilibré et varié ne suffit pas à couvrir les besoins nutritionnels de manière générale **(Champy, et al.,2024)**

Enfin, l'article du décret n° 2006-352 du 20 mars 2006 impose aux fabricants de mentionner sous forme chiffrée tous les composants autorisés entrant dans la composition d'un complément alimentaire. De plus, il exige que les informations relatives aux vitamines et minéraux soient également indiquées en pourcentage des

valeurs de référence. Le même décret précise que les valeurs déclarées pour chaque composant doivent correspondre à des « valeurs moyennes calculées sur la base de l'analyse du produit effectuée par le fabricant ». (**fig 10**) Ces valeurs de référence peuvent inclure, par exemple, les Valeurs Nutritionnelles de Référence (VNR) définies par l'EFSA, qui intègrent les apports recommandés pour la population, les besoins moyens ainsi que les seuils de consommation minimum (**Efsa**).

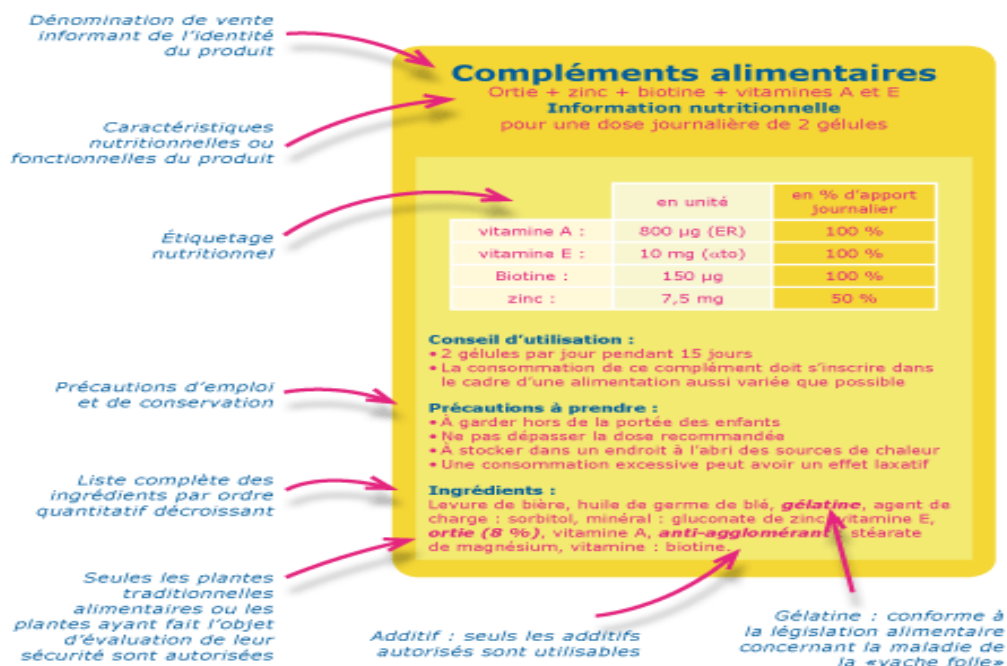


Figure 10: Étiquetage des compléments alimentaires (Eureka Santé, 2014)

II.7. Réglementation Algérienne

Selon la réglementation algérienne du décret 12-124 relatif aux additifs alimentaires qui fixe l'additif comme toute substance qui n'est normalement ni consommée en tant que denrée alimentaire en soi, ni utilisée comme ingrédient caractéristique d'une denrée alimentaire ; qui présente ou non une valeur nutritive ; dont l'adjonction intentionnelle à une denrée alimentaire dans un but technologique ou organoleptique à une étape quelconque de fabrication, de la transformation, de la préparation, du traitement, du conditionnement, de l'emballage, du transport ou de l'entreposage de cette denrée effectuée ses caractéristique et devient elle-même ou ces dérivés, directement ou indirectement, un composant de cette denrée alimentaires sont des sources

concentrées de ces éléments nutritifs, seuls ou en combinaison, commercialisées sous forme de gélules, comprimés, poudre ou solution. Ils ne sont pas ingérés sous la forme de produits alimentaires habituels mais sont ingérés en petite quantité et dont l'objectif est de suppléer la carence du régime alimentaire habituel en vitamines et/ou sels minéraux.

L'utilisation d'un additif alimentaire doit répondre aux conditions énumérées ci-après :

- ✓ Préserver la qualité nutritionnelle de la denrée alimentaire ; servir de composant nécessaire dans les aliments diététiques.
- ✓ Améliorer la conservation ou la stabilité de la denrée alimentaire ou ses propriétés organoleptiques, à condition de ne pas altérer la nature ou la qualité de façon à tromper et induire en erreur le consommateur.
- ✓ Servir d'adjuvant dans une étape dont les compléments alimentaires en vitamines et sels minéraux : née du processus de mise à la consommation, à condition que l'additif alimentaire ne soit pas utilisé pour masquer les effets de l'utilisation d'une matière première de mauvaise qualité ou de méthodes technologiques inappropriées.
- ✓ Ainsi ni aliment, ni médicament, les compléments alimentaires ont un statut à part, parfois ambigu, d'autant plus qu'apparaissent des aliments dits "fonctionnels", qui seraient différents des autres par des propriétés liées soit à leur composition naturelle intrinsèque soit à des constituants ajoutés ou modifiés.

Les compléments alimentaires ne sont pas des additifs alimentaires ; cependant ils peuvent contenir des additifs, des arômes et des auxiliaires technologiques (support d'additifs) dont l'emploi est autorisé en alimentation humaine (Jora, 2012).

II.8. Allégations

L'allégation est tout message ou toute représentation, non obligatoire en vertu de la législation communautaire ou nationale, y compris une représentation sous la forme d'images, d'éléments graphiques ou de symboles, quelle qu'en soit la forme, qui affirme, suggère ou implique qu'une denrée alimentaire possède des caractéristiques particulières (**Joce, 2006**).

Le règlement CE 2006 distingue trois types d'allégations :

II.8.1. Allégations nutritionnelles

« Toute allégation qui affirme, suggère ou implique qu'une denrée alimentaire possède des propriétés nutritionnelles bénéfiques particulières de par l'énergie (valeur calorique) qu'elle fournit, à un degré moindre ou plus élevé ou ne fournit pas et/ou les nutriments ou autres substances qu'elle contient, en proportion moindre ou plus élevée ou ne contient pas » (**Parlement Européen, 2006**).

Exemples d'allégations nutritionnelles **“Source d'acide gras oméga 3”** :

Une allégation selon laquelle une denrée alimentaire est une source d'acide gras **oméga 3**, ou toute allégation susceptible d'avoir le même sens pour le consommateur, ne peut être envisagée que si le produit contient au moins 0,3 g d'acide alphalinolénique pour 100 g et 100 kcal, ou au moins 40 mg d'acide eicosapentaénoïque et d'acide docosahexénoïque combinés pour 100 g et 100 kcal (**Parlement Européen, 2006**).

On peut trouver aussi par exemple « pauvre en sodium ou en sel », qui ne peut être indiqué que si le produit ne contient pas plus de 0,12 g de sodium pour 100 g ou 100 ml. Les produits diététiques peuvent comporter des allégations nutritionnelles tandis que les CA n'en comportent pas (**Genevey et Schutz, 2009**).

II.8.2. Allégations de santé

Une allégation de santé est toute allégation qui affirme, suggère ou implique l'existence d'une relation entre, d'une part, une catégorie de denrées alimentaires, une denrée alimentaire ou l'un de ses composants et, d'autre part, la santé (**Parlement Européen, 2006**).

II.8.3. L'allégation relative à la réduction d'un risque de maladie

Est définie comme toute allégation de santé qui affirme, suggère ou implique que la consommation d'une catégorie de denrées alimentaires, d'une denrée alimentaire ou de l'un de ses composants réduit sensiblement un facteur de risque de développement d'une maladie humaine (**Parlement Européen, 2006**).

PARTIE III. MATERIEL ET METHODES

I. Matériel végétales

I.1. Le choix de la variété

Les noyaux de dattes utilisés dans cette étude proviennent de la variété « **Hmira** » cultivée dans la région de **Biskra**, en Algérie. Ces dattes ont été achetées auprès de fournisseurs locaux de la wilaya de Saïda, spécialisés dans la commercialisation de dattes. Le choix de cette variété se justifie par sa grande abondance au niveau national. L'ensemble des analyses et expériences a été réalisé au sein du laboratoire de notre Université Dr. Moulay Tahar.

I.2. Préparation des échantillons

La préparation des noyaux comprend les étapes suivantes :

✓ Séparation pulpe- noyau

La séparation pulpe- noyau est facile, elle se fait à la main.

✓ Lavage

Les noyaux sont lavés à l'eau chaude pour enlever les traces de pulpe et toutes sortes d'impuretés qui collent à ces derniers.

✓ Séchage

Après lavage, les noyaux sont placés dans une étuve portée à une température de 50 °C pendant 72 heures afin de faciliter le broyage.

✓ Broyage

Les noyaux, une fois séchés, sont concassés manuellement à l'aide d'un mortier et d'un pilon, puis broyés à l'aide d'un broyeur électrique. La poudre obtenue est ensuite stockée dans des pots hermétiques en plastique (**fig 11**).



Figure 11 : Noyaux de dattes entiers/ Noyaux de dattes concassés/ Poudre de noyaux de dattes

II. Méthodes d'analyses

II.1. Caractéristique morphologique du noyau de dattes

Les noyaux de dattes de la variété « **Hmira** » présentent une forme allongée, une couleur brun foncé, et une surface lisse marquée par des sillons longitudinaux. Ils sont durs et résistants, avec une texture robuste.

La caractérisation est réalisée sur 10 noyaux prélevés au hasard sur lesquels on a déterminé :

- ✓ Les dimensions des noyaux (longueur et largeur), à l'aide d'un pied à coulisse avec une précision de $\pm 0,1$ cm.
- ✓ Les poids des noyaux, à l'aide d'une balance analytique de précision de $\pm 0,001$ g.

II.2. Analyses physico-chimiques de la poudre du noyau de dattes

II.2.1 Détermination de l'humidité

Le test de l'humidité est réalisé dans le but d'estimer la teneur en eau du noyau de dattes. Plusieurs techniques ont été proposées, la plus simple consistant à mesurer la perte de masse après un passage à l'étuve à 105°C . Cela implique de peser l'échantillon deux fois, avant et après une période de chauffage suffisante dans l'étuve, jusqu'à ce que la masse devienne constante. (Aoac,2005)

❖ Mode opératoire

- ✓ Une prise d'essai de (5 g) de poudre du noyau est séchée dans une étuve portée à la température de 105°C, pendant 3 heures.
- ✓ Placer dans le dessiccateur, jusqu'à l'obtention d'un poids constant.
- ✓ Peser ensuite la poudre séchée.

❖ Expression des résultats

L'humidité (H en % massique) est donnée par la relation suivante:

$$H (\%) = (M_1 - M_2) / P * 100$$

Soit :

H % : Humidité.

M₁ : Masse de la capsule + poudre avant séchage (g).

M₂ : Masse de la capsule + poudre après séchage (g).

P : Masse de la prise d'essai (g).

II.2.2. Détermination du pH de l'extrait aqueux

Il sert à quantifier la concentration en ions H⁺ de poudre de noyaux de dattes qui lui confère son caractère acide ou basique. La mesure de pH est réalisée avec un pH – mètre (Harris,2015)(fig 12).

❖ Mode opératoire

- ✓ Faire macérer (5 g) de poudre de noyaux de dattes dans 100 ml d'eau chaude (37°C) pendant 30 minutes, puis filtrer afin de mesurer le pH.
- ✓ Faire introduire les électrodes de pH mètre étalonné par deux solutions étalons dans la phase aqueuse à la température de mesure et lorsqu'il se stabilise on fait la lecture de la valeur de pH indiqué.



Figure 12 : Filtrat aqueux / Mesure du PH

II.2.3. Détermination du taux de cendre

La détermination de la matière minérale, principalement répartie dans les enveloppes et le germe, permet de donner une indication sur le taux d'extraction en meunerie. (Horwitz,2005)

❖ Mode opératoire

Incinération d'une prise d'essai d'échantillons de poudre de noyaux de dattes jusqu'à combustion complète des matières organiques à 500 °C, puis pesée du résidu obtenu.

- ✓ Chauffer les creusets pendant 10 minutes dans un four réglé à 500 °C.
- ✓ Laisser refroidir à température ambiante dans le dessiccateur, puis procéder à la pesée.
- ✓ Dans le creuset d'incinération, préparer (10 g) de l'échantillon.
- ✓ Placer les creusets dans un four à moufle réglé à 500 °C pendant 3 heures et 30 minutes, jusqu'à obtenir une couleur gris clair ou blanchâtre.
- ✓ Retirer les creusets du four de manière progressive, laisser refroidir à température ambiante dans le dessiccateur, puis les peser.

❖ Expression des résultats

Le taux de cendre, en fraction massique par rapport à la matière humide exprimé en pourcentage, est donné par l'équation suivante:

$$TC (\%) = m_1 \times 100 / m_0$$

Le taux de cendre, en fraction massique par rapport à la matière sèche exprimé en pourcentage, est donné par l'équation :

$$TC (\%) = m_1 \times 100 / m_0 \cdot (100 / 100 - H)$$

Soit :

TC : taux de cendres.

m₀ : la masse, en grammes, de la prise d'essai.

m₁ : la masse, en grammes, des cendres.

H : la teneur en eau, en pourcentage par masse, de l'échantillon.

II.2.4. Détermination de la teneur en matière grasse

Dans ce travail nous avons effectué l'extraction de l'huile des noyaux de dattes

❖ Principe de la méthode d'extraction à chaud (Soxhlet)

L'extraction épuisante est réalisée à l'aide d'un appareil de type **Soxhlet** avec un solvant. L'appareillage se compose d'un ballon, d'une cartouche d'extraction, d'un extracteur, d'un réfrigérant et d'un chauffe-ballons. La cartouche contenant l'échantillon est placée dans l'extracteur, qui est relié à un ballon contenant le solvant. L'ensemble du système est chauffé à une température modérée.

Le solvant s'évapore, puis se condense dans le réfrigérant, remplissant ainsi l'extracteur jusqu'à un certain niveau avant de s'écouler dans le ballon par siphonage. À ce stade l'extraction de l'huile a lieu. À mesure que le processus progresse la solution dans le ballon s'enrichit en huile (**fig 13**), tandis que le solide de départ perd progressivement ses composants solubles. Ce cycle d'extraction se répète jusqu'à ce que le solide soit épuisé.

La séparation de l'huile du solvant est réalisée par distillation à l'aide d'un évaporateur rotatif. Les dernières traces de solvant sont éliminées en plaçant le ballon contenant l'huile extraite dans une étuve à température contrôlée. (Mendes et al, 2018)

❖ **Mode opératoire**

- ✓ Préparation de l'échantillon : (25 g) de poudre sèche de noyaux de datte sont utilisés pour l'extraction.
- ✓ Extraction des lipides : L'extraction est réalisée en utilisant (250 ml) d'acétone comme solvant dans un appareil Soxhlet pendant 6 heures.
- ✓ Élimination du solvant : Le solvant est ensuite éliminé par distillation à l'aide d'un évaporateur rotatif.
- ✓ Séchage des lipides : Les lipides extraits sont séchés à 40-50 °C jusqu'à atteindre un poids constant.

La masse des lipides obtenus est mesurée pour calculer leur proportion par rapport au poids sec de l'échantillon.



Figure 13 : Huile de noyaux de dattes

❖ Expression des résultats

Le rendement d'extraction correspondant au taux de matière grasse obtenue est calculé selon la formule suivante :

$$MG = \frac{P_2 - P_1}{P_3} \cdot 100$$

Soit :

MG : Matière grasse.

P₁ : Poids du ballon vide (g).

P₂ : Poids du ballon avec l'huile extraite (g).

P₃ : Poids de la prise d'essai (g).

II.3. Détermination des composées phénoliques

II.3.1. Dosage des polyphénols totaux

❖ Principe

La teneur en polyphénols est déterminée par la méthode colorimétrique de Folin-Ciocalteu. Dans cette méthode, les polyphénols présents dans l'échantillon réagissent avec le réactif de Folin-Ciocalteu, un mélange d'ions phosphomolybdate et phosphotungstate, pour former un complexe dont l'intensité est proportionnelle à la concentration en polyphénols (**fig 14**). Cette intensité est mesurée à 765 nm à l'aide d'un spectrophotomètre. La concentration en polyphénols est ensuite déterminée à partir d'une courbe d'étalonnage établie avec l'acide gallique, et les résultats sont exprimés en milligrammes d'équivalents d'acide gallique par gramme d'extrait (mg/EAG/g).

(Singleton et al., 1965)

❖ Préparation des échantillons

- ✓ Les extraits de noyaux de dattes ont été préparés à l'aide de différents solvants, permettant d'isoler les composés présents dans l'échantillon.

- ✓ Après l'extraction, les mélanges obtenus ont été concentrés à l'aide d'un évaporateur rotatif pour éliminer les solvants volatils et concentrer les composés d'intérêt.
- ✓ Les extraits concentrés ont été séchés dans une étuve à 60 °C pour éliminer l'humidité restante et garantir leur stabilité.
- ✓ Ensuite, 10 g de chaque extrait obtenu avec les différents solvants ont été dissous dans 10 ml d'eau distillée pour préparer les solutions nécessaires à l'analyse.

❖ **Mode opératoire**

Le dosage des polyphénols totaux dans l'extrait du noyau de datte est représenté par l'organigramme suivant

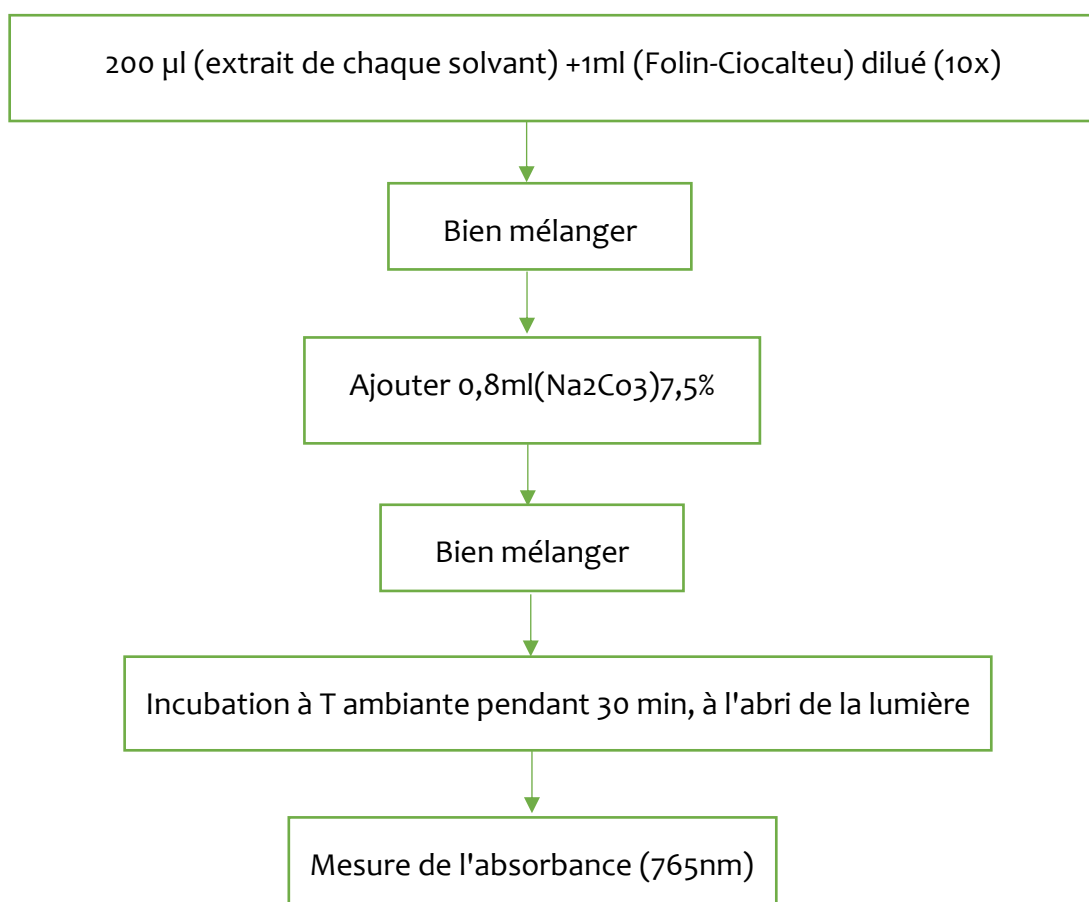


Figure 14 : Organigramme représentant le dosage des polyphénols totaux

❖ Préparation de la gamme d'étalonnage

- ✓ 10 mg d'acide gallique (AG) sont pesés et dissous dans 10 ml d'eau distillée/solvant pour obtenir une solution mère de concentration 1 mg/ml (tab5).

Tableau 5 : Préparation des dilutions de l'acide gallique pour la réalisation de la courbe Standard des polyphénols totaux.

Dilution	SM	S/8	S/6	S/4	S/2
Concentration mg/ml	1	0.8	0.6	0.4	0.2

❖ Traçage de la courbe d'étalonnage de l'acide gallique

- ✓ Prélever 200 µl de chaque dilution d'acide gallique dans des tubes à essais.
- ✓ Ajouter 1ml (Folin-Ciocalteu) + 0,8ml (Na₂CO₃)7,5%.
- ✓ Laisser incuber pendant 30 min à température ambiante et à l'abri de la lumière.

La lecture des absorbances est effectuée à 765 nm, après agitation et repos pendant 30 minutes. La concentration en composés phénoliques totaux est déterminée en se référant à la courbe d'étalonnage obtenue en utilisant l'acide gallique comme standard d'étalonnage.

II.3.2. Dosage des flavonoïdes

❖ Principe

La teneur en flavonoïdes est déterminée par une méthode colorimétrique dans laquelle les flavonoïdes réagissent avec un réactif de chlorure d'aluminium (AlCl₃), formant un complexe stable dont l'intensité est proportionnelle à la concentration en flavonoïdes (**fig 15**). Cette intensité est mesurée à 510 nm à l'aide d'un spectrophotomètre. La concentration en flavonoïdes est ensuite calculée en se basant sur une courbe d'étalonnage établie avec la quercétine comme standard et exprimée en

milligrammes d'équivalents de quercétine par gramme d'extrait (mg/QE/g). (Chang et al., 2002)

❖ Mode opératoire

Le dosage des flavonoïdes dans l'extrait du noyau de datte est représenté par l'organigramme suivant

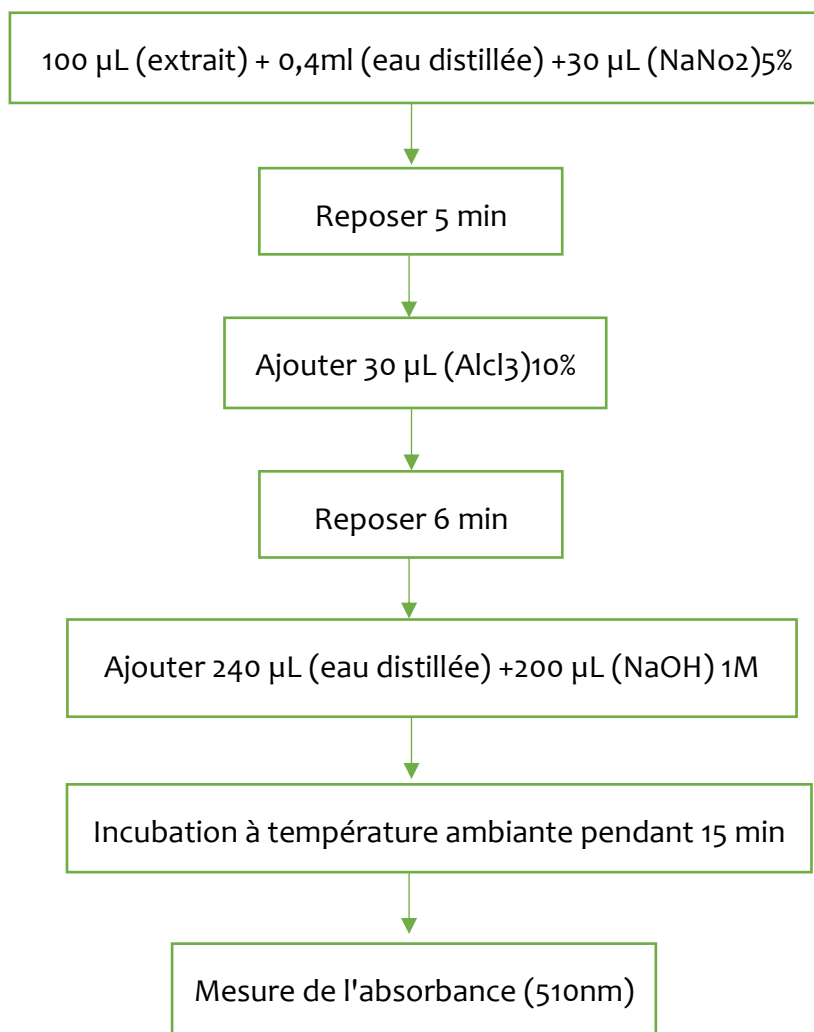


Figure 15 : Organigramme représentant le dosage des flavonoïdes

❖ Préparation de la gamme d'étalonnage

- ✓ 10 mg de quercétine sont pesés et dissous dans 10 ml d'eau distillée pour obtenir une solution mère de concentration de 1 mg/ml.

- ✓ À partir de cette solution mère, diverses solutions étalons de quercétine ont été préparées par dilution.

❖ **Traçage de la courbe d'étalonnage de quercétine**

- ✓ Prélever 100 µl de chaque dilution de quercétine dans des tubes à essais.
- ✓ Ajouter 0,4 ml (eau distillée) + 30 µl (NaNO₂) 5% (reposer 5 min).
- ✓ Ajouter 30 µl (AlCl₃) 10% (reposer 6 min).
- ✓ Puis 240 µl (eau distillée) + 200 µl (NaOH) 1M.
- ✓ Incubation à température ambiante pendant 15 min.
- ✓ Mesure de l'absorbance (510 nm).

Les absorbances sont mesurées à 510 nm, après agitation et un repos de 15 minutes. La concentration en flavonoïdes est déterminée en se référant à la courbe d'étalonnage établie à partir de la quercétine comme standard.

II.3.3. Test de Présence ou Absence des Tanins

Le test de présence ou d'absence des tanins repose sur leur capacité à réagir avec certains réactifs chimiques, tels que le chlorure ferrique (FeCl₃). Lors de cette réaction, les tanins forment un complexe avec les ions fer (Fe³⁺), ce qui permet de détecter leur présence ou leur absence dans l'échantillon. Une réaction positive indique la présence de tanins, tandis que l'absence de réaction suggère leur absence. (Trease et al., 1989)

❖ **Mode opératoire**

❖ **Test au Chlorure de Fer (FeCl₃)**

- Dissoudre 1 g de chlorure ferrique (FeCl₃) dans 100 ml d'eau distillée pour préparer une solution à 1 %.
- Prendre 2 mL de l'extrait aqueux de plante dans un tube à essai.
- Ajouter quelques gouttes de la solution de chlorure de fer (FeCl₃) à 1 %.
- Observer les résultats.

❖ **Test au Sulfate de Fer (FeSO₄)**

- Dissoudre 1 g de sulfate de fer (FeSO₄) dans 100 mL d'eau distillée pour obtenir une solution à 1 %.

- Prendre 2 mL de l'extrait aqueux de plante dans un tube à essai.
- Ajouter quelques gouttes de la solution de sulfate de fer (FeSO_4) à 1 %.
- Observer les résultats.

❖ **Test à la Gélatine**

- Dissoudre 1 g de gélatine dans 100 mL d'eau distillée pour obtenir une solution à 1 %.
- Prendre 2 mL de l'extrait aqueux de plante dans un tube à essai.
- Ajouter 2 mL de la solution de gélatine à 1 %.
- Observer les résultats.

II.4. L'activité antioxydante

❖ **Principe**

L'activité antioxydante est déterminée par la méthode de DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle), une technique couramment utilisée pour évaluer la capacité des composés ou des extraits à neutraliser les radicaux libres. Cette méthode repose sur la réduction du radical libre DPPH, initialement de couleur violette, en une forme non radicalaire incolore ou jaune pâle (DPPH-H), grâce à l'action des antioxydants qui agissent comme des donneurs d'électrons ou d'atomes d'hydrogène. La réduction du DPPH entraîne une diminution de l'absorbance mesurée à 517 nm à l'aide d'un spectrophotomètre. Le pourcentage d'inhibition est calculé pour exprimer le pouvoir antioxydant de l'échantillon, en comparant l'absorbance du DPPH seul (témoin) avec celle du mélange contenant l'échantillon. (**Brand-Williams et al.,1995**)

❖ **Mode opératoire**

✓ **Préparation des échantillons**

Dissoudre l'huile de noyaux de dattes dans du méthanol pour préparer différentes concentrations correspondant à des volumes de 50 μL , 100 μL , 200 μL , 400 μL et 800 μL .

✓ **Préparation d'une solution de DPPH à une concentration de 0,1 mM**

Pesez précisément (0,0039 g) de **DPPH** à l'aide d'une balance analytique. Transférez la poudre dans une fiole jaugée de (100 ml), ajoutez une petite quantité de méthanol pour faciliter la dissolution, puis complétez avec du méthanol jusqu'au trait de

jauge. Agitez doucement la fiole pour assurer une dissolution complète du DPPH et obtenir une solution homogène.

✓ **Evaluation de l'activité antioxydante**

Mélangez (1 mL) de la solution de DPPH à 0,1 mM avec (1 mL) de l'échantillon à chaque concentration. Incubez le mélange température ambiante dans l'obscurité pendant 30 minutes, puis mesurez l'absorbance à 517 nm à l'aide d'un spectrophotomètre.

✓ **Préparation de la solution témoin positive d'acide ascorbique**

Dissolvez (0,0017 g) d'acide ascorbique dans (100 ml) de méthanol. Ensuite, préparez des dilutions pour obtenir différentes concentrations correspondant à des volumes de (50 µL, 100 µL, 200 µL, 400 µL et 800 µL). Pour évaluer l'activité antioxydante, mélangez (1 ml) de chaque concentration d'acide ascorbique avec (1 ml) de DPPH (0,1 mM) et incubé à température ambiante pendant 30 minutes à l'obscurité. Mesurez l'absorbance à 517 nm.

❖ **Expression des résultats**

Les résultats de l'activité antioxydante sont exprimés en pourcentage d'inhibition des radicaux libres DPPH, calculé à l'aide de la formule suivante :

$$\text{Inhibition (\%)} = (\text{Absorbance du témoin} - \text{Absorbance de l'échantillon}) / (\text{Absorbance du témoin}) \times 100$$

Soit :

Absorbance du témoin : l'absorbance de la solution de DPPH seule.

Absorbance de l'échantillon : L'absorbance de la solution DPPH plus échantillon.

Les résultats sont ensuite tracés sous forme d'une courbe Inhibition (%) vs. Concentration pour déterminer l'efficacité antioxydante. L'IC₅₀ (concentration inhibitrice à 50%) peut également être calculé pour évaluer la puissance de l'antioxydant. Ces données permettent de comparer l'activité antioxydante des échantillons testés à celle de l'acide ascorbique en tant que témoin positif.

II.5. L'activité anti-inflammatoire

Test de la stabilisation des globule rouge (in vitro)

❖ Principe

Le test de stabilisation des globules rouges in vitro évalue l'activité anti-inflammatoire d'une substance en mesurant sa capacité à protéger les globules rouges contre la lyse (rupture) causée par des agents physiques ou chimiques. Il repose sur l'idée que stabiliser la membrane des globules rouges simule la protection des membranes lysosomales dans les cellules inflammées. L'efficacité est déterminée par l'absorbance après centrifugation, indiquant le degré de protection ou de lyse. (Mounnissamy et al.,2008) (fig 16).

❖ Mode opératoire

✓ Préparation d'une solution de PBS (Phosphate Buffered Saline) à pH 7,4

Dissoudre (0,8 g) de NaCl, (0,02 g) de KCl, (0,144 g) de Na_2HPO_4 et (0,024) g de KH_2PO_4 dans environ (80 ml) d'eau distillée dans un bécher. Mélangez doucement jusqu'à dissolution complète des sels, puis ajustez le volume total à 100 ml avec de l'eau distillée. Vérifiez le pH avec un pH-mètre calibré et, si nécessaire, ajustez-le à (7,4) en ajoutant quelques gouttes d'hydroxyde de sodium (NaOH) ou d'acide chlorhydrique (HCl) à faible concentration. Une fois le pH ajusté, stérilisez la solution en l'autoclavant à 125°C pendant 15-20 minutes. Conservez ensuite la solution dans des flacons stériles.

✓ Préparation d'une solution de DMSO (diméthyl sulfoxyde) à 0,5 % dans du (PBS)

Pour obtenir une solution finale de (50 ml), prélevez (250 µL) de DMSO à l'aide d'une pipette stérile, puis ajoutez-le dans un tube ou un bécher contenant (50 ml) de PBS stérile. Mélangez doucement pour assurer une homogénéisation complète de la

solution. Filtrez ensuite la solution à travers un filtre stérile de 0,22 μm . Enfin, conservez la solution dans des conditions stériles jusqu'à son utilisation.

✓ **Préparation d'une suspension de globules rouges à 10 %**

Prélevez du sang dans un tube contenant un anticoagulant pour prévenir la coagulation. Centrifugez à 1500 rpm pendant 10 minutes afin de séparer les globules rouges du plasma. Retirez délicatement le plasma surnageant sans perturber le culot. Lavez les globules rouges en les resuspendant dans du PBS stérile, puis centrifugez à nouveau. Répétez le lavage trois fois pour éliminer les impuretés. Enfin, diluez les globules rouges dans du PBS stérile pour obtenir une suspension à 10 %, en veillant à mélanger doucement pour assurer l'homogénéité.

✓ **Préparation de la solution témoin positive de diclofénac à 25 mg**

Préparez la solution mère en dissolvant une gélule de diclofénac (25 mg) dans (25 ml) de DMSO pour obtenir une concentration de 1 mg/ml. Ensuite, préparez différentes concentrations (100 μL , 200 μL , 400 μL , 800 μL) en prélevant des volumes de la solution mère et en complétant avec du DMSO pour ajuster le volume final. Ces solutions constitueront la gamme d'étalonnage pour évaluer l'activité anti-inflammatoire du diclofénac comme témoin positif.

✓ **Préparation de la solution hypotonique de NaCl à 0,25 %**

Pesez (0,25 g) de NaCl, puis dissolvez-le dans (100 ml) d'eau distillée, en agitant doucement pour garantir une dissolution complète du sel.

❖ **Évaluation de l'activité anti-inflammatoire de l'huile par le test d'inhibition de l'hémolyse**

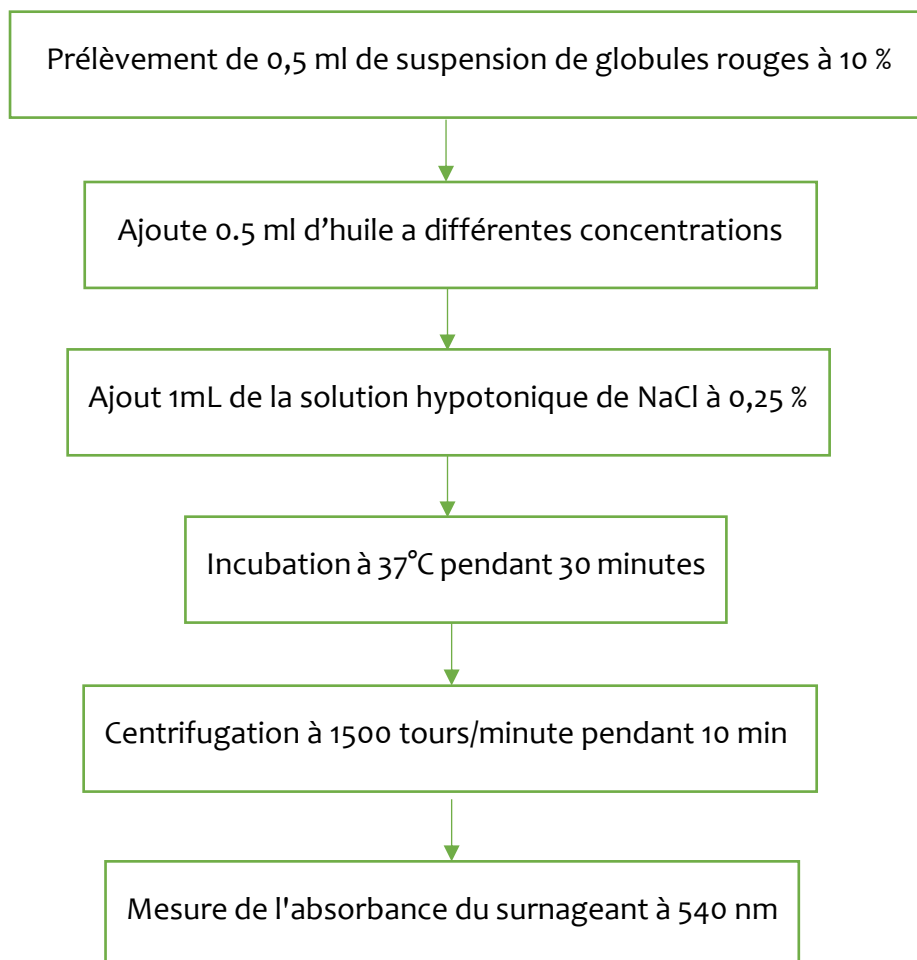


Figure 16 : Organigramme représentant la cytotoxicité de HND par le test d'inhibition de l'hémolyse.

❖ Évaluation du témoin positif par diclofénac

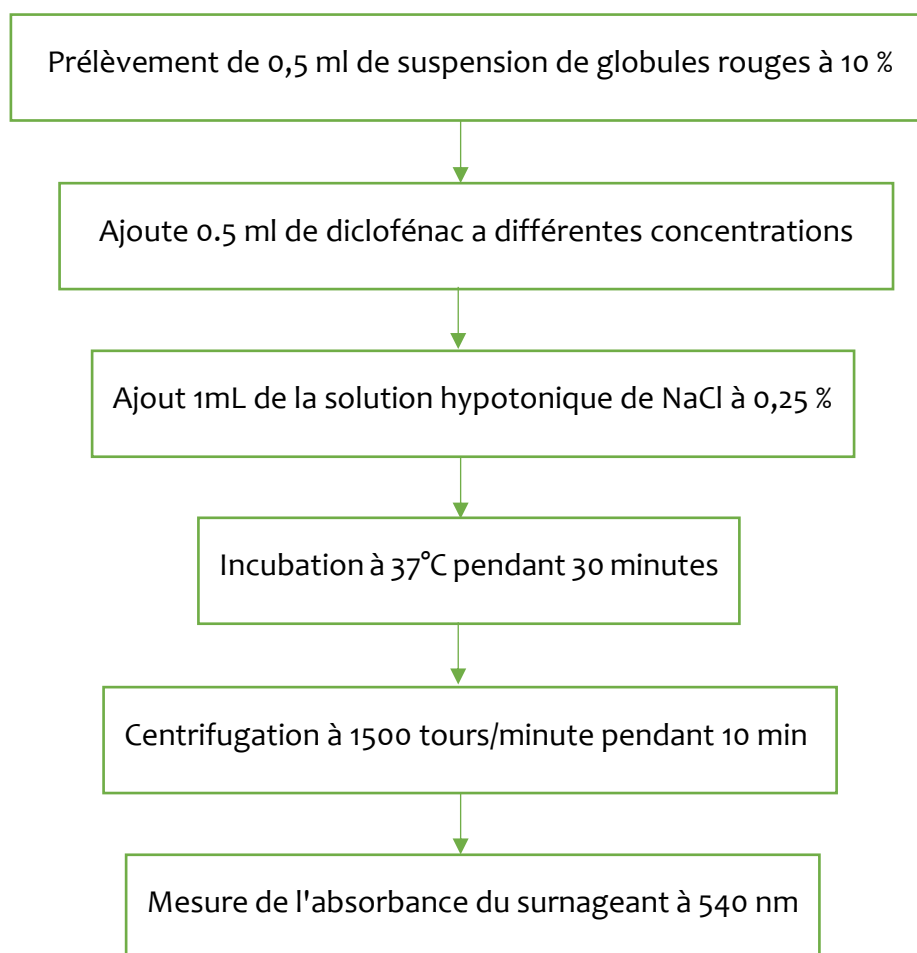


Figure 17 : Organigramme représentant l'évaluation du témoin positif par diclofénac.

❖ Expression des résultats

L'expression des résultats de l'activité anti-inflammatoire, basée sur le test de stabilisation des globules rouges in vitro, se fait généralement en pourcentage d'inhibition de l'hémolyse. Cela permet de quantifier l'effet protecteur d'une substance

contre la rupture des globules rouges, qui simule la stabilisation des membranes cellulaires lors d'une inflammation.

Le calcul du pourcentage d'inhibition de l'hémolyse est effectué selon la formule suivante :

$$\text{Inhibition (\%)} = (\text{Absorbance du témoin} - \text{Absorbance de l'échantillon}) / (\text{Absorbance du témoin}) \times 100$$

Soit :

Absorbance de l'échantillon : Mesure après traitement avec l'échantillon testé (huile, diclofénac).

Absorbance du contrôle négatif : Mesure du surnageant avec la solution hypotonique seule, représentant la lyse maximale.

Les résultats de l'activité anti-inflammatoire sont présentés sous forme d'une courbe Inhibition (%) vs. Concentration. L'IC₅₀ est calculé pour évaluer la concentration à laquelle l'échantillon inhibe 50 % de l'hémolyse, permettant ainsi de comparer l'efficacité anti-inflammatoire des échantillons testés par rapport au diclofénac, témoin positif.

II.6. L'activité antimicrobienne

❖ Principe

L'activité antimicrobienne désigne la capacité d'une substance à inhiber ou à détruire la croissance des microorganismes tels que les bactéries, les champignons, les virus ou les parasites. Pour évaluer cette activité, la méthode de diffusion sur gélose est couramment utilisée. Cette technique consiste à déposer un antimicrobien sous forme de disque ou dans un puits sur une plaque de gélose inoculée avec un microorganisme. L'antimicrobien diffuse à partir du disque, créant une zone d'inhibition autour de celui-ci où les microorganismes ne peuvent pas se développer. La taille de cette zone permet de mesurer l'efficacité de l'antimicrobien, et l'organisme est classé comme sensible,

intermédiaire ou résistant en fonction de la taille de la zone d'inhibition. (**Bauer et al.,1966**)

❖ **Mode opératoire**

✓ **Préparation des souches**

Les bactéries utilisées (**tab 6**) dans ce travail sont des souches de références, qui sont citées dans le tableau suivant :

Tableau 6 : Les souches microbiennes utilisées.

Code	Nom de la souche	Référence
(EC)	<i>Escherichia coli</i>	ATCC 25922
(BS)	<i>Bacillus subtilis</i>	ATCC 6633
(KP))	<i>Klebsiella pneumonia</i>	ATCC 700603
(EF)	<i>Enterococcus faecalis</i>	ATCC 29212
(SA)	<i>Staphylococcus aureus</i>	ATCC 29213
(CA)	<i>Candida albicans</i>	ATCC 10231
(PA)	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	ATCC 27853

1. Revivification des souches

Cette étape consiste à réactiver l'activité métabolique des bactéries après leur conservation. Les souches bactériennes ont été incubées dans un bouillon nutritif MH (Müller-Hinton) à 37 °C pendant 24 heures, afin de favoriser leur croissance et de les préparer pour les étapes ultérieures (**fig 18**).

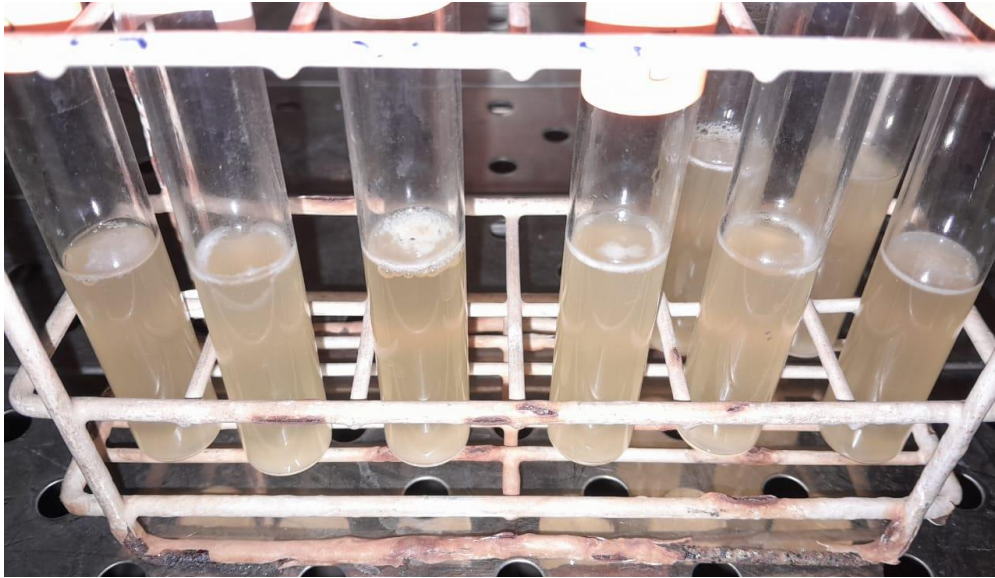


Figure 18 : Revivification des souches bactériennes.

2. Repiquage sur milieux sélectifs

Après incubation des souches dans le bouillon nutritif, une petite quantité a été prélevée et inoculée sur un milieu MH (Müller-Hinton) par la méthode des stries pour obtenir des colonies isolées. Les boîtes de Pétri ont été incubées à 37 °C pendant 24 heures, permettant ainsi l'isolement et la croissance des colonies.

✓ Préparation de l'inoculum

Dans une zone stérile prélevez à l'aide d'une anse stérile, 1 petite colonie bien isolée d'une culture bactérienne. Ajoutez-la à 2 ml d'eau physiologique stérile dans un tube stérile. Ensuite, agitez le tube avec un vortex pendant quelques secondes pour obtenir une suspension bactérienne homogène.

✓ Ensemencement

Trempez un écouvillon stérile dans l'inoculum préparé, puis essorez-le en le pressant fermement contre la paroi interne du tube pour en décharger le maximum.

Frottez ensuite l'écouvillon sur la surface de la gélose sèche en traçant des stries serrées de haut en bas. Répétez cette opération deux fois en tournant la boîte de 60° à chaque fois, tout en faisant pivoter l'écouvillon sur lui-même pour assurer un ensemencement uniforme. Cela garantit un étalement adéquat de l'inoculum et l'isolement des colonies.

✓ **Application des disques et des puits**

Les disques préparés à partir de papier Wattman ont été stérilisés et placés sur la surface gélosée du milieu MH, espacés de 20 mm. Trois disques ont été imbibés de 5 µL d'huile de noyaux de dattes, un autre de 5 µL d'extrait éthanolique, et un dernier de 5 µL d'extrait aqueux. En parallèle, des puits ont été réalisés dans la gélose et remplis avec 5 µL des mêmes extraits. Après application des disques et des puits, les boîtes de Petri ont été incubées à 37 °C pendant 24 heures pour observer l'effet des extraits sur les souches bactériennes.

❖ **Expression des résultats**

Les résultats sont exprimés en mesurant les zones d'inhibition autour des disques et des puits, où la croissance bactérienne a été inhibée, après incubation. Le diamètre des zones d'inhibition est mesuré en millimètres. Si aucune inhibition n'est observée, la zone est de 0 mm. Plus la zone est grande, plus l'effet antimicrobien de l'extrait est fort.

PARTIE IV. RESULTATS ET DISCUSSION

II.1. Caractéristique morphologique du noyau de dattes

Les résultats détaillés concernant les caractéristiques morphologiques (**tab 7**) des noyaux de dattes de la variété « **Hmira** » sont donnés dans le tableau.

Tableau 7 : Caractéristiques morphologiques des noyaux de dattes étudiés.

Caractères	Poids (g)	Longueur (cm)	Largeur (cm)
Variété Hmira	[0.3316, 1.5891]	[1.5, 2.8]	[0.5, 0.9]
M ± ET	[0.96 ± 0.62]	[2.15 ± 0.66]	[0.70 ± 0.14]

M : Moyenne, **ET** : écart type

Les dimensions des noyaux de dattes étudiées de la variété « **Hmira** » sont comprises entre [0.3316, 1.5891 g] pour le poids, [1.5, 2.8 cm] pour la longueur et [0.5, 0.9 cm] avec une moyenne de 0,5 pour la largeur du noyau.

D'après l'étude menée par **Abdullah et Salah (1999)** sur 13 variétés de noyaux de dattes libyennes, les valeurs moyennes des paramètres de poids, de largeur et de longueur se situent respectivement entre (0,7-2 g), (0,8-1,1 cm) et (1,8-2,8 cm). De même, **Acourene et Tama (1997)** ont noté des différences significatives entre les arbres en termes de diamètre, de poids et de longueur des noyaux, malgré le fait que ces palmiers proviennent de la même exploitation. **Khalifa (1980)** a également observé que les pollens influençaient de manière significative les caractéristiques morphologiques des noyaux de dattes.

La comparaison de nos résultats avec ceux rapportés dans ces études montre une grande similitude, avec des valeurs similaires, ce qui témoigne de la stabilité des caractéristiques morphologiques des noyaux de dattes. Ces résultats soulignent l'importance des facteurs de variabilité, tels que la variété, les conditions de culture, ainsi que l'influence significative des pollens sur les traits morphologiques des noyaux.

II.2. Analyses physico-chimiques de la poudre du noyau de dattes

Les résultats physico-chimiques de la poudre de noyaux de dattes sont résumés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 8 : Analyse physico-chimique de la poudre de noyaux de dattes

Constituant	valeur moyenne
Teneur en eau (H %)	6%
Ph	5.6
Taux de cendres (%)	1.7%
Teneur en matière grasse (%)	8,2%

II.2.1. La teneur en eau (Humidité)

La teneur en eau est un critère essentiel pour évaluer la stabilité du noyau de datte pendant sa conservation, en prévenant les risques d'altération comme la moisissure ou la dégradation. Un contrôle de ce taux garantit une meilleure gestion du stockage et prolonge la durée de conservation du produit.

Nous avons trouvé une teneur en eau de (6%) pour la poudre de noyaux de dattes, ce qui est comparable aux résultats d'autres études, comme celles d'**Al-Farsi et al. (2007)** avec (5,19%), et de **Devshony et al. (1992)**, qui ont rapporté des valeurs entre (4,22%) et (4,78%). Notre valeur est légèrement plus élevée que celle observée pour la variété Mabseli (3,14%), mais reste similaire à celle de **Hussein et Alhadrami (2003)**, qui ont trouvé (7%) pour certaines variétés. En comparaison avec d'autres produits végétaux, tels que la paille de céréales (10% à 15%) (**Chenost et al., 1991**) ou des céréales comme le blé (13,8%) et l'orge (12,4%), notre étude confirme que la poudre de noyaux de dattes à une faible humidité, ce qui favorise sa conservation et réduit les risques d'altération.

II.2.2. Mesure du pH

Après avoir mesuré le pH de l'extrait aqueux des noyaux de dattes de la variété « **Hmira** » à l'aide d'un pH-mètre, nous avons trouvé une valeur de (5,6). Cette valeur est proche de celle rapportée par **Khali et al. (2015)** pour la même variété (5,9), bien qu'elle soit légèrement inférieure. Par rapport aux autres variétés, comme Degla-Baïda (6,1) nous remarquons que la valeur du pH de notre extrait est inférieure à celle des extraits étudiés par **Khali et al. (2015)**. D'après **Kemassi et al. (2016)**, la détermination du pH est essentielle pour le contrôle d'une fermentation microbienne.

II.2.3. Taux de cendres

La teneur en cendre représente la quantité totale en sels minéraux présente dans l'échantillon. Elle est exprimée en pourcentage (%) par rapport à la matière sèche (MS).

La teneur en cendres obtenue dans notre étude (1,7 %) est comparable aux valeurs rapportées par **Hamada et al. (2002)**, **Besbes et al. (2004)**, **AL-Farsi et al. (2007)**, **Chaira et al. (2007)** et **Rahman et al. (2007)**. Elle est également proche de celle mentionnée par **Khali et al. (2015)** pour la variété Degla-Baïda, qui est de (1,1 %). Cette différence pourrait être liée à des facteurs tels que la composition minérale du sol des palmeraies ou les traitements thermiques appliqués, comme l'indiquent **Boudebza et Ouchtati (2018)**.

II.2.4. Le taux de matières grasses

La teneur en matière grasse déterminée après une extraction à partir de la poudre de noyaux de dattes de la variété « **Hmira** », réalisée à l'aide de l'appareil Soxhlet pour le dosage de la matière grasse, est de (8,2 %).

Dans la littérature, une étude réalisée par **Boussena et Khali (2016)** sur les noyaux de deux variétés de dattes a rapporté une teneur en matière grasse de (8,72 %) pour la variété Degla-Baïda et de (6,02 %) pour la variété Mech-Deglet. De plus, **Chaira et al. (2007)** ont trouvé que la teneur en matière grasse des noyaux de dattes pour les variétés Deglet-Nour et Allig était respectivement de (10,1 %) et (12,7 %).

Les résultats de notre étude sur la teneur en matière grasse des noyaux de dattes sont proches de ceux rapportés par d'autres études. La variabilité des résultats peut

être expliquée par les différences de variétés de dattes, ainsi que par les techniques et solvants d'extraction utilisés.

Quinsac et al. (2013) expliquent que les différences de résultats de teneur en matière grasse sont dues aux méthodes d'extraction utilisées, et que le choix de la méthode dépend de l'utilisation prévue. **Khali et al. (2015)** soulignent que ces variations sont également influencées par le facteur variétal, chaque variété de dattes ayant des caractéristiques spécifiques.

II.3. Détermination des composées phénoliques

II.3.1. Dosage des polyphénols totaux

Le dosage des phénols totaux des noyaux de dattes de la variété « **Hmira** » a été réalisé par la méthode spectrophotométrique utilisant le réactif de Folin-Ciocalteu. Ce réactif est réduit lors de l'oxydation des phénols en un mélange d'oxydes bleu de tungstène et de molybdène (**Boizot et Charpentier, 2006**) (**fig 19**). La coloration produite est proportionnelle à la quantité de phénols totaux présents dans les extraits végétaux. La teneur en phénols totaux obtenue à partir de l'extrait aqueux a été estimée à l'aide d'une courbe d'étalonnage réalisée avec un extrait de référence, l'acide gallique, à différentes concentrations. Les résultats sont exprimés en milligrammes d'équivalent d'acide gallique par gramme de matière sèche (mg/EAG/g MS).

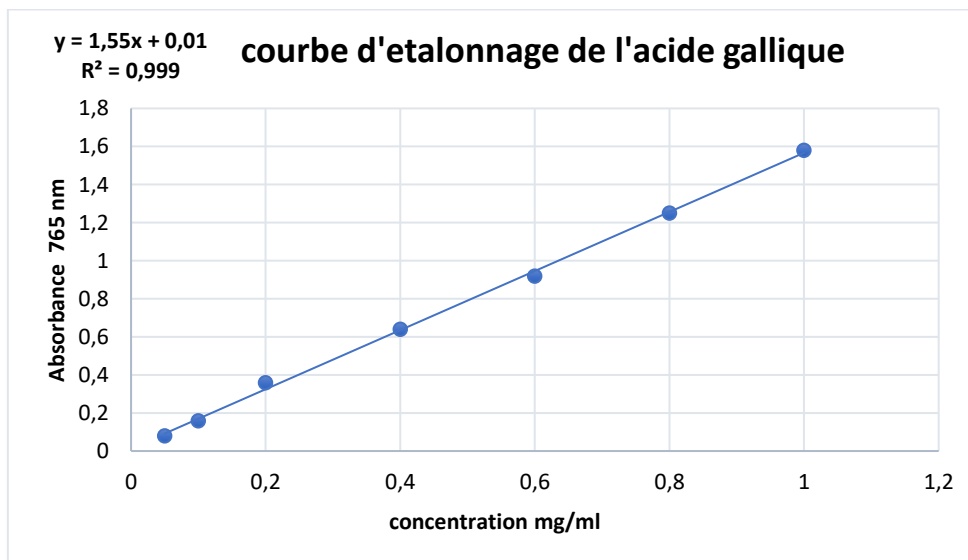


Figure 19 : Courbe d'étalonnage de l'acide gallique (dosage des phénols totaux)

Les résultats obtenus dans notre étude montrent une teneur en polyphénols de (700 mg/EAG/g) pour l'extrait de noyau de datte obtenu avec de l'acétone et (570 mg/EAG/g) pour l'extrait préparé avec de l'eau. Ces valeurs sont considérablement plus élevées que celles rapportées par **Besbes et al. (2004)**, qui ont trouvé des teneurs de (215 à 526 mg/EAG/g) dans des extraits de noyaux de dattes de variétés tunisiennes. De plus, **AL-turki et al. (2010)** dans leur travail sur 15 variétés (variétés des Etats Unis d'Amérique et d'Arabie Saoudite), dont les valeurs varient de (0.145 à 0.667 mg/EAG/g). Ce résultat peut être dû à l'efficacité des solvants utilisés dans notre étude, notamment l'acétone, qui est réputée pour être un excellent solvant pour extraire les polyphénols, contrairement à l'eau qui a montré une teneur légèrement inférieure.

Il est également important de noter que la concentration en polyphénols peut être influencée par plusieurs facteurs, comme la température et la durée d'extraction, ainsi que le type de variété étudiée (**Marinova et Yanishlieva, 2003**). Comparé à d'autres études où les teneurs en polyphénols sont plus faibles, nos résultats montrent que la poudre de noyaux de dattes que nous avons étudiée présente une concentration importante en composés phénoliques.

II.3.2. Dosage des flavonoïdes

Le dosage des flavonoïdes totaux contenus dans l'extrait a été effectué par la méthode colorimétrique de **Quettier-deleu et al. (2000)**. Cette méthode repose sur la capacité des flavonoïdes à se complexer avec le chlorure d'aluminium, entraînant une coloration jaunâtre avec un maximum d'absorption à 510 nm. La concentration en flavonoïdes est déterminée en se référant à la courbe d'étalonnage réalisée avec de la quercétine. Les résultats sont exprimés en milligrammes équivalent de quercétine par gramme de matière sèche (mg/QE/MS) (**fig20**).

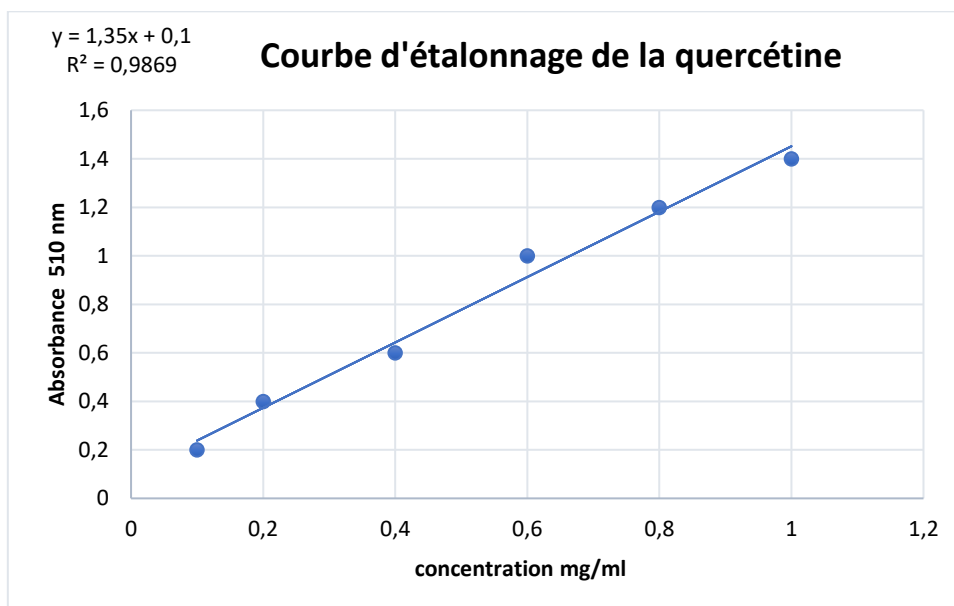


Figure 20 : Courbe d'étalonnage de la quercétine (dosage des flavonoïdes).

La teneur en flavonoïdes de notre extrait est de (340 mg/QE/g) pour l'extrait à l'acétone et de (210 mg/QE/g) pour l'extrait à l'eau. Ces résultats sont nettement plus élevés par rapport à ceux rapportés dans d'autres études. **Chikhi (2014)** a confirmé la présence de flavonoïdes dans les noyaux de dattes, mais il n'a pas précisé de valeurs quantitatives, tandis que **Ait Mouhoub et Oubouid (2017)** ont trouvé une teneur en flavonoïdes beaucoup plus faible, avec une moyenne de (0,5 mg/QE/g) dans les noyaux de dattes provenant de la région de Touggourt, au sud-est de l'Algérie.

De plus, **AL Farsi et al. (2008)** ont observé des teneurs en flavonoïdes variant entre (63,9 et 159,3 mg/QE/g) selon les solvants utilisés. En comparaison, notre étude a trouvé (340 mg/QE/g) pour l'extrait à l'acétone, indiquant que l'acétone pourrait avoir été un solvant plus efficace pour extraire les flavonoïdes, avec des concentrations nettement plus élevées que celles rapportées dans leur étude.

La variabilité des résultats concernant la teneur en flavonoïdes peut être attribuée à plusieurs facteurs, notamment la variété de dattes, les conditions de culture, la méthode d'extraction, le choix des solvants et le temps d'extraction, comme l'a souligné **Lecheb (2010)**. Ces éléments influencent directement les concentrations obtenues dans les différentes études.

II.3.3. Test de Présence ou Absence des Tanins

Les tests effectués sur l'extrait aqueux de noyaux de dattes, extrait à l'acétone, ont permis de détecter la présence de tanins. Dans le test au Chlorure de Fer (FeCl_3), un précipité bleu-noir a été observé, indiquant la présence de tanins hydrolysables. Le test au Sulfate de Fer (FeSO_4) a révélé une coloration verdâtre, ce qui suggère la présence de tanins condensés. Enfin, le test à la Gélatine a montré la formation d'un précipité floconneux, confirmant également la présence de tanins. Ces résultats sont cohérents avec les caractéristiques des extraits de noyaux de dattes, qui contiennent à la fois des tanins hydrolysables et condensés. L'utilisation de l'acétone comme solvant a permis une extraction efficace de ces composés, donnant des résultats positifs dans tous les tests réalisés.

Ces résultats sont similaires à ceux rapportés par **AL farsi et al. (2008)**, qui ont également observé des tanins extraits avec des solvants organiques tels que l'éthanol et l'acétone. De plus, **Mouhoub et Oubouid (2017)** ont constaté la présence de tanins, avec des variations dues aux conditions géographiques et aux solvants utilisés. Cela confirme l'efficacité de l'acétone pour extraire les tanins, en ligne avec les résultats de notre étude.

II.4. Evaluation de L'activité antioxydante

Le test du radical 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl (DPPH) a été utilisé pour évaluer l'activité antioxydante de l'huile de noyaux de dattes et de l'acide ascorbique, servant de témoin positif. Ce test est largement utilisé en raison de sa simplicité et de la stabilité du DPPH sous forme radicalaire (**Bozin et al., 2008**) (fig 21).

La mesure de l'absorbance a été réalisée par spectrophotométrie à une longueur d'onde de 517 nm. Les données recueillies ont permis de calculer les pourcentages d'inhibition du radical DPPH, reflétant le pouvoir antioxydant des composés analysés.

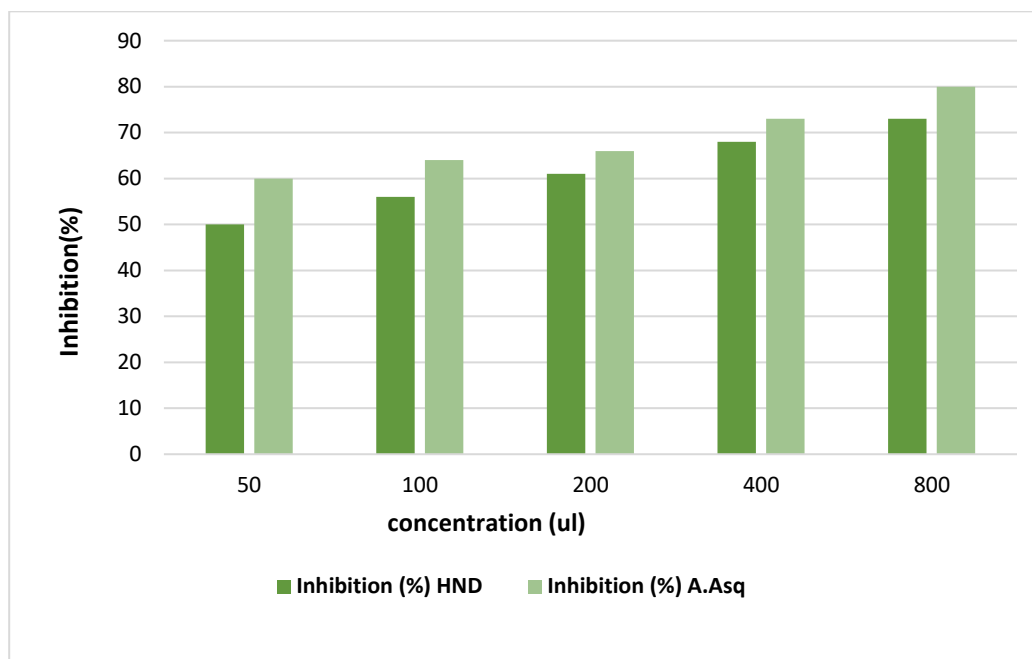


Figure 21 : Pourcentage d'inhibition du radical DPPH par l'acide ascorbique et l'huile de noyaux de dattes

Les résultats des concentrations inhibitrices à 50% d'huile et acide ascorbique sont présentés dans le tableau suivant

Tableau 9 : la concentration d'inhibition de 50% du radical DPPH.

Les antioxydants	IC ₅₀ (mg/ml)
Huile	0.09
Acide ascorbique	0.07

Les résultats obtenus montrent que l'huile de noyaux de dattes et l'acide ascorbique présentent des activités antioxydantes comparables, avec des valeurs d'IC₅₀ de (0,09 mg/ml) pour l'huile et (0,07 mg/ml) pour l'acide ascorbique. Bien que l'acide ascorbique soit légèrement plus actif, l'huile de noyaux de dattes démontre un potentiel antioxydant similaire, ce qui suggère que cette huile pourrait être utilisée comme une alternative naturelle efficace dans diverses applications.

Les résultats obtenus dans notre étude, avec des valeurs d'IC₅₀ de 50,09 mg/ml) pour l'huile de noyaux de dattes, montrent une activité antioxydante nettement plus élevée par rapport à certaines huiles rapportées dans la littérature. **Boukouada et al. (2014)** ont observé une faible activité antioxydante pour plusieurs huiles, avec des valeurs d'IC₅₀ variant entre (0,14 et 0,33 mg/ml). De même, dans l'étude de **Kechbar et al. (2017)** sur l'huile d'argan marocaine, l'IC₅₀ était de (4,4 mg/ml), bien plus élevé que celui trouvé dans notre travail pour l'huile de noyaux de dattes, ce qui montre que cette dernière possède un potentiel antioxydant plus fort que plusieurs huiles étudiées dans ces travaux. Ces différences peuvent être dues aux types d'huiles testées, aux conditions d'extraction ou aux méthodes utilisées pour mesurer l'activité antioxydante.

II.5. L'activité antiinflammatoire

L'activité anti-inflammatoire de l'huile de noyaux de dattes a été évaluée à l'aide du test de stabilisation des globules rouges, qui mesure la capacité d'un extrait à protéger les membranes cellulaires des globules rouges contre l'hémolyse induite par un agent inflammatoire, L'absorbance a été mesurée par spectrophotométrie à 540 nm (fig 22).

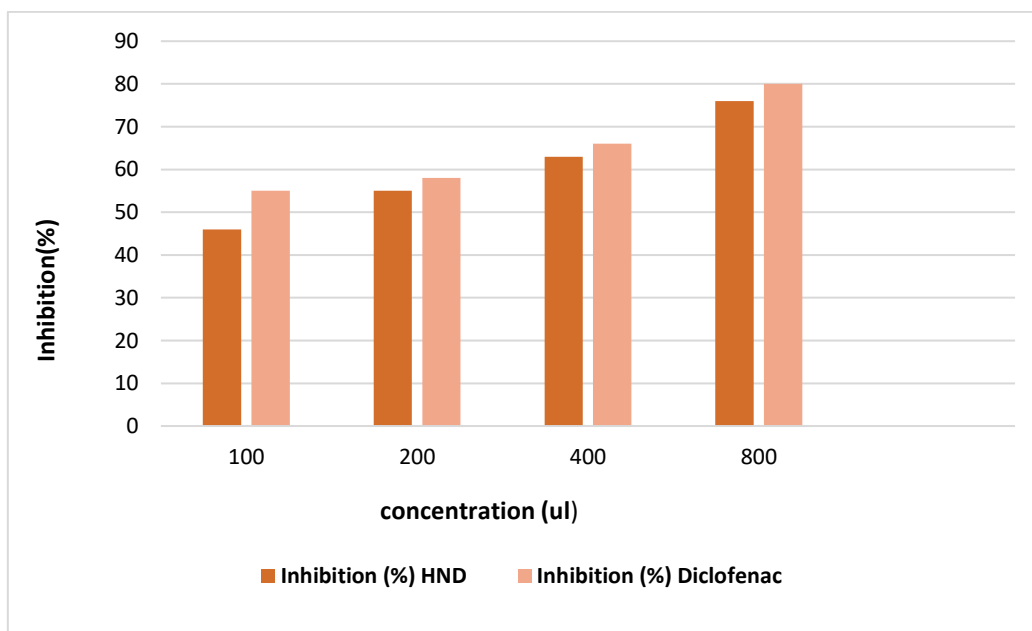


Figure 22 : pourcentage d'inhibition de l'hémolyse par l'huile de noyaux de dattes et le diclofénac.

Les résultats des concentrations inhibitrices à 50% d'huile et acide ascorbique sont présentés dans le tableau suivant

Tableau 10 : la concentration d'inhibition de 50% de l'hémolyse.

Les antioxydants	IC ₅₀ (mg/ml)
Huile	0.12
Diclofénac	0.1

L'interprétation des valeurs d'IC₅₀ obtenues révèle des différences dans l'efficacité anti-inflammatoire des substances testées. Pour l'huile de noyaux de dattes, une IC₅₀ de (0,12 mg/ml) a été enregistrée, indiquant une concentration légèrement plus élevée nécessaire pour inhiber 50 % de l'hémolyse par rapport au diclofénac. Cela reflète une activité anti-inflammatoire modérée de l'huile, confirmant son potentiel stabilisateur sur les membranes des globules rouges, bien que moins marqué que celui du médicament de référence. En comparaison, le diclofénac présente une IC₅₀ de (0,1 mg/ml), ce qui illustre son efficacité supérieure à une concentration plus faible pour atteindre le même niveau d'inhibition. Ces résultats mettent en évidence les propriétés prometteuses de l'huile tout en soulignant la puissance du diclofénac comme standard anti-inflammatoire.

L'étude de **Boukouada et al. (2014)** rapporte une activité anti-inflammatoire modérée pour différentes huiles végétales, notamment celles des variétés Degla Beida et Ghars, avec des IC₅₀ variant entre (0,15 et 0,3 mg/ml). En comparaison, l'huile de noyaux de dattes évaluée dans notre étude affiche une IC₅₀ de (0,12 mg/ml) témoignant d'une meilleure efficacité et la plaçant parmi les huiles les plus prometteuses pour leurs propriétés anti-inflammatoires.

De manière similaire, **Cherki et al. (2017)** ont étudié l'huile d'argan, reconnue pour ses propriétés anti-inflammatoires, et ont rapporté une IC₅₀ de (0,14 mg/ml) pour l'inhibition de l'hémolyse. L'huile de noyaux de dattes, avec une IC₅₀ inférieure de (0,12 mg/ml), se révèle légèrement plus performante, suggérant son potentiel pour des applications anti-inflammatoires similaires.

II.6. L'activité antimicrobienne

Les résultats obtenus à partir des tests d'inhibition de la croissance bactérienne montrent une variabilité significative en fonction des extraits testés et des souches bactériennes utilisées. Les diamètres des zones d'inhibition ont été mesurés en millimètres (mm) pour chaque extrait et pour chaque souche bactérienne.

Sur les Sept souches testées, seuls *Staphylococcus aureus* (SA) et *Candida albicans* (Ca) ont montré une sensibilité à l'huile de noyaux de dattes, avec des zones d'inhibition mesurées. Les autres souches ainsi que les extraits éthanolique et aqueux n'ont montré aucune activité antibactérienne.

Tableau 11 : Activité antibactérienne des extraits de noyaux de dattes sur différentes souches bactériennes.

Souches bactériennes	HND	Extrait éthanolique	Extrait aqueux
<i>Staphylococcus aureus</i> (SA)	Puits : 10 mm Disque : 8 mm	Aucune inhibition	Aucune inhibition
<i>Candida albicans</i> (ca)	Puits : 12 mm Disque : 10 mm	Aucune inhibition	Aucune inhibition
Autres souches (6)	Aucune inhibition	Aucune inhibition	Aucune inhibition

Les résultats obtenus montrent une activité antibactérienne et antifongique significative de l'huile de noyaux de dattes contre *Staphylococcus aureus* et *Candida albicans*. Pour *Staphylococcus aureus* (**fig 24**) des halos d'inhibition de 10 mm ont été observés aussi bien dans les puits que sur les disques 8 mm, ce qui indique une sensibilité modérée à l'extrait huileux. Concernant *Candida albicans* (**fig 23**) l'inhibition a été plus marquée, avec des halos de 12 mm dans les puits et 10 mm sur les disques ce qui suggère que l'huile de noyaux de dattes a un effet antifongique notable contre cette levure.

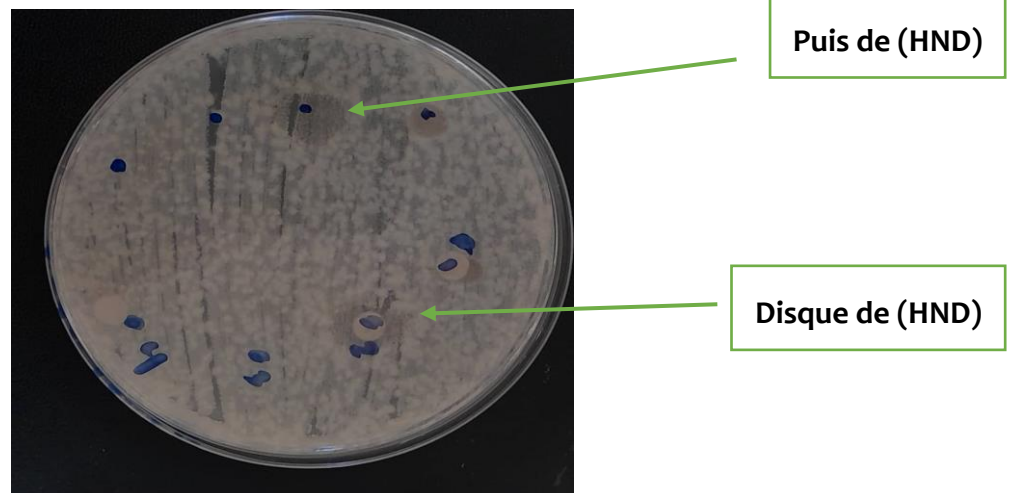


Figure 23 : Effet antifongique de l'huile de noyaux de dattes sur *Candida albicans* (puits et disques).

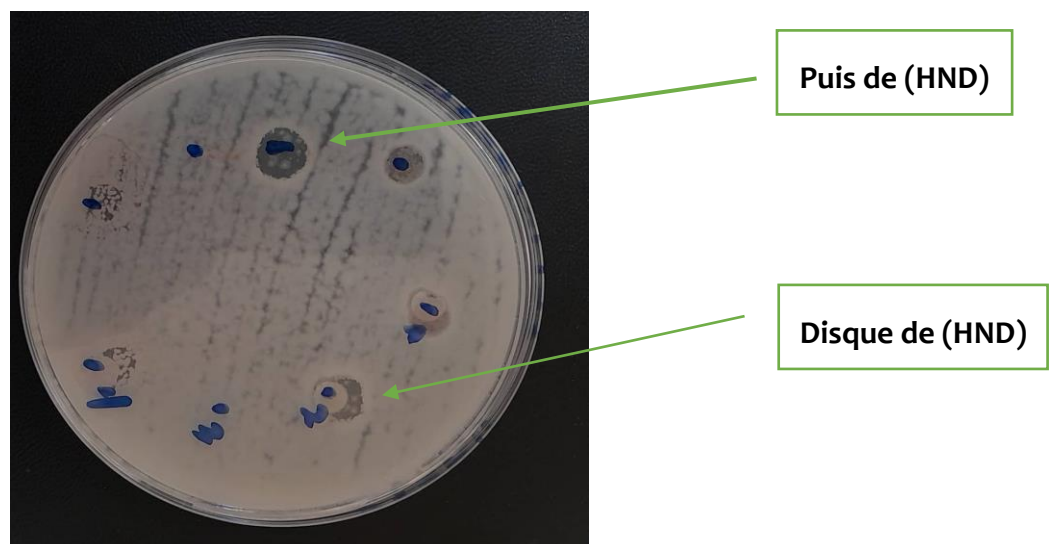


Figure 24 : Zones d'inhibition de l'huile de noyaux de dattes sur *Staphylococcus aureus* (puits et disques).

Les résultats de notre étude, qui montrent une activité antibactérienne significative de l'huile de noyaux de dattes contre *Staphylococcus aureus* et *Candida albicans*, sont en accord avec plusieurs études antérieures. **Ouertani et al. (2018)** ont rapporté une activité antimicrobienne de l'huile de noyaux de dattes, notamment de la variété Ghars, contre plusieurs pathogènes, y compris *S. aureus*, avec des halos d'inhibition similaires aux nôtres (10 mm). **Lounis et al. (2020)** ont également observé une activité comparable des huiles extraites de différentes parties du palmier dattier, notamment contre *S. aureus*. En ce qui concerne l'activité antifongique contre *Candida albicans*, les résultats de **Ouertani et al. (2018)** et **Lounis et al. (2020)** ont également montré une inhibition de cette levure, ce qui renforce la validité de nos résultats et confirme le potentiel de l'huile de noyaux de dattes dans la lutte contre les infections bactériennes et fongiques.

Les extraits d'eau et d'éthanol de noyaux de dattes n'ont montré aucune activité antibactérienne, ce qui corrobore les résultats de **Bouaziz et al. (2019)** et de **Sghaier et al. (2016)**, qui ont également observé une absence d'efficacité des extraits éthanoliques et aqueux contre les bactéries pathogènes. Ces résultats suggèrent que les composés antibactériens des noyaux de dattes sont mieux extraits par des solvants lipophiles, comme l'huile, tandis que les solvants polaires, tels que l'eau et l'éthanol, sont moins efficaces pour dissoudre .

PARTIE V. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Conclusion

Dans un monde où la gestion durable des ressources devient de plus en plus essentielle, ce travail a permis d'explorer le potentiel des sous-produits du palmier dattier, en particulier les noyaux de dattes, en tant que source précieuse de composés bioactifs. L'objectif principal était de valoriser ces déchets agricoles afin de créer un complément alimentaire. Les résultats obtenus ont montré que les noyaux de dattes sont effectivement une ressource riche en substances bioactives, offrant un grand potentiel pour des applications dans divers domaines, notamment la santé, l'agroalimentaire et la lutte contre les infections.

Les résultats ont montré que les noyaux de dattes sont riches en composés phénoliques, aux propriétés antioxydantes, confirmées par le test de Folin-Ciocalteu et la méthode DPPH. L'huile de noyaux de dattes (HND) a démontré une capacité significative à neutraliser les radicaux libres, contribuant ainsi à lutter contre le stress oxydatif, facteur clé du vieillissement cellulaire et des maladies chroniques. D'un point de vue physico-chimique, les noyaux présentent un pH légèrement acide, un taux d'humidité modéré et une faible teneur en cendres, indiquant une bonne stabilité pour des applications industrielles. Sa teneur en matière grasse renforce son potentiel dans les produits cosmétiques et alimentaires. Les tests anti-inflammatoires ont révélé que HND stabilise les membranes des globules rouges, suggérant un effet protecteur contre l'inflammation. Enfin, les tests antimicrobiens ont montré que HND inhibe certaines souches bactériennes, offrant ainsi une solution naturelle contre les infections.

Les noyaux de dattes, loin d'être des sous-produits inutiles, se révèlent être une ressource précieuse qui peut être valorisée pour le développement de produits bénéfiques pour la santé humaine, comme le complément alimentaire que nous avons déjà développé. Leur richesse en composés bioactifs ouvre de multiples possibilités d'application dans divers domaines, contribuant ainsi à la fois à la réduction des sous-produits agricoles et à l'innovation dans le secteur des produits naturels. De plus, cela ouvre la voie à des recherches futures pour évaluer l'innocuité et l'efficacité clinique de ces extraits dans différentes applications.

PARTIE VI. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Références bibliographiques

1. **Abdullah M., El-Alwani, Salah S., El-Ammari., 2003.** Fruit Physical characteristic of date palm cultuvars grown in three Libyan Oses. pp. 662-669.
2. **Acourene S., Tama M., 1997.** Caractérisation physicochimique des principaux cultivars de datte de la région de Ziban. Revue recherche Agronomique, Ed. INRAA, N° 1, pp. 59-66
3. **Al-Farsi M., Alasalvar C., Al-Abid C.M., Al-Shoaily K., Mansorah Al-Amry., AlRawahy F., 2007.** Compositional and functional characteristics of dates, syrups, and their by-products. Food Chemistry, vol. 104, pp.943–947.
4. **Al-Farsi, M. A., Al-Obeidi, F. H., & Al-Bahry, S. M. (2008).** Antioxidant and anti-inflammatory properties of date palm fruit (*Phoenix dactylifera*) and its potential as a source of natural bioactive compounds. Journal of Food Science and Technology, 45(6), 2901-2907.
5. **Al-Farsi, M. A., Al-Obeidi, F. H., & Al-Bahry, S. M. (2008).** Antioxidant and anti-inflammatory properties of date palm fruit (*Phoenix dactylifera*) and its potential as a source of natural bioactive compounds. Journal of Food Science and Technology, 45(6), 2901-2907.
6. **AOAC International (2005).** Official Methods of Analysis of AOAC International (18th ed.). Gaithersburg, MD, USA. Ce manuel décrit les méthodes standard pour la détermination de l'humidité dans différents types d'échantillons.
7. **Arnaud, B. A. (2008).**, Communiqué de presse : De la plante au complément alimentaire, les bienfaits naturels des plantes en toute sécurité. Angers.
8. **Bauer, A. W., Kirby, W. M., Sherris, J. C., & Turck, M. (1966).** Antibiotic susceptibility testing by a standardized single disk method. American Journal of Clinical Pathology, 45(4), 493-496.

9. **Belaroussi,2019.** Etude de la production du palmier dattier (Phoenix dactylifera L.) variété Deglet Nour: cas des régions d'Oued Mya et Oued Righ. UNIVERSITE KASDI MERBAH – OUARGLA, 9p.
10. **BEN IDIR AFFAFE, S. I. (2017).** Qualité physicochimique et microbiologique des compléments alimentaires: LA WHEY et L'ISOLATE WHEY (Doctoral dissertation).
11. **Benchelah et Maka, 2008.** Les Dattes, intérêt et nutrition. Phytothérapie. 117-121p
12. **Benkadi, 2013** Le savoir-faire traditionnel dans le domaine de l'utilisation des produits de palmier dattier (Phoenix dactylifera L.)(Cas de la région de Ouargla).Mémoire
13. **Besbes S, Christophe Blecker, Claude Deroanne, Neila bahloul1, Georges Lognay, Nouredine Drira et Hamadi Attia., 2004 b.** Date seed oil phenolic, tocopherol and Sterol profiles'. Journal of Food Lipids, vol. 11, pp. 251–265.
14. **BOUALI, W. (2010).** Contribution à la mise en place d'un plan HACCP dans une unité de fabrication des aliments pour animaux.
15. **BOUGHNOU. N., 1988,** «essai de production du vinaigre a partir des déchets de dattes.» thèse magister, institut national d'agronomie, El Harrach.
16. **BOUKHIAR ,A 2009 .** Analyse de procesus traditionnel d'obtention du vinaigres de dattes tel qu'applique au sud Algérien : Essai d'optimisation , mémoire de magistère en Technologie Alimentaire , Université Mhammed Bougara Boumerdes
17. **Boukouada, M., Ghiaba, Z., Gourine, N., Bombarda, I., Saidi, M., & Yousfi, M. (2014).**Chemical composition and antioxidant activity of seed oil of two Algerian date palm cultivars(Phoenix dactylifera). Natural product communications,
18. **Boukouada, M., Ghiaba, Z., Gourine, N., Bombarda, I., Saidi, M., & Yousfi, M. (2014).**Chemical composition and antioxidant activity of seed oil of two Algerian date palm cultivars(Phoenix dactylifera). Natural product communications,
19. **Boukouada, M., Yousfi, M., & Hambaba, L. (2014).** Chemical composition and antioxidant activity of seed oils from four date palm (Phoenix

- dactylifera L.) cultivars grown in Algeria. Medicinal Chemistry Research, 23(7), 3082-3090.
20. **Boukouada, M., Yousfi, M., & Hambaba, L. (2014).** Chemical composition and antioxidant activity of seed oils from four date palm (Phoenix dactylifera L.) cultivars grown in Algeria. Medicinal Chemistry Research, 23(7), 3082-3090.
 21. **BOZIN B., MIMICA-DUKIC N., SAMOJLIK I., GORAN A., et IGIC R. (2008).** Phenolics as antioxidants in garlic (Allium sativumL., Alliaceae). Food Chemistry, 111: p 925–929.
 22. **BOZIN B., MIMICA-DUKIC N., SAMOJLIK I., GORAN A., et IGIC R. (2008).** Phenolics as antioxidants in garlic (Allium sativumL., Alliaceae). Food Chemistry, 111: p 925–929.
 23. **Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. (1995).** Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. LWT - Food Science and Technology, 28(1), 25-30.
 24. **Buelguedj M., 1996.** Caractéristiques des cultivars de dattiers du Sud-Est du Sahara algérien. Ed. Filière culture pérenne de l'ITDAS. Biskra.
 25. **Buiatti, M. C. (2023).** Rappels essentiels de mise sur le marché des compléments alimentaires. Journal de droit de la santé et de l'assurance maladie, (37).
 26. **CASSAR, M. A. (2016).** La culture des macromycètes entrant dans la composition des compléments alimentaires. Diplôme d'état de docteur en Pharmacie. Montpellier: Université de Montpellier.
 27. **Caswell, J. A., & Hooker, N. H. (1996).** HACCP as an international trade standard. American Journal of Agricultural Economics, 78(3), 775-779.
 28. **Chaira N., Ferchichi A., Mrabet A., Sghairoun M., 2007.** Chemical Composition of the Flesh and the Pits of Date Palm Fruit and Radical Scavenging Activity of Their extracts. Pakistan Journal of Biological Sciences, vol.10, N°13, pp. 2202-2207.
 29. **Champy, P., Avenel, M., Boutefnouchet, S., Hennebelle, T., Delerme, C., Jaeg, J. P., ... & Mathiot, C. (2024).** Avis de l'Anses relatif aux risques liés à

l'utilisation des préparations de *Withania somnifera* (L.) Dunal dans les compléments alimentaires.

30. **Chang, C. C., Yang, M. H., Wen, H. M., & Chern, J. C. (2002).** Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. *Journal of Food and Drug Analysis*, 10(3), 178-182.
31. **Chehma et al., 2000.** ESTIMATION DU TONNAGE ET VALEUR ALIMENTAIRE DES SOUS PRODUITS DU PALMIER DATTIER CHEZ LES OVINS. *Recherche Agronomique* (2000), 7, 7.15 INRAA .
32. **Chenost M., Grenet N., Morel d'Arleux F et Zwaenepoel., 1991.** Synthèse sur les pailles de céréales. Comité des sous produits- RNED Bovins. 49 p.
33. **Cherki, M., Derouiche, A., Drissi, A., El Messal, M., & Adlouni, A. (2017).** Anti-inflammatory and antioxidant activities of Moroccan argan oil: Evidence for its role in traditional medicine. *Journal of Medicinal Plants Research*, 11(5), 134-141.
34. **Cherki, M., Derouiche, A., Drissi, A., El Messal, M., & Adlouni, A. (2017).** Anti-inflammatory and antioxidant activities of Moroccan argan oil: Evidence for its role in traditional medicine. *Journal of Medicinal Plants Research*, 11(5), 134-141.
35. **CHIBANE et al , 2008,** Aptitudes technologiques de quelques variétés communes de dattes: formulation d'un yaourt naturellement sucré et aromatisé Thèse de Doctorat en technologie alimentaire ; Université Mhammed Bougara Boumerdes
36. **ChihCheng et al., 2007.** The Date Palm (*Phoenix dactylifera* L.). United States Department of Agriculture–Agricultural Research Service, National Clonal Germplasm Repository , 108p.
37. **Dawson V H W., 1963.** Récolte et conditionnement des dattes. FAO ROME.
38. **Devshony S., Eteshola E., Shani A., 1992.** Characteristics and Some Potential applications of Date Palm (*Phoenix dactylifera* L.) Seeds and Seed Oil. *J.A.O.C.S.*, vol. 69, N°6, pp.595- 597
39. **Djaafri, 2020.** Amélioration de la digestion anaérobie des déchets organiques. UNIVERSITE ABDELHAMID IBN BADIS Faculté Des Sciences et de la Technologie , 16p.

40. **DJOUAB. A .2007** ; Préparation et incorporation dans la margarine d'un extrait de dattes des variétés sèches ; Mémoire de Magister en génie Alimentaire, Université Mhammed Bougara Boumerdes
41. **EFSA**, « Valeurs nutritionnelles de référence et recommandations nutritionnelles | Autorité européenne de sécurité des aliments. » [En ligne]. Disponible sur: <http://www.efsa.europa.eu/fr/topics/topic/drv>.
42. **ESPIARD E. (2002)**. Introduction à la transformation industrielle des fruits. Ed. Lavoisier, pp147-155.
43. **ESTANOVE P. (1990)**. Note technique : Valorisation de la datte. In Options méditerranéennes, série A, No 11. Systèmes agricole oasiens. Ed. CIHEAM, pp301-318.
44. **FAO (2010)**. *World Statistical Compendium for Food Agriculture*. Rome: Food and Agriculture Organization.
45. **FAO STAT? 2013**. <http://faostat.fao.org/default.aspx>.
46. **GENEVEY L., SCHUTZ C. 2009**. Législation du complément alimentaire et étude des compositions de deux types de compléments alimentaires. Université de Grenoble. 183 p.
47. **Guerradi et al, 2005**. Rôle de la Femme dans la gestion de la diversité génétique du palmier dattier dans les oasis du Maghreb. Projet RAB98/G31 est un projet FEM-PNUD exécuté par IPGRI et les INRA de Tunisie, d'Algérie et du Maroc , 6p.
48. **Gültekin, I., Öztürk, M., & Özdemir, E. (2019)**. Utilization of date palm seed powder as a dietary supplement in functional foods: A review. *International Journal of Food Science and Technology*, 54(5),
49. **Hamada J.S., Hashim I.B., Sharif F; A., 2002**. Preliminary analysis and potential uses of date pits in foods. *Food Chemistry*, vol.76, pp. 135-137.
50. **Hannachi et al, 1998**. nventaire variétale de la palmeraie algérienne. (A. Anep. Rouiba, Éd.) 225p.
51. **Harris, D. C. (2015)**. *Quantitative Chemical Analysis* (9th ed.).W.H. Freeman and Company.

52. **Hazourli et al., 2007.** Valorisation d'un résidu naturel ligno-cellulosique en charbon actif- exemple des noyaux de dattes-. Revue des Energies Renouvelables ICRESD-07 Tlemcen , 187p.
53. **Horwitz, W., & Latimer, G. W. (2005).**AOAC Official Methods of Analysis (18th ed.). Association of Official Analytical Chemists.
54. <http://www.eurekasante.fr/parapharmacie/bon-usage-complements-alimentaires/lire-etiquettes-complements-alimentaires.html>.
55. <https://walter-learning.com/blog/restauration/haccp/definition>
56. <https://www.synadiet.org/>
57. **Hussein A.S., Alhadrami G.A., 2003.** Effect of Enzyme Supplementation and Diets Containing Date Pits on Growth and Feed Utilization of Broiler Chicks. mAgricultural and Marine Sciences, vol.8, N°.2, pp. 67-71.
58. **Iranian Journal of Pharmacology & Therapeutics**, 6(2), 235-238.
59. **Jemni et al., 2017.** Coffee of roasted kernels of three dates's varieties:Deglet Nour. European Journal of Chemistry, Environment and Engineering Sciences , 2p.
60. **KAIDI et al 2001.** Production de bioalcool à partir des déchets de dattes laboratoire de biomasse, centre de développement des énergies renouvelables, Bouzereah Alger ,Rev.Energ. Ren : production et valorisation de biomasse .
61. **Kechebar, M. S. A. (2017).** Caractérisation de l'huile d'argan algérienne et étude de ses activitésantioxydantes et antimicrobiennes. Nutrition & Santé, 6(2), 83-95.
62. **Kechebar, M. S. A. (2017).** Caractérisation de l'huile d'argan algérienne et étude de ses activitésantioxydantes et antimicrobiennes. Nutrition & Santé, 6(2), 83-95.
63. **KENDRI S. (1999).** Caractéristiques biochimiques de la biomasse « Saccharomyces cerevisiae » produite à partir des dattes « Variété Ghars ». Mémoire d'ingénieur agronome. Département d'agronomie Batna, 51p.
64. **Khali et al., 2014.** Effet de l'incorporation de noyaux de dattes sur les caractéristiques technologiques et fonctionnelles de la farine de blé tendre .Université Saad DAHLAB, B.P. 270 - 09000, Algérie b Département

- d'Agronomie, Faculté des Sciences Agrovétérinaires et Biologiques, Université Saad DAHLAB, B.P. 270 - 09000, Al , 25p.
- 65. LECHEB F. (2010).** Extraction et caractérisation physico-chimique et biologique de la matière grasse du noyau des dattes : essai d'incorporation dans une crème cosmétique de soin. Mémoire de fin d'étude en. Spécialité Génie alimentaire. Option Technologie Alimentaire. Université M'hamed Bougara Boumerdès.
 - 66. LECHEB F. (2010).** Extraction et caractérisation physico-chimique et biologique de la matière grasse du noyau des dattes : essai d'incorporation dans une crème cosmétique de soin. Mémoire de fin d'étude en. Spécialité Génie alimentaire. Option Technologie Alimentaire. Université M'hamed Bougara Boumerdès.
 - 67. Lounis, M., et al. (2020).** "Antimicrobial Potential of Palm Date Seed Oils and Their Chemical Composition." *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(12), 4578.
 - 68. MAATALAH. S., 1970,** « contribution à la valorisation de la datte algérienne.», thèse d'ingéniorat en agronomie, institut national d'agronomie, El Harrach. Alger.
 - 69. Marinova, E.M., Yanishlieva, N.V., 2003.** Antioxidant activity and mechanism of action of some phenolic acids at ambient and high temperature. *Food Chemistry*, vol. 81, pp.189 -197.
 - 70. Marinova, E.M., Yanishlieva, N.V., 2003.** Antioxidant activity and mechanism of action of some phenolic acids at ambient and high temperature. *Food Chemistry*, vol. 81, pp.189 -197.
 - 71. Mendes, P. A. M., & Silva, S. M. (2018).** Analytical Techniques in the Extraction of Bioactive Compounds from Plant Materials: Soxhlet Extraction. In *Extraction of Bioactive Compounds from Plant Materials* (pp. 149-173). Springer.
 - 72. Messar, 1996.** Le secteur phoenicicole algérien : Situation et perspectives à l'horizon 2010.

73. **MOREL, S., FONS, F., NINOT, G., & RAPIOR, S.** Les compléments alimentaires Les compléments alimentaires à base de champignons à base de champignons.
74. **MOUHOUB et OUBOUZID (2017): Mouhoub, F., & Oubouزيد, A. (2017).** Evaluation of antioxidant and anti-inflammatory activities of date seeds (Phoenix dactylifera L.) from Algeria. Journal of Food Science and Agriculture, 68(5), 1512–1518.
75. **MOUHOUB et OUBOUZID (2017): Mouhoub, F., & Oubouزيد, A. (2017).** Evaluation of antioxidant and anti-inflammatory activities of date seeds (Phoenix dactylifera L.) from Algeria. Journal of Food Science and Agriculture, 68(5), 1512–1518.
76. **Mounnissamy, V. M., Kavimani, S., Balu, V., & Drl, K. (2008).** Evaluation of anti-inflammatory and membrane stabilizing properties of ethanol extract of Canjera rehedi.
77. **Munier P. 1973** – Le palmier-dattier. Paris, Maisonneuve et Larose, 221 p.
78. **Munier, R. (1973).** *Le palmier dattier dans l'Antiquité*. Paris: Éditions CNRS.
79. **Munier., 1973.** Le palmier dattier. Paris: Techniques agricoles et productions tropicales Ed. Larousse.
80. **ouaziz, M., et al. (2019).** "Evaluation of the Antioxidant and Antibacterial Activity of Date Palm Seed Extracts." Food Science and Technology, 122(5), 187-194.
81. **Ouertani, R., et al. (2018).** "Antimicrobial Activity of Date Seed Oil and Its Phytochemical Composition." Journal of Applied Microbiology, 124(4), 953-960.
82. **Parlement Européen (2006).** Journal Officiel de l'Union Européenne L 404 du 30 décembre 2006, 15 –17p. Règlement (CE) n°1924/2006 du Parlement Européen du 20 décembre 2006 concernant les allégations nutritionnelles et de santé portant sur les denrées alimentaires Règlement (CE) N°1924/2006 du Parlement européen et du conseil du 20 décembre 2006 concernant les allégations nutritionnelles et de santé portant sur les denrées alimentaires ainsi que la publicité faite à leur égard, (JOCE n°404 du 30 décembre 2006).

- 83. Pentel J., Vanrullen I., Berta J.L., (2005).** Les compléments alimentaires à base de plantes. Un nécessaire besoin de sécurité. Cah Nutr Diet ; 40 : 23-29.
- 84. Ribéreau-Gayon P., 1968.** Les composés phénoliques des végétaux. Ed.Dunod, Paris, pp. 173 - 201.
- 85. Ribéreau-Gayon P., 1968.** Les composés phénoliques des végétaux. Ed.Dunod, Paris, pp. 173 - 201.
- 86. Sedra.,1973.** LE PALMIER DATTIER BASE DE LA MISE ASE DE LA MISE ASE DE LA MISE ASE DE LA MISE EN VALEUR DES OASIS AU MAROCDES OASIS AU MAROCDES OASIS AU MAROCDES OASIS AU MAROC ,Techniques phoénicoles et Création d'oasis. INRA-Editions: Division de l'Information et de la Communication BP. 6512 Rabat-Instituts Maroc3 , 26p.
- 87. Sghaier, M., et al. (2016).** "Comparative Study of the Antioxidant and Antibacterial Activities of Date Palm Seed Extracts." Food Chemistry, 200, 312-318.
- 88. Singleton, V. L., & Rossi, J. A. (1965).**Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents.American Journal of Enology and Viticulture, 16(3), 144-158.
- 89. SYNADIET. (2010).** Dossier de presse - Compléments alimentaires : Les quatre vérités.
- 90. Terfaya, N. (2004).** La démarche qualité dans l'entreprise et l'analyse des risques. . Houma.
- 91. Thibault, 2020.** Compléments alimentaires, produits pour sportifs et bases de la nutrition chez le culturiste.
- 92. Toutain G. (1996).** Rapport de synthèse de l'atelier "Techniques culturelles du palmier dattier". In : Options méditerranéennes, série, N° 28. Le palmier dattier dans l'agriculture d'oasis des pays méditerranéens. Ed. IAM, Zaragoza, Spain. pp 201 -205.
- 93. Trease, G. E., & Evans, W. C. (1989).**Pharmacognosy.13th Edition, Baillière Tindall, London.
- 94. Valette (2015).** Les complément alimentaire (définition, aspect, réglementation, cas pratique : un médicament qui évolué en complément

alimentaires), thèse pour la diplôme d'état de docteur en pharmacie, université de limoges

95. Villepin.D, Breton.T, Clément.P, Betrand.X, Bussereau.D. Décret du N° 2006-352 du 20

96. www.joradp.dz

