



Ministère de l'Enseignement Supérieur et de Recherche

UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID TLEMCCEN

Faculté des Sciences de la Nature et la Vie, des Sciences de la Terre et de l'Univers

Département d'écologie et environnement



MÉMOIRE

Présenté par :

M^{elle} Douaiba Maroua Amina

M^{elle} Khatir Rania

En revue de l'obtention du **Diplôme de Master En Toxicologie industrielle et Environnementale.**

Étude phytochimique, activité hémolytique et anti-hémolytique de deux variétés d'huile de noyau de datte.

Jury :

- Présidente **Mme MEZOUAR Dounia** MCA Université de Tlemcen
- Encadrant **Mr CHAUCHE Tarik Med** MCA Université de Tlemcen
- Examinatrice **Mme DIDI Amel** MCA Université de Tlemcen

Année Universitaire : 2022-2023

Remerciements

Avant toute chose, je tiens à exprimer ma reconnaissance envers le Tout-Puissant pour m'avoir octroyé la force et la patience de réaliser ce travail.

*Nos remerciements les plus sincères s'adressent à notre encadrant **MS CHAOUCHE Tarik Med**, MCA, faculté des sciences de la nature et de la vie, sciences de la terre et de l'univers, université de Tlemcen Abou Bekr Belkaid, pour avoir d'accepté de nous encadrer et dirigé ce travail avec une grande rigueur scientifique, ses conseils et sa disponibilité, et la confiance qu'il m'a accordé m'ont permis de réaliser ce travail. Vous avez toujours été là pour me guider dans la bonne voie malgré vos nombreuses responsabilités, ce qui a joué un rôle essentiel dans la réussite de ce travail.*

*Je désire grandement remercier **Mme Heddam Nahida** notre responsable de la formation pour tous les efforts qu'elle a fait pour nous offrir une parfaite formation en toxicologie industrielle environnemental et notre professeur*

*Je désire grandement remercier **Mme MEZOUAR Dounia** MCA faculté des sciences de la nature et de la vie, science de la terre et de l'univers, université de Tlemcen, d'avoir accepté de présider les membres du jury*

*Je remercie **Mme DIDI Amel** pour votre accord à examiner ce travail*

*Je tiens à remercier Mademoiselle **Senhadji Souad**, elle m'a guidée conseillée tout au cours du mon travail pratique, je remercie les membres de travailleurs de laboratoire de la faculté pour leur patience*

Dédicace

Je remercie tout d'abord Allah le tout puissant qui m'a donné le courage pour
mené ce travaille à terme.

Je dédie ce travail

À Chère mère, Nadia Lazaoui, « toi qui es ma raison de vivre »,

Je souhaite te rendre hommage pour tous tes sacrifices et ta présence
constante à mes côtés tout au long de mon travail. Je tiens à exprimer tout mon
respect envers toi.

Ton amour et ton dévouement ont été ma source de force. Sache que je t'aime
profondément

À mes deux frères Ahmed Ayoub et Abdennafiaa EL Yassaa

Pour leur assistance et leur amour fraternel et leur chaleur

À mon binôme Khatir Rania

Je vous remercie pour votre soutien moral



Maroua...

Dédicace

À l'aide de Dieu le tout puissant, qui m'a tracé le chemin de ma vie,

J'ai pu réaliser ce travail que je dédie :

À mes très chers parents (Mustapha et Zoulikha) pour leur soutien, leurs sacrifices et leur patience. Je tiens à exprimer tout le respect et l'amour que je porte pour eux et leur témoigner ma reconnaissance pour tous les efforts qu'ils ont entrepris pour me voir là où je suis.

À mes cher sœur : Nihed et Hanane pour leurs patience et leurs soutien
qui ma portée au cours de mes années d'étude

A mon frère : Abedarrahen Louay

À ma sœur et binôme Douaiba Maroua Amina qui a partagée avec moi
les moments difficiles de ce travail et ces années universitaire et qui m'a été
d'un grand soutien.

À tous mes amis proches : Fatima, Hanane ,Meriem, Soria et Ibrahim

Enfin à tout qui garder la bougie de science allumée...



Rania...

سُورَةُ النَّحْلِ

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

وَمِنْ ثَمَرَاتِ النَّخِيلِ وَالْأَعْنَابِ تَتَّخِذُونَ مِنْهُ سَكَرًا وَرِزْقًا
حَسَنًا إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَةً لِّقَوْمٍ يَعْقِلُونَ ﴿٦٧﴾

صدق الله العظيم

الآية 67 سورة النحل.

Résumé

Cette étude a quantifié les composés phénoliques dans l'huile extraite des noyaux de dattes Hmira et Takerboucht, et a évalué son activité hémolytique et anti-hémolytique. Les analyses ont montré des teneurs différentes en polyphénols, flavonoïdes et tanins entre les deux variétés. L'huile a démontré une activité hémolytique réduite et une activité anti-hémolytique significative

Mots clés : Huile de noyaux de dattes, composés phénoliques, activité anti-hémolytique, hémolyse.

Abstract

. This study quantified phenolic compounds in oil extracted from Hmira and Takerboucht date pits, and assessed its hemolytic and anti-hemolytic activity. The analyzes showed different levels of polyphenols, flavonoids and tannins between the two varieties. The oil demonstrated reduced hemolytic activity and significant anti-hemolytic activity

Keywords: Date palm oil, phenolic compounds, anti-hemolytic activity, hemolysis.

المخلص

حددت هذه الدراسة المركبات الفينولية في الزيت المستخلص من نبت التمر حميرة وتكريبوشة ، وقيمت نشاطها الانحلالى والمضاد للدم. أظهرت التحليلات مستويات مختلفة من البوليفينول والفلافونويد والعفص بين الصنفين. أظهر الزيت نشاطاً انحلالياً منخفضاً ونشاطاً مضاداً لانحلال الدم

الكلمات المفتاحية: زيت نواة التمر، مركبات فينولية، نشاط مضاد لانحلال الدم، انحلال الدم.

Liste des figures

| | |
|--|----|
| Figure 1: Répartition géographique du palmier dattier en Algérie (Laouini, 2014)..... | 6 |
| Figure 2: Description et présentation morphologique de la dattes (Datte-entiere-a-gauche-et-coupe-longitudinale-a-droite-Variete-Aharetan)..... | 7 |
| Figure 3: Anatomie du noyau de datte. | 11 |
| Figure 4: Acides hydroxy benzoïques. | 19 |
| Figure 5: Structure générale de flavonoïdes..... | 19 |
| Figure 6: Structure chimique des tanins (a) hydrolysables (b) condensés (Sikora & McBride, 1990)..... | 20 |
| Figure 7: Structure de l'isoprène (Calabrò, 2015) | 21 |
| Figure 8: Globule rouge. | 22 |
| Figure 9: Courbe d'étalonnage de l'acide gallique pour le dosage des polyphénols totaux. ... | 40 |
| Figure 10: Courbe d'étalonnage de catéchine pour dosage de flavonoïdes..... | 40 |
| Figure 11: Courbe d'étalonnage de catéchine pour dosage des tanins. | 41 |
| Figure 12: Pourcentage d'hémolyse en présence de différentes concentrations d'huile Takerboucht, Hmira et acide ascorbique. | 42 |
| Figure 13: Activité anti-hémolytique de l'huile de Hmira et Takerboucht..... | 43 |
| Figure 14: Activité anti-hémolytique d'acide ascorbique..... | 43 |

Liste des tableaux

| | |
|---|----|
| Tableau 1: production de dattes par variété et par nombre de palmiers (Belguedj, 2007)..... | 8 |
| Tableau 2: Production de dattes en Algérie entre 2000 et 2019 | 9 |
| Tableau 3: Profil des sucres présents dans les dattes (Espirad, 2002)..... | 12 |
| Tableau 4: Profil en sels minéraux du noyau des dattes selon l'étude de Munier en 1973. | 12 |
| Tableau 5: Les étapes de préparation de poudre des noyaux des dattes. | 26 |
| Tableau 6: rendements d'extraction de la matière grasse..... | 39 |
| Tableau 7: rendements en composés phénoliques | 39 |
| Tableau 8: Teneurs en composés phénoliques dans l'huile de la poudre des noyaux des dattes. | 41 |

Liste des Photos

| | |
|---|----|
| Photo 1: Le palmier dattier | 4 |
| Photo 2: Hmira | 7 |
| Photo 3: Takerboucht | 7 |
| Photo 4 : Quelques huiles végétales | 13 |
| Photo 5: Produit cosmésométrique de noyaux des dattes | 16 |
| Photo 6: Takerboucht | 27 |
| Photo 7: Hmira..... | 27 |
| Photo 8 : Noyaux de dattes broyés "Hmira" | 28 |
| Photo 9: Noyaux de dattes broyés "Takerboucht" | 28 |
| Photo 10: Montage de soxhlet | 28 |
| Photo 11: L'appareil Rotavapeur | 30 |
| Photo 12: Dosage des polyphénols totaux | 33 |
| Photo 13: Dosage des flavonoïdes | 34 |
| Photo 14: Dosage des tannins condensé | 35 |
| Photo 15: test de cytotoxicité des huiles sur les érythrocytes humains | 36 |
| Photo 16: Activité anti-hémolytique | 38 |

Table des matières

| | |
|---|-----------|
| Résumé | |
| Liste des figures | |
| Liste des photos | |
| Liste des tableaux | |
| Introduction : | 1 |
| Chapitre I : Synthèse Bibliographique | 3 |
| Partie 01 : Palmier dattier et les dattes | 3 |
| 1. <i>Phoenix dactylifera</i> L | 4 |
| 1.1 Généralité sur <i>Phoenix dactylifera</i> L..... | 4 |
| 1.2 Taxonomie et systématique | 5 |
| 1.3 Répartition géographique de <i>Phoenix dactylifera</i> . L en Algérie | 5 |
| 2. Les dattes | 6 |
| 2.1 Définition..... | 6 |
| 2.2 Les variétés de dattes..... | 7 |
| 2.3 Aspect botanique | 8 |
| 2.4 Composition de la datte..... | 8 |
| 2.5 Production de dattes en Algérie..... | 9 |
| Partie 02 : Les noyaux des dattes et ses huiles | 10 |
| 3. Noyaux des dattes | 11 |
| 3.1 Anatomie des noyaux des dattes..... | 11 |
| 3.2 Caractéristique physico-chimique des noyaux des dattes..... | 11 |
| 3.2.1 Caractéristique physique et morphologique du noyau de datte | 11 |
| 3.2.2 Composition biochimique des noyaux des dattes..... | 12 |
| 4. Les huiles végétales | 13 |
| 4.1 Définition..... | 13 |
| 4.2 Huile de noyaux de datte | 14 |
| 4.2.1 Composition chimique de l'huile du noyau des dattes | 14 |
| 4.2.2 Caractéristiques organoleptiques de l'huile du noyau de datte | 15 |
| 4.2.3 L'utilisation des huiles des noyaux des dattes..... | 15 |
| 4.2.4 La toxicité des huiles des noyaux de dattes..... | 16 |
| 4.3 Travaux antérieurs | 16 |
| Partie 03 : Les métabolites secondaires | 17 |
| 5. Les métabolites secondaires | 18 |
| 5.1 Définition..... | 18 |

| | | |
|--|--|-----------|
| 5.2 | Les composés phénoliques | 18 |
| 5.2.1 | Les acides phénoliques | 18 |
| 5.2.2 | Les flavonoïdes..... | 19 |
| 5.2.3 | Les tanins..... | 20 |
| 5.3 | Les composés azotés « alcaloïdes »..... | 20 |
| 5.4 | Les terpénoïdes..... | 21 |
| 6. | Globule Rouge..... | 21 |
| 6.1 | Définition..... | 21 |
| 6.2 | Membrane de globule rouge..... | 22 |
| 6.3 | Hémolyse..... | 22 |
| 6.4 | Mécanisme d'hémolyse..... | 22 |
| 6.5 | Les anti-hémolytiques | 23 |
| Chapitre II : Matériels et méthodes..... | | 24 |
| 7. | Matériels et produits | 25 |
| 7.1 | Liste des matériels utilisés..... | 25 |
| 7.2 | Liste des produits chimiques | 25 |
| 8. | Matériel végétal | 26 |
| 8.1 | Le choix du substrat | 26 |
| 8.2 | Préparation de poudre noyaux | 26 |
| 9. | Méthode d'extraction d'huile par soxhlet | 27 |
| 9.1 | La séparation du solvant de l'extrait | 28 |
| 9.2 | Calcule le rendement | 29 |
| 10. | Extraction des composés phénoliques (extraction liquide-liquide) | 30 |
| 11. | Dosage des composés phénoliques..... | 31 |
| 11.1 | Dosage des polyphénol totaux..... | 31 |
| 11.2 | Dosage des flavonoïdes | 32 |
| 11.3 | Dosage des tannins condensés..... | 33 |
| 12. | Evaluation des activités biologiques des huiles des noyaux des dattes | 34 |
| 12.1 | Test d'hémolyse (test de cytotoxicité des huiles) sur les érythrocytes humains | 34 |
| 12.2 | Activité anti-hémolytique..... | 36 |
| Chapitre III: Résultats et interprétation | | 38 |
| Discussion..... | | 44 |
| Conclusion..... | | 48 |
| Références bibliographiques..... | | 49 |

Introduction :

Le palmier dattier, parmi les plus anciennes espèces végétales cultivées, revêt une grande importance en raison de sa productivité élevée, de la qualité nutritionnelle recherchée de ses fruits et de sa capacité à s'adapter aux régions sahariennes

En plus de son impact écologique et social, il constitue une source de revenus vitale pour les agriculteurs en leur fournissant des dattes et divers produits dérivés utilisés à des fins domestiques, artisanales et industrielles (**Sedra, 2003**).

La wilaya d'Adrar est réputée pour sa production annuelle abondante de dattes de différentes qualités grâce à son climat désertique sec. Les habitants de la région consomment quotidiennement des dattes, qui sont une composante essentielle de leur alimentation

La région d'Adrar est une région phoenicicole qui produit annuellement un tonnage important de dattes, soit environ 935 mille quintaux par an selon la Direction des Services Agricoles (2000). Cette région est riche avec pas moins de 305 variétés des dattes (**Benkhadda, 2014**).

La production des dattes en Algérie, joue un rôle important dans le secteur agricole. L'Algérie est considérée comme l'un des principaux producteurs de dattes. Elle se classe au quatrième rang mondial avec un pourcentage de 14 % (**Adherbaletal, 2016**).

Il convient également de noter que le prophète Mohammed (que la paix soit sur lui) recommandait la consommation des dattes en disant :

"من تصبح بسبع ثمرات عجوة لا يصيبه في هذا اليوم سم ولا سحر "

رواه أبو نعيم ورواه أبو داود، ورواه الحاكم، ورواه الإمام الترمذي، ورواه في الإمام الذهبي للطب النبوي.

En Algérie, aucune transformation industrielle des noyaux de dattes n'est installée, à l'exception de la production artisanale comme le café à partir de ces de noyaux. C'est pourquoi il est intéressant de développer un projet de valorisation de ces noyaux en bioénergie, en se basant sur la quantité d'huile qu'ils contiennent. Le pourcentage en matière grasse de l'huile du noyau de datte varie de 7 à 13% ce qui peut justifier sa valorisation (**Barreveld, 1993 ; Abdel Nabey, 1999 ;Besbes et al., 2005**).

Compte tenu de la consommation massive de dattes et la quantité de noyaux qui en résulte, la question qui demeure est de savoir pourquoi ce noyau n'est pas exploité non seulement pour nourrir les animaux, mais également au profit de l'homme, en particulier les huiles qui en sont extraites.

L'objectif principal de cette étude est de quantifier les composés phénoliques présents dans des huiles extraites des noyaux de dattes *Phoenix dactylifera* L. De plus, l'étude vise à effectuer un test hémolytique pour évaluer la toxicité préliminaire des huiles provenant de deux variétés, à savoir "Hmira" et "Takerbouche". Enfin, nous avons examiné l'activité anti-hémolytique des huiles pour déterminer si elles possèdent des propriétés protectrices contre l'hémolyse des érythrocytes.

Ce mémoire est comporte trois chapitres :

Le premier chapitre se compose d'une synthèse bibliographique divisée en trois parties distinctes. La première partie aborde les informations générales concernant le palmier dattier et les dattes. La deuxième partie traite des aspects généraux liés aux noyaux de dattes et aux huiles végétales. Enfin, la troisième partie se concentre sur les métabolites secondaires.

Le deuxième chapitre se focalise sur la mise en pratique des méthodes de travail et l'utilisation des matériels, tandis que le dernier chapitre se consacre à la présentation des résultats obtenus et aux discussions qui en découlent.

Chapitre I : Synthèse Bibliographique

**Partie 01 : Palmier dattier et les
dattes**

1. *Phoenix dactylifera* L

1.1 Généralité sur *Phoenix dactylifera* L

Depuis longtemps, les dattes ont été considérées comme un fruit d'excellence par les Mésopotamiens et les anciens Égyptiens. Le palmier dattier, plante médicinale emblématique, a été le compagnon de l'humanité depuis les temps les plus reculés. Bien qu'originaire des régions tropicales humides, il s'est adapté au fil des siècles aux climats chauds, semi-arides et arides. Bien que la famille des palmiers dattiers soit largement présente en Afrique subsaharienne, on ne trouve que deux espèces d'une importance économique majeure dans le Sahara (**Benchelah et Maka, 2006**). Le palmier dattier se compose de fleurs appelées "dokkar" et de fleurs femelles appelées "nakhla". Il se propage à la fois par semis de graines (noyaux) et par la plantation de rejets (djebbars). Il commence à produire des fruits vers l'âge de cinq ans en moyenne, et les arbres âgés de plus de 60 ans peuvent atteindre une production allant jusqu'à 400 à 600 kg par an (Photo 01) (**Ahmed et al.,1995**).



Photo 1: Le palmier dattier

1.2 Taxonomie et systématique

Le terme scientifique *Phoenix dactylifera* L. est dérivé du mot "Phœnix", qui signifiait dattier chez les Phéniciens, et de "dactylifera" qui provient du mot grec "dactylos" signifiant doigt, en référence à la forme du fruit (**Djerbi, 1994**). L'espèce *Phoenix dactylifera* L. appartient à la classe des Monocotylédones et fait partie de la famille des plantes tropicales, connue sous les noms de Palmacées ou Arecaceae, qui est la famille la plus étudiée du point de vue de la classification botanique. Cette famille comprend environ 200 genres et 2700 espèces répartis en six familles, avec la sous-famille des Coryphoideae divisée en trois tribus distinctes.

La classification du palmier dattier (**Djerbi,1994**)

- Embranchement : Phanérogames.
- Sous-embranchement : Angiospermes.
- Classe : Monocotylédones.
- Groupe : Spadiciflore.
- Ordre : Palmales.
- Famille : Arécacées.
- Sous-famille : Coryphoideae.
- Genre : Poenix.
- Espèce : *Phoenix dactylifera* L

1.3 Répartition géographique de *Phoenix dactylifera*. L en Algérie

La concentration principale des palmeraies se trouve dans le Sud-Est du pays, où la culture du palmier dattier est spécifiquement localisée dans les wilayas sahariennes (**Aboud et al., 2016**). Elle couvre toutes les régions situées sous l'Atlas saharien, s'étendant depuis la frontière avec le Maroc à l'ouest jusqu'à la frontière tuniso-libyenne à l'est. Du nord au sud du pays, elle s'étend de la limite sud de l'Atlas saharien jusqu'à Reggane à l'ouest, Tamanrasset au centre et Djanet à l'est (**Laouini, 2014**). La culture du palmier dattier est présente dans 17 wilayas, occupant une superficie totale de 120 830 hectares. Cependant, quatre wilayas principales représentent 83,6 % de l'ensemble de la culture des palmiers dattiers en Algérie : Biskra avec 23 %, Adrar avec 22 %, El-Oued avec 21 % et Ouargla avec 15 % (figure 01) (**Laouini,2014**).

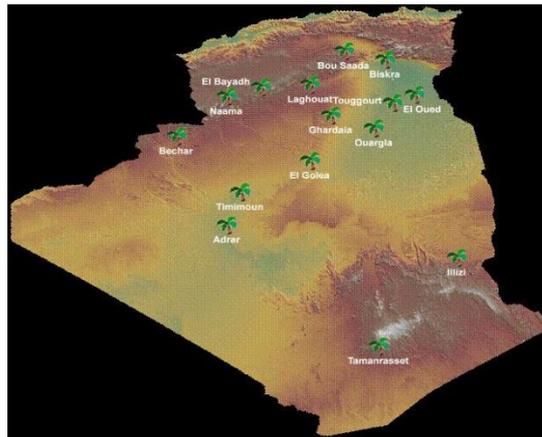


Figure 1: Répartition géographique du palmier dattier en Algérie (Laouini, 2014).

2. Les dattes

2.1 Définition

Dans le Sahara, les dattes représentent la principale source alimentaire pour les habitants. Elles se composent d'un noyau dur entouré de chair (Figure 02). La partie comestible, appelée chair ou pulpe, est composée de :

- Un épicarpe ou enveloppe cellulosique fine dénommée peau.
- Un mésocarpe généralement charnu, de consistance variable selon sa teneur en sucre et de couleur soutenue.
- Un endocarpe de teinte plus clair et de texture fibreuse, parfois réduit à une membrane par cheminée entourant le noyau (Espiard, 2002).

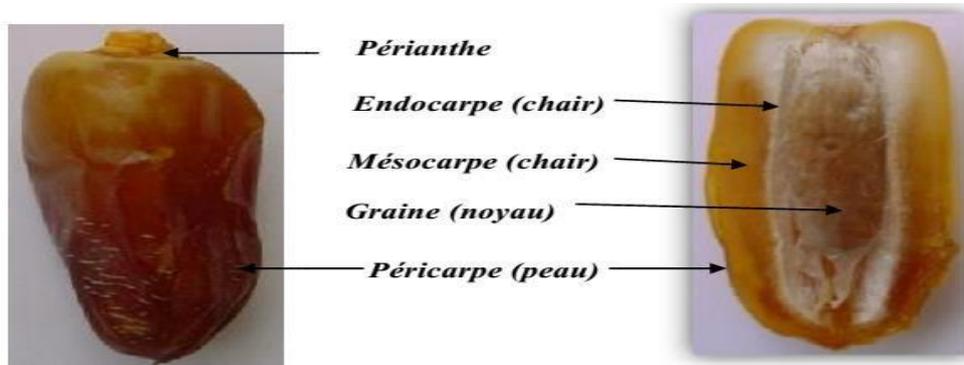


Figure 2:Description et présentation morphologique de la dattes (Datte-entiere-a-gauche-et-coupe-longitudinale-a-droite-Variete-Aharetan)

2.2 Les variétés de dattes

Les différentes variétés de dattes se distinguent les unes des autres par leur saveur, leur consistance, leur forme, leur couleur, leur poids et leurs dimensions (Djerbi M, 1994 ; Belguedj M, 2001). En Algérie, on recense plus de 940 cultivars de dattes, offrant ainsi une grande diversité de choix. Parmi ces variétés, on a Hmira (photo 02) et Tekerbouche (photo 03).



Photo 2:Hmira



Photo 3: Takerboucht

Le Tableau 1 présente des données sur la production de dattes en fonction des différentes variétés de palmiers et du nombre de palmiers cultivés. Ces données permettent de mieux comprendre les tendances de production de dattes en Algérie pour ces deux.

Tableau 1: production de dattes par variété et par nombre de palmiers (Belguedj, 2007).

| Les variétés | Nombre totale | Nombre de palmier producteur | Production en quintaux |
|--------------|---------------|------------------------------|------------------------|
| Hmira | 1.626.450 | 1.233 .456 | 400.430 |
| Tkarbouche | 176.115 | 128.816 | 50.167 |

2.3 Aspect botanique

La datte, une baie, présente différentes formes, allant de l'oblongue à l'ellipsoïde, voire d'autres variations, et se compose de deux parties distinctes :

1) **Une partie comestible**, par le mésocarpe dont la consistance peut être selon les variétés et la climatologie de la période de maturation :

❖ **Dattes molles** : le mésocarpe est très humidifié (70% d'eau) lorsqu'elles sont fraîches et nécessitant une dessiccation partielle pour assurer leur conservation.

❖ **Dattes demi-molles** : à teneur en eau moins élevée (18% d'eau)

❖ **Dattes sèches** : dont la pulpe est naturellement sèche (12% d'eau)

2) **Une partie non comestible**, formée par la graine ou noyau, ayant une consistance dure (corné). Le noyau représente 10 à 30% du poids de la datte, il est constitué d'un albumen très dur protégé par une enveloppe cellulosique. On distingue au milieu un fragment d'embryon très petit.

2.4 Composition de la datte

La datte se compose essentiellement :

- D'eau, 70 à 80 % dans la datte fraîche et 10 à 40% dans la datte sèche.
- De sucres représentent 50 à 90% des dattes sèches, dont les non réducteurs (saccharose) et les réducteurs (glucose, fructose).
- Protides, lipides, cellulose, cendres (sels minéraux), vitamines, enzymes. Le pourcentage de ces composants varie habituellement entre 7 et 15%.7 à 15% (Estanove, 1990).

2.5 Production de dattes en Algérie

L'Algérie est l'un des principaux producteurs de dattes au monde, avec une longue histoire de culture de ce fruit dans ses régions désertiques. La production de dattes en Algérie est essentielle pour l'économie du pays, créant des emplois et générant des revenus pour les agriculteurs et les exportateurs. Le tableau 02 présente les données sur la production de dattes en Algérie sur une période de 20 ans, de 2000 à 2019. Ces données fournissent des informations précieuses sur les tendances de la production de dattes au fil du temps et sur les variétés les plus cultivées en Algérie.

Tableau 2: Production de dattes en Algérie entre 2000 et 2019

| Année | Quantité de dattes produites (Tonnes) | Références |
|-----------|--|-----------------------|
| 2000 | 365 000 | Liu, 2003 |
| 2012 | 600 096 | Sidab, 2017 |
| 2016 | 1 029 596 | FAOStat, 2018 |
| 2017 | 1 100 000 | Sidab, 2017 |
| 2017/2018 | 1.09 millions | ONS, 2017 |
| 2019 | 1,13 millions | Statista, 2021 |

Partie 02 : Les noyaux des dattes et ses huiles

3. Noyaux des dattes

3.1 Anatomie des noyaux des dattes

La graine de datte présente des variations d'un type à l'autre et est couramment appelée le noyau. Elle a une forme allongée et est entourée d'un endocarpe membraneux. Le noyau présente un sillon central et un embryon diamétralement opposé (Figure 03). Son poids représente entre 7 % et 30 % du poids total de la datte. Il est constitué d'un albumen corné, d'une consistance dure, qui contient de la cellulose (Munier, 1973). Sa couleur varie du brun clair au brun foncé, et il a un goût fade avec une légère amertume (Jassim et al., 2014).

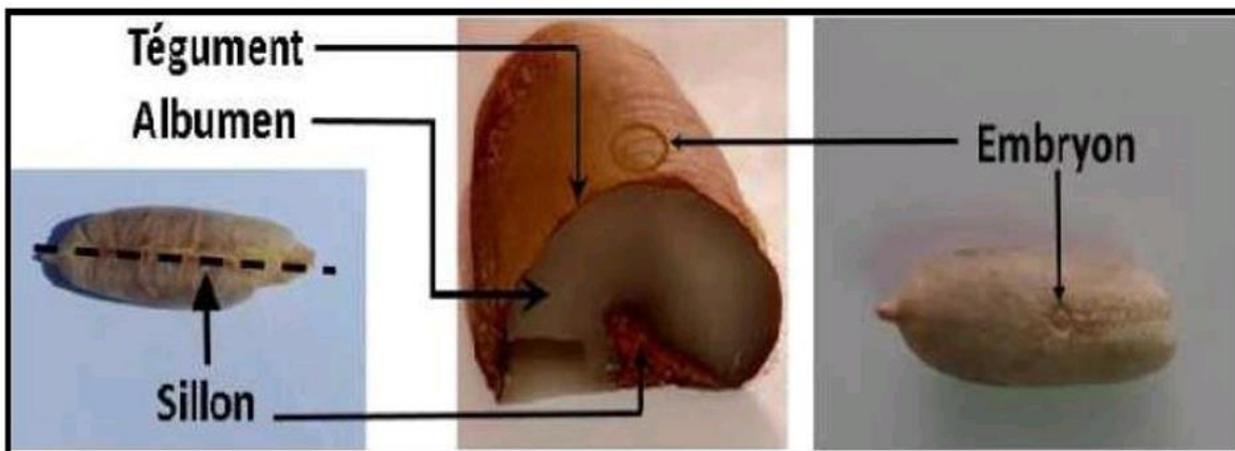


Figure 3: Anatomie du noyau de datte.

3.2 Caractéristique physico-chimique des noyaux des dattes

3.2.1 Caractéristique physique et morphométrique du noyau de datte

Selon Acourene et Tama (1997), des variations significatives ont été observées en termes de diamètre, de poids et de longueur du noyau, même lorsque les palmiers proviennent de la même exploitation. De plus, d'après Khalifa (1980), ces différences peuvent être attribuées aux types de pollen utilisés par les phoeniculteurs, qui ont un impact significatif sur les caractéristiques morphologiques du noyau.

Les études réalisées par Acourene et Tama, (1997), ont montré que le poids du noyau, la longueur peut varier d'un cultivar à l'autre selon différents critères :

- ✓ Longueur : 2,9 – 3,15 cm.
- ✓ Poids : 0,6 – 1,69 g.
- ✓ Diamètre : 0,58.

3.2.2 Composition biochimique des noyaux des dattes

a) Composition en matière protéique

Les noyaux de dattes renferment des protéines, cependant, la quantité de protéines peut considérablement varier en fonction des régions et des variétés de dattes. Des recherches ont révélé que les niveaux de protéines peuvent osciller entre 2 et 7 % (Lecheb, 2010 ; Al Farsi et al., 2007 ; Rahman et al., 2007).

b) Composition en matière grasse

Les noyaux de dattes sont riches en matières grasses et contiennent une grande variété d'acides gras saturés et insaturés. Leur teneur en matières grasses varie de 5 à 12% (Lecheb, 2010).

c) composition en sucre

Les noyaux des dattes contiennent une petite quantité de sucre, principalement du fructose et du glucose. Cependant, ils ne sont généralement pas consommés directement en raison de leur dureté et sont souvent utilisés pour la production d'huile de noyau de datte. Le tableau 03 ci-dessous présente le profil des sucres présents dans les dattes.

Tableau 3: Profil des sucres présents dans les dattes (Espirad, 2002).

| | Noyau de datte (%) |
|----------------------|--------------------|
| Sucres totaux | 6.3 |
| Glucose | 1.1 |
| Fructose | 1.2 |
| Saccharose | 3.1 |

d) composition en cendre

La teneur en cendres dans les noyaux des dattes est faible, elle varie entre 0,89 et 1.30 % de la matière sèche (Al Farsi et al., 2007 ; Laouini, 2014).

e) les sels minéraux

Les noyaux de dattes sont riches en sels minéraux tels que le potassium, le magnésium et le calcium, qui sont importants pour la santé du corps humain. Cependant, les quantités précises peuvent varier selon la variété des dattes. Le tableau 04 ci-dessous présente la quantité de sels minéraux contenus dans le noyau des dattes étudiées par Munier en 1973.

Tableau 4: Profil en sels minéraux du noyau des dattes selon l'étude de Munier en 1973.

| Élément | Teneur en mg/100g de noyau de datte | Élément | Teneur en mg/100g de noyau de datte |
|---------|-------------------------------------|---------|-------------------------------------|
| | | | |

| | | | |
|----------------|-----------|------------------|---------|
| Sodium | 4-5 | Potassium | 625-750 |
| Fer | 1.3-3 | Chlorure | 60-68 |
| Cuivres | 0.15-2.3 | Phosphore | 55-76 |
| Brome | 2.36-3.24 | Magnésium | 50-60 |
| Calcium | 160-270 | Sulfate | 43-52 |

4. Les huiles végétales

4.1 Définition

Les huiles d'origine végétale sont des matières grasses extraites des graines oléagineuses (soja, colza, tournesol, argan, arachide, etc.) ou des fruits oléagineux (noix de coco, olives, palmes) des plantes. Ces graines, noix ou fruits sont riches en triglycérides, ce qui leur permet de produire de l'huile végétale lors de l'extraction (photo 04). Cette huile est largement utilisée dans l'alimentation, la cosmétique, la pharmacie et l'industrie. Keibeck (2013) a étudié la composition chimique de différentes huiles végétales, mettant en évidence leurs caractéristiques nutritionnelles et leurs utilisations spécifiques.



Photo 4 : Quelques huiles végétales

Leurs localisations dans les végétaux.

- * Les fleurs, exemple : orange, rose, lavande.
- * Les feuilles, exemple : eucalyptus, menthe, thym, laurier, sauge, sapin.
- * Les organes souterrains, exemple : racines (vétiver), rhizomes (gingembre, acore).
- * Les fruits, exemple : fenouil, anis, épicarpes des citrus.
- * Les graines, exemple : noix de muscade.
- * Le bois et les écorces, exemple : cannelle, santal, bois de rose.

4.2 Huile de noyaux de datte

4.2.1 Composition chimique de l'huile du noyau des dattes

a) Composition en acide gras

Selon diverses études menées par plusieurs auteurs tels que Barreveld (1999), Abdel Nabey (1999) et Besbes et al. (2005), le pourcentage de matière grasse dans l'huile extraite des noyaux de dattes varie de 7 à 13 %. Cette variation justifie la valorisation de cette huile.

L'huile de sésame présente une proportion quasi-équivalente d'acide oléique et d'acide linoléique. Les huiles appartenant aux familles oléique, linoléique et α -linoléique contiennent en moyenne de 8 à 15 % d'acides gras saturés (AGS), tandis que l'huile d'arachide dépasse cette fourchette avec environ 20 % d'AGS (Dubois et al., 2008).

b) Composition en antioxydant naturels

Certains auteurs suggèrent que l'huile extraite des noyaux de dattes peut être une source riche en antioxydants naturels tels que les polyphénols, les stérols, les tocophérols et les caroténoïdes (Besbes et al., 2007). De plus, ces substances ont démontré une activité antioxydante supérieure à celle des antioxydants synthétiques.

c) Les polyphénols

L'huile extraite des noyaux de dattes est abondante en composés phénoliques (Besbes et al., 2004). La composition en polyphénols de cette huile varie en fonction des conditions de stockage (Marinova et Yanishlieva, 2003).

d) Les stérols

L'huile extraite des noyaux de dattes présente une teneur plus élevée en stérols par rapport à d'autres espèces, avec une estimation allant de 3000 à 3500 mg/kg (Salvador et al., 2001).

Selon Besbes et al. (2004), le β -sitostérol est associé au campestérol (90 %) dans l'huile des noyaux de dattes

e) Les tocophérols

L'huile extraite des noyaux de dattes constitue une source significative de tocophérols, des composés antioxydants dont la teneur atteint 30 g/100 g d'huile (**Besbes et al., 2004**).

Les tocophérols jouent un rôle essentiel en tant qu'antioxydants en prévenant l'action de l'oxygène singulet, qui est un initiateur de la peroxydation des lipides (**Lu Curto et al., 2001 ; Hasty et al., 2007**). Grâce à sa nature hydrophobe, l' α -tocophérol peut s'intégrer dans les membranes biologiques et neutraliser les radicaux peroxydes. De plus, il présente un effet synergique avec le β -carotène en le protégeant contre l'oxydation (**Perrin, 1992**).

4.2.2 Caractéristiques organoleptiques de l'huile du noyau de datte

a) La viscosité

La présence des acides gras à chaînes courtes est directement liée à la viscosité (**Gunstone et al., 1986 ; Geller et Goodrum, 2000**). La viscosité a été évaluée pour deux variétés de dattes, à savoir Deglet Nour et Allig, avec des valeurs respectives de 20-40 mPa.s (**Besbes et al., 2004**). Selon la littérature scientifique, il semble que cette viscosité soit légèrement inférieure à celle de l'huile d'olive (60 mPa.s) (**Fomuso et Akoh, 2002**). Par ailleurs, Oomah et al. (2000) ont démontré que la viscosité de l'huile de framboise est similaire à celle de l'huile extraite des noyaux de dattes.

b) Couleur et odeur

L'huile extraite des noyaux de dattes présente une teinte jaunâtre-verte pâle accompagnée d'une agréable odeur (**Barreveld, 1993**). Ces caractéristiques ont été confirmées par une étude menée par Besbes et al. (2005) portant sur la couleur de l'huile extraite des noyaux de dattes de deux variétés tunisiennes, à savoir Deglet Nour et Allig.

4.2.3 L'utilisation des huiles des noyaux des dattes

L'huile de noyau de datte à plusieurs avantages dans le côté cosmétiques :

- ❖ Cette huile est à la fois nourrissante et hydratante (photo 05). Elle contribue à maintenir l'hydratation de la peau et favorise la production de collagène, une protéine qui joue un rôle essentiel dans la souplesse et la fermeté de la peau.

- ❖ Antioxydants naturels : tels que les vitamines E et A, ainsi que les acides gras oméga-6 et oméga-9, peuvent aider à protéger, nourrir et régénérer la peau en neutralisant les radicaux libres et en réduisant l'inflammation.



Photo 5:Produit cosmésométrique de noyaux des dattes (<https://jak.ma/produit/huile-de-noyaux-de-dattes/>)

4.2.4 La toxicité des huiles des noyaux de dattes

Les huiles des noyaux de dattes sont souvent utilisées pour leurs propriétés cosmétiques et médicinales. Cependant, il est important de noter que ces huiles peuvent également être toxiques en raison de la présence de composés tels que l'acide cyanhydrique et les alcaloïdes. Une étude menée en 2017 a révélé que les huiles de noyaux de dattes présentaient des effets toxiques sur les cellules hépatiques et rénales chez le rat. Une autre étude menée en 2019 a également montré que l'extrait d'huile de noyau de datte avait des effets toxiques sur les cellules du foie et du rein chez le poisson-zèbre. En conséquence, il est important de prendre des précautions lors de l'utilisation de ces huiles, en suivant les instructions d'utilisation et en évitant toute ingestion (Alhadj et al., 2017).

4.3 Travaux antérieurs

- * Un récent rapport de Mansouri et al. En 2005 indique que les extraits aqueux des noyaux de dattes présentent des propriétés antioxydantes, antimicrobiennes et antimutagènes.
- * Une autre découverte significative, selon Jassim & Naji en 2010 et Javed en 2013, démontre que les extraits méthanoliques et d'acétone des noyaux de *Phoenix dactylifera* L. inhibent raisonnablement la croissance des bactéries Gram positives et Gram négatives.

Partie 03 : Les métabolites secondaires

5. Les métabolites secondaires

5.1 Définition

Les métabolites secondaires, qui sont présents en abondance dans la nature, sont des molécules précieuses. Depuis l'Antiquité, de nombreux métabolites secondaires ont été utilisés comme remèdes pour leurs propriétés curatives (Dwivedi et al., 2019). Ils jouent un rôle essentiel en améliorant la croissance et la survie des plantes dans des conditions environnementales stressantes. Divers métabolites secondaires sont produits à partir de métabolites primaires tels que les glucides, les lipides et les acides aminés (Díaz-Torres et al., 2021).

Les métabolites secondaires sont des substances organiques essentielles pour la croissance, le développement et la reproduction d'un organisme. Ils servent également de bouclier protecteur dans des conditions environnementales défavorables. Ces métabolites renforcent la capacité d'un organisme à survivre dans des conditions extrêmes, et leur production est restreinte à certains genres de plantes, de champignons et de bactéries (Dwivedi et al., 2019).

5.2 Les composés phénoliques

Les composés phénoliques sont produits principalement à partir des glucides par les voies de l'acide shikimique et de l'acétate. La voie de l'acide shikimique conduit à la synthèse des acides cinnamiques par le biais de réactions de transamination et de désamination, tandis que la voie de l'acétate conduit à la formation de poly-cétoesters ou de polyacétates (malonates). Les composés phénoliques peuvent présenter une structure allant d'un simple noyau aromatique de faible poids moléculaire à des tanins complexes de très haut poids moléculaire (Chira et al., 2008).

5.2.1 Les acides phénoliques

Les composés phénoliques sont présents dans toutes les plantes de manière universelle. On peut les classer en deux sous-groupes distincts.

♦ Acides hydroxybenzoïques

Ces composés répondent à une représentation structurale de type (C₆-C₁), dont les plus répandus sont l'acide salicylique et l'acide gallique (figure 04).

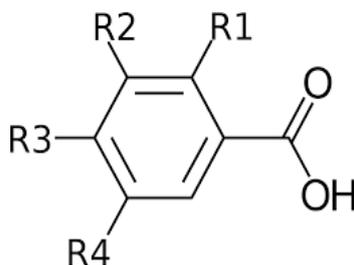


Figure 4: Acides hydroxy benzoïques.

♦ **Acides hydroxycinnamiques**

Ces composés répondent à une représentation structurale de type (C6-C3), dont les plus abondants sont les acides caféiques et coumariques. Ils sont à l'origine des voies de biosynthèse de nombreuses substances, telles que les lignines, les flavonoïdes et les stilbènes.

5.2.2 Les flavonoïdes

Les flavonoïdes sont des composés qui se composent de 15 atomes de carbone, formant une structure C6-C3-C6, avec deux noyaux aromatiques reliés par un pont de 3 carbones (figure 05). Ils sont les composés phénoliques les plus répandus et abondants. Dans les plantes, ils jouent différents rôles en tant que métabolites secondaires, participant à la protection contre les rayons UV, à la pigmentation, à la stimulation des nodules de fixation de l'azote et à la résistance aux maladies (**Chira et al., 2008**).

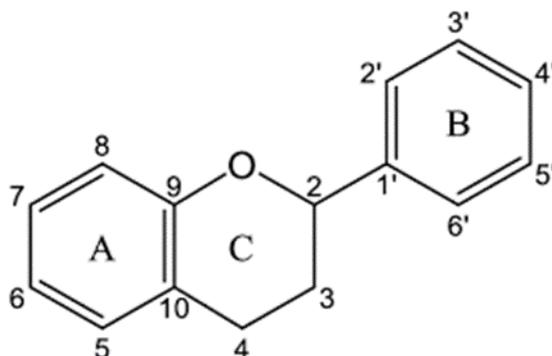


Figure 5: Structure générale de flavonoïdes.

5.2.3 Les tanins

Les tanins, un groupe complexe et diversifié, ne peuvent être définis de manière rigoureuse en raison de l'absence d'une structure chimique de base commune. Ce sont des molécules de poids moléculaire élevé, caractérisées par un fort hydroxylation, et elles ont la capacité de former des complexes insolubles lorsqu'elles interagissent avec des glucides, des protéines et des enzymes digestives.

Les tanins sont généralement regroupés en deux catégories principales en fonction de leur structure et de leurs propriétés : les tanins hydrolysables et les tanins condensés (figure 06).

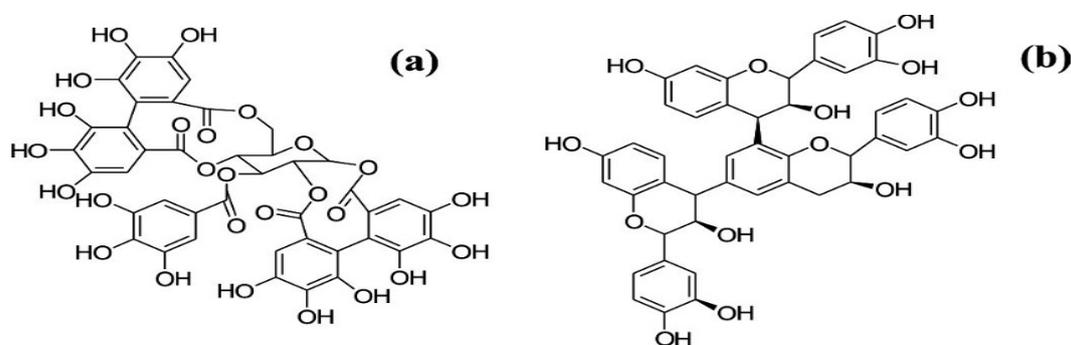


Figure 6: Structure chimique des tanins (a) hydrolysables (b) condensés (Sikora & McBride, 1990)

5.3 Les composés azotés « alcaloïdes »

Ces composés organiques hétérocycliques contiennent au moins un atome d'azote et sont synthétisés à partir de divers acides aminés tels que le tryptophane, la lysine, la tyrosine et l'arginine. Ils sont classifiés en fonction du cycle prédominant dans leur structure (Hopkins, 2003). Ces composés ont la capacité d'induire différentes réactions biologiques dans les organismes vivants, allant de bénéfiques et thérapeutiques à faibles doses à toxiques et nocifs à fortes doses.

5.4 Les terpénoïdes

Les terpènes, présents abondamment dans le règne végétal, sont des métabolites secondaires lipophiles composés d'unités isoprène à 5 carbones qui s'assemblent pour former des cycles ou des chaînes aliphatiques (figure 07) (Hopkins, 2003). Leur structure diversifiée confère des propriétés biologiques importantes. En raison de leur volatilité, les terpènes sont utilisés dans le traitement de divers cancers, tels que le Taxol et ses dérivés, ainsi que dans le traitement antipaludique, notamment avec l'utilisation de l'artémisinine (Perveen, 2018). Par ailleurs, ces composés trouvent également des applications dans l'industrie cosmétique, notamment dans la création de parfums et d'arômes (Perveen, 2018).

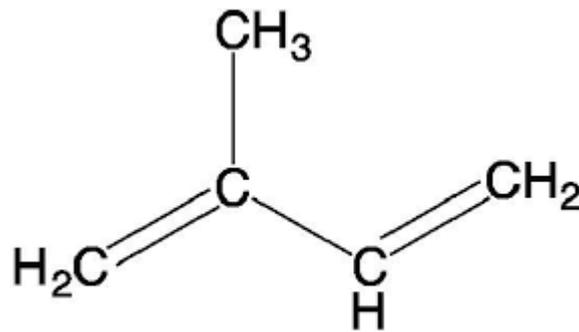


Figure 7: Structure de l'isoprène (Calabrò, 2015)

6. Globule Rouge

6.1 Définition

Un globule rouge est une cellule sanguine qui permet le transport de l'oxygène. Le globule rouge prend aussi les noms d'érythrocyte (erythros = rouge) et d'hématie.

Un globule rouge est une cellule discoïde biconcave dépourvue de noyau, de mitochondries et de ribosomes. Il contenant une grande quantité d'hémoglobine lui donnant sa coloration (figure 08). Ces globules fixent l'oxygène dans les tissus grâce au fer contenu dans l'hémoglobine.



Figure 8: Globule rouge.

6.2 Membrane de globule rouge

Pendant de nombreuses années, la membrane des érythrocytes a été utilisée comme un modèle simplifié des membranes plasmiques des mammifères. Composée principalement de lipides et de protéines, cette membrane est formée d'une structure complexe résultant d'interactions non covalentes telles que les interactions de Van der Waals, les liaisons hydrogènes, les forces électrostatiques et les forces hydrophobes (Franco et Low, 2010 ; Manaargadoo-Catin et al., 2016).

6.3 Hémolysé

La répartition ou la perturbation de l'intégrité de la membrane des globules rouges se traduit par la rupture de cette membrane, ce qui entraîne la libération de l'hémoglobine et d'autres composants internes dans le fluide environnant. La quantité d'hémoglobine libre dans le milieu peut être mesurée à l'aide de la spectrophotométrie et est exprimée en pourcentage de fraction hémolysée. Cette méthode de mesure est simple, standardisée et offre une bonne reproductibilité (Roussel et al., 2020).

6.4 Mécanisme d'hémolyse

Le mécanisme d'hémolyse ressemble à celui observé dans les milieux hypotoniques, où il est principalement expliqué par des changements de conformation ou d'association des protéines membranaires, entraînant la formation de pores et l'hémolyse subséquente. Lors de l'hémolyse en milieu hypotonique, les érythrocytes se gonflent et une réorganisation des composants de la membrane se produit, avec l'association des ankyrines et de la Bande 3, ainsi qu'une modification

du rapport spectrine dimère/tétramère. La protéine Bande 3 joue un rôle spécifique dans la membrane des érythrocytes par rapport aux autres cellules. L'augmentation de la mobilité latérale et de la rotation de la Bande 3 conduit à la formation de pores d'environ 3 pm de diamètre, créant ainsi des ouvertures dans la membrane qui permettent à l'hémoglobine de se diffuser dans le milieu extracellulaire (Manaargadoo-Catin et al., 2016).

6.5 Les anti-hémolytiques

Les médicaments anti-hémolytiques sont des substances capables de ralentir ou d'empêcher la destruction des globules rouges, comme l'acide folique. Le traitement des anémies hémolytiques peut comprendre l'utilisation de suppléments de fer, de corticoïdes et de vitamine B. Il existe de nombreux traitements différents en fonction des causes sous-jacentes. Par exemple, la corticothérapie est utilisée pour les formes auto-immunes, tandis que le danazol et divers compléments peuvent également être utilisés (David, 2009). Ces dernières années, la recherche de nouvelles substances anti-hémolytiques d'origine végétale a connu un développement important, avec des résultats encourageants obtenus à partir de plantes telles que les feuilles et les tiges de l'ammoide, la racine de berberis vulgaris, les fruits de Detilfera et d'autres plantes aux propriétés anti-hémolytiques.

Chapitre II :

Matériels et méthodes

Les travaux de ce projet sont faits au niveau de laboratoire de recherche « PRODUITS NATURELS », département de biologie, à l'université Tlemcen Aboubaker Belkaid.



7. Matériels et produits

7.1 Liste des matériels utilisés

- Soxhlet Behr
- Rotavapeur IKA RV8
- Balance (scout)
- Agitateur magnétique
- Burette
- Bécher
- Fiole
- Verre à montre
- Entonnoir
- Spectrophotométrie
- Centrifuge
- Pissette
- Micro pipette
- Pince
- Ballon
- Erlenmeyer
- Eprouvette graduée
- Tube à essai
- Tube à EDTA
- Portoirs
- Spatule
- Papier filtre

7.2 Liste des produits chimiques

| Produit | Formule chimique | L'état |
|----------------------|-------------------|---------|
| Hexane | C_6H_{14} | Liquide |
| Ethanol | C_2H_5OH | Liquide |
| Méthanol | CH_3OH | Liquide |
| Carbonate de sodium | Na_2CO_3 | Solide |
| Acide gallique | $C_7H_6O_5$ | Solide |
| Nitrite de sodium | $Na NO_2$ | Solide |
| Chlorure d'hydrogène | HCL | Liquide |
| Vanilline | $C_8H_8O_3$ | Solide |
| Catéchine | $C_{15}H_{14}O_6$ | Solide |
| Soude | NaOH | Solide |

8. Matériel végétal

8.1 Le choix du substrat

Nous avons choisi les noyaux de dattes pour la production d'huiles végétales. Nous avons prélevé deux (02) variétés de dattes Takerbouche (photo 06) et Hmira (photo 07), qui sont collectées de palmeraies de la wilaya d'Adrar.



Photo 6: Takerboucht



Photo 7: Hmira

8.2 Préparation de poudre noyaux

Le Tableau 05 ci-dessous présente les différentes étapes impliquées dans la préparation de la poudre des ND. Chaque étape joue un rôle essentiel dans la transformation des ingrédients bruts en une poudre de qualité.

Tableau 5: Les étapes de préparation de poudre des noyaux des dattes.

| | |
|--------------------|---|
| Dénoyautage | Les dattes récoltées ont été dénoyautés manuellement ; la séparation de pulpe et de noyau est facile. |
| Lavage | Les noyaux obtenus ont été rincés abondamment à l'eau de robinet afin d'éliminer les impuretés adhérentes aux noyaux, puis ils ont été séchés à l'air libre pendant quelques jours. |
| Séchage | Après lavage, les noyaux sont placés dans une étuve et portée à une température de 105°C pendant 24 heures afin de faciliter le broyage. |
| Broyage | Le broyage été réalisé à l'aide d'un broyeur (mixeur électrique) (photo 08 et 09). |



Photo 8: Noyaux de dattes broyés "Hmira".



Photo 9: noyaux des dattes broyé "Takerboucht "

9. Méthode d'extraction d'huile par soxhlet

L'extracteur soxhlet est un ingénieux dispositif en verre permettant l'extraction d'une substance (photo 10). Il s'agit d'une extraction solide liquide.

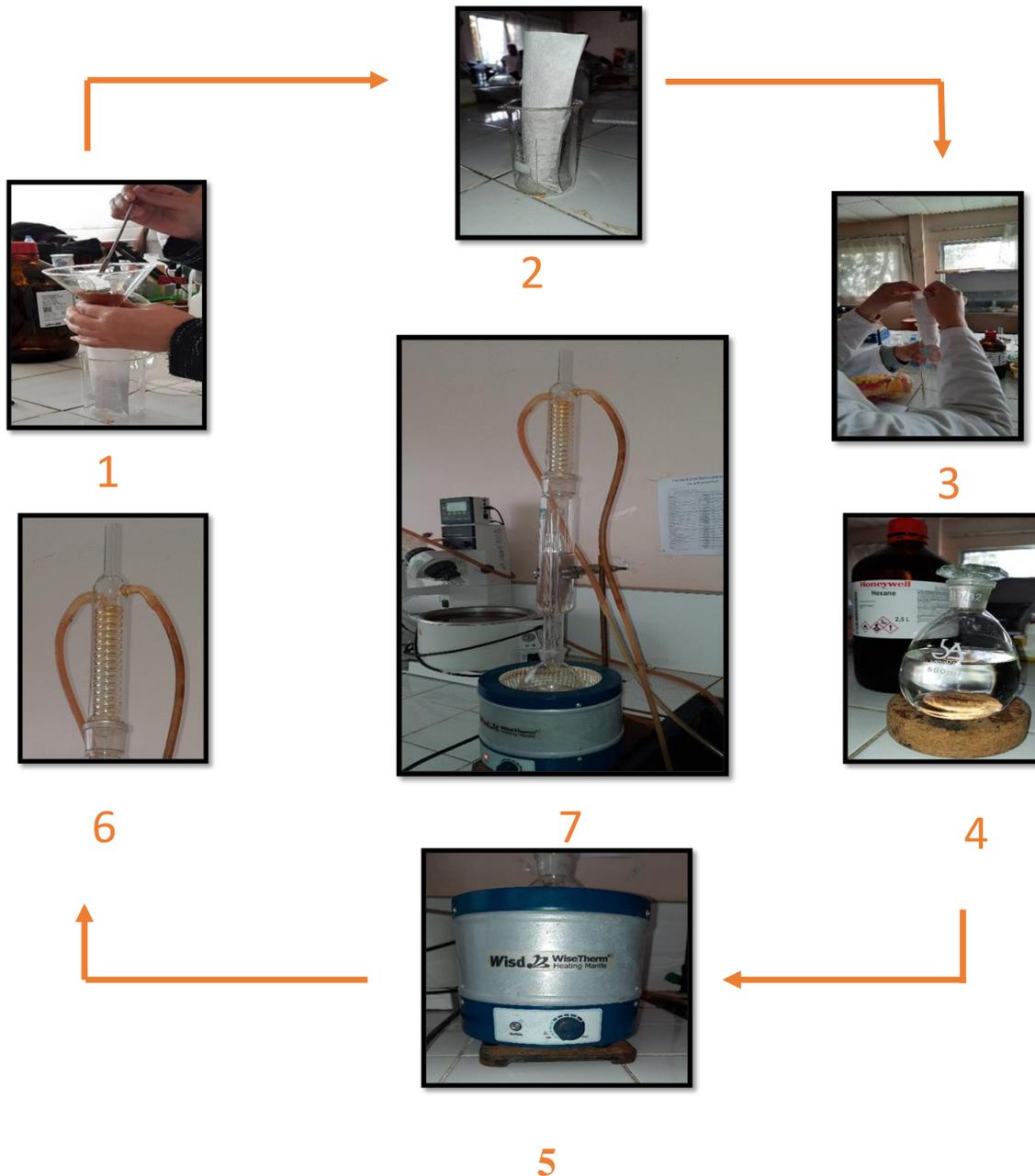


Photo 10: Montage de soxhlet

1: Préparation de la cartouche ; 2 : Cartouche remplie en matière végétale ; 3 : Siphon ; 4 : Ballon remplie par l'Hexane ; 5 : Chauffe-ballon ; 6 : Réfrigérant 7: Soxhlet

a) Principe

Cette extraction repose sur les principes suivants :

- ✓ Les composés apolaires comme les corps gras sont insolubles dans les composés polaires comme l'eau, mais solubles dans les solvants apolaires tels que l'hexane.
- ✓ Le point d'évaporation de l'hexane étant inférieur à celui des matières grasses à extraire, il est donc très facile de les séparer par chauffage.

a) Mode opératoire

- 400 ml d'hexane ont été versés dans un ballon plus 80g de broyat (poudre de noyau) introduire dans la cartouche de papier filtre.
- On place à l'intérieur de l'appareil soxhlet.
- On chauffe le ballon, le solvant se vaporise et passe par le tube d'adduction où il est condensé par le réfrigérant puis déversé dans la cartouche pour solubiliser le produit que l'on cherche à extraire du solide.
- Lorsque l'appareil soxhlet est plein ; la solution siphonne et retourne dans le ballon.
- Le solvant se concentre en produit recherché, alors que le solide de départ s'en appauvrit.
- Ce cycle se répète jusqu'à l'épuisement "5 heures".

9.1 La séparation du solvant de l'extrait

Est fait à l'aide de l'appareil appelé Rotavapeur. Dans cet appareil, on réalise une évaporation sous vide en utilisant une pompe à vide avec une vanne de contrôle. Pendant l'évaporation le ballon est mis en rotation et plongé dans un bain liquide chauffé. L'appareil est muni d'un réfrigérant avec un ballon-collecteur de condensat. La rotation du ballon crée une surface d'échange plus grande et renouvelée permettant donc d'effectuer une évaporation rapide (photo 11).

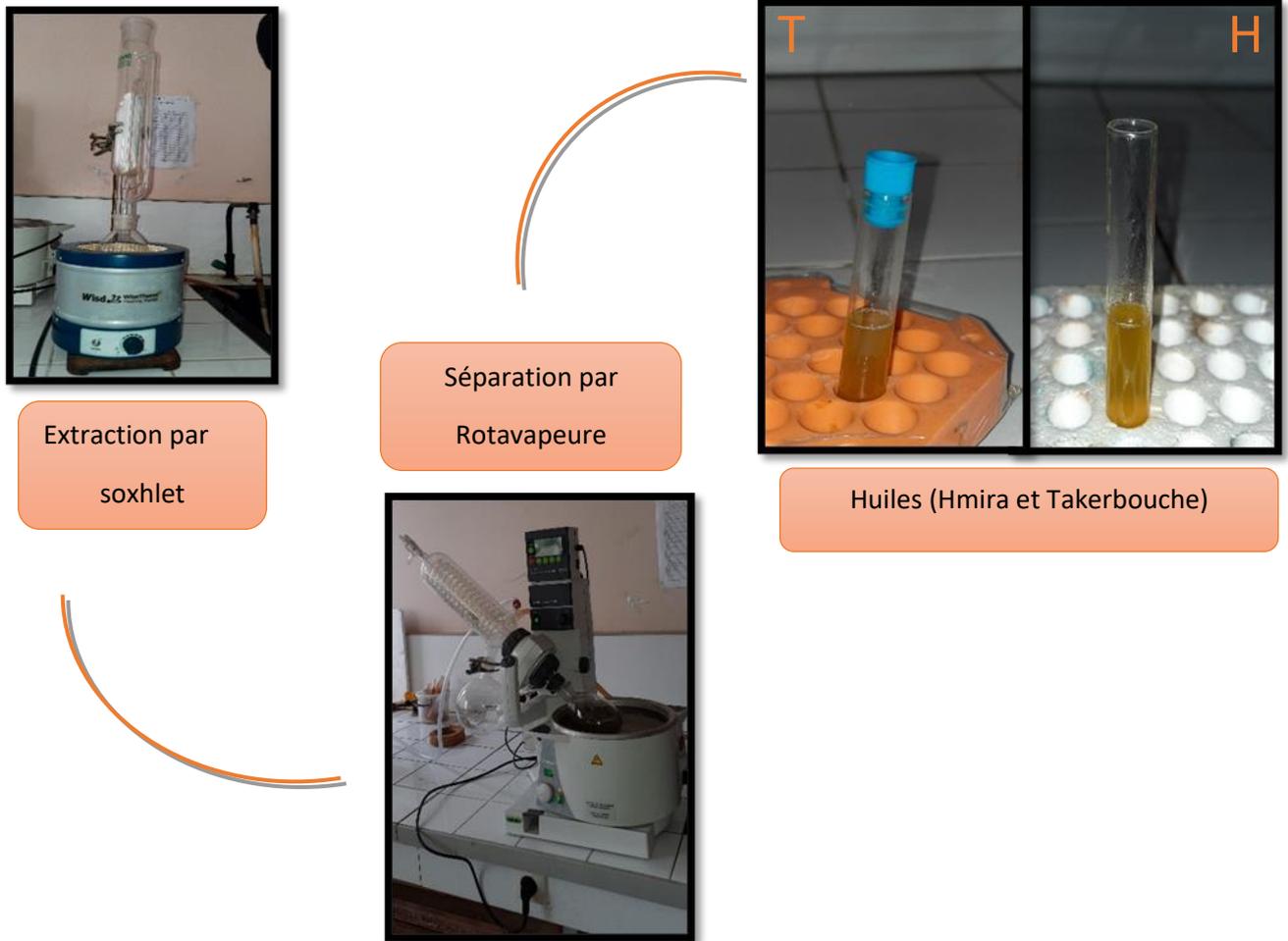


Photo 11: L'appareil Rotavapeur

9.2 Calcule le rendement

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

$$R\% = \frac{p2 - p1}{p3} * 100$$

Où :

P1 : Poids du ballon vide (g) ; P2 : Poids du ballon avec l'huile extraite (g) ; P 3 : Poids de la prise d'essai(g).



poids du ballon vide



poids du ballon avec
l'huile



poids de la poudre de
noyau de datte

10. Extraction des composés phénoliques (extraction liquide-liquide)

Les composés phénoliques ont été extraits en suivant le protocole de Pirisi et al. (2000). Pour cela, 2 g d'huile ont été placés dans un tube et mélangés avec 1 ml de n-hexane et 2 ml de méthanol à 60%. Après homogénéisation, la mixture a été centrifugée à 3000 tours pendant 5 minutes. Le surnageant, contenant les polyphénols, a été récupéré. Cette étape a été répétée deux fois pour épuiser l'huile. Les surnageants ont été combinés, concentrés à sec sous vide à 40°C, puis récupérés dans 1 ml de méthanol à 50%.

11. Dosage des composés phénoliques

11.1 Dosage des polyphénol totaux

a. Objectif

La quantification des polyphénols totaux dans les divers extraits ou fractions a été réalisée au moyen de la spectrophotométrie en utilisant le réactif de Folin-Ciocalteu (**Li et al., 2007**).

b. Principe

Le réactif de Folin-Ciocalteu est composé d'un mélange d'acide phosphotungstique ($H_3PW_{12}O_{40}$) et d'acide phosphomolybdique ($H_3PMO_{12}O_{40}$), qui ont une couleur jaune. Lorsque les phénols sont oxydés, ce réactif est réduit et se transforme en un mélange d'oxyde bleu de tungstène (W_8O_{23}) et de molybdène (Mo_8O_{23}). La coloration obtenue est proportionnelle à la quantité de polyphénols présents dans les extraits (**Li et al., 2007**).

c. Mode opératoire :

1. Prendre un échantillon de 100 μ L de l'extrait.
2. Mélanger l'échantillon avec 2 mL d'une solution fraîchement préparée de carbonate de sodium à 2%.
3. Agiter vigoureusement le mélange.
4. Après 5 minutes, ajouter 100 μ L du réactif de Folin-Ciocalteu (1N) au mélange.
5. Laisser le mélange à température ambiante pendant 30 minutes.
6. Effectuer la lecture en utilisant un spectrophotomètre à une longueur d'onde de 750 nm, en utilisant un blanc de référence.
7. Préparer une gamme d'étalonnage en utilisant de l'acide gallique.
8. Exprimer les niveaux de polyphénols totaux dans les extraits en milligrammes équivalents d'acide gallique par gramme d'extrait sec (mgEAG/g ES) (**Li et al., 2007**).



Photo 12: Dosage des polyphénols totaux (photo originale).

11.2 Dosage des flavonoïdes

a. Objectif

La quantification des flavonoïdes dans notre extrait a été effectuée par la méthode de **Zhishen et al. (1999)**.

b. Principe

La méthode repose sur l'oxydation des flavonoïdes par le trichlorure d'aluminium, suivie de la formation d'un complexe jaune avec les flavonoïdes. Ce complexe se teinte en rose lorsqu'il est exposé à la soude (NaOH), et cette réaction est détectée à une longueur d'onde de 510 nm. L'intensité de la couleur est directement liée à la quantité de flavonoïdes présente dans les extraits ou fractions testés.

c. Mode opératoire

1. Ajouter 250 μL d'extrait dilué à 75 μL d'une solution de NaNO_2 à 5%.
2. Incuber le mélange à température ambiante pendant 6 minutes.
3. Ajouter 150 μL d'une solution fraîchement préparée de chlorure d'aluminium (AlCl_3 , 10%) au mélange.
4. Laisser reposer le mélange à température ambiante pendant 5 minutes.

5. Ajouter 500 μL de soude (NaOH, 1M) au mélange.
6. Ajuster le volume final à 2,5 mL en ajoutant de l'eau distillée.
7. Mesurer l'absorbance de cette préparation par rapport à un blanc à une longueur d'onde de 510 nm.
8. Préparer une gamme étalon à base de catéchine.
9. Exprimer les quantités de flavonoïdes dans les extraits en milligrammes équivalents de catéchine par gramme d'extrait sec (mg EC/g ES), selon Zhishen et al. (1999)

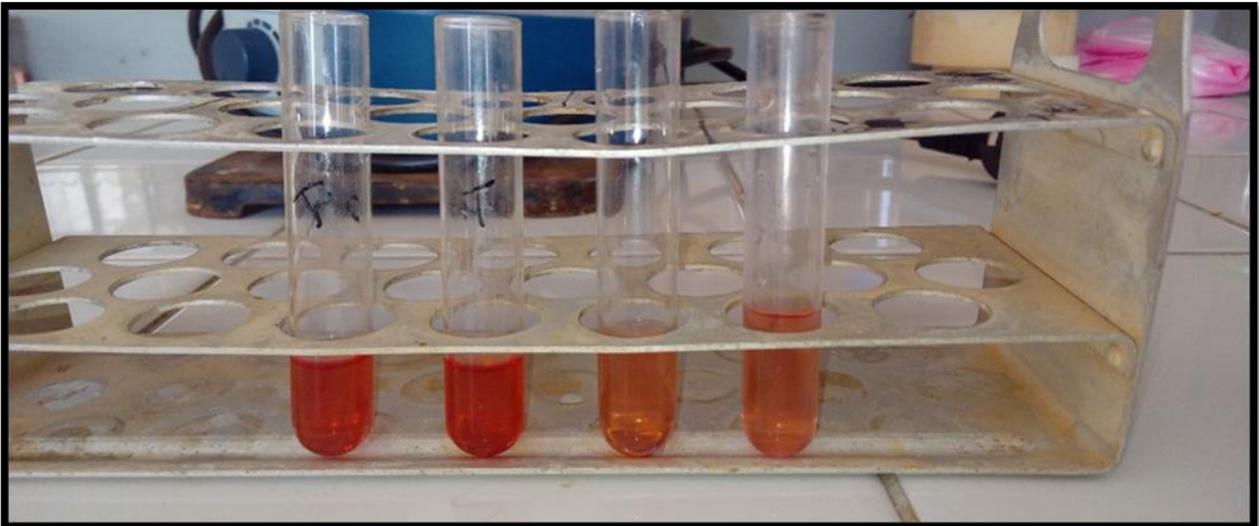


Photo 13: Dosage des flavonoïdes (photo originale).

11.3 Dosage des tannins condensés

a. Principe

Lorsqu'ils sont exposés à de l'acide sulfurique, les tanins condensés subissent une dépolymérisation et se transforment en anthocyanidols rouges en réagissant avec la vanilline. Ces anthocyanidols peuvent être mesurés par spectrophotométrie à une longueur d'onde de 500 nm (Sun et al., 1998).

b. Mode opératoire

1. Ajouter 50 μL d'extrait à 1,5 mL de vanilline à 4% et 0,75 mL de chlorure d'hydrogène (HCL) concentré.

2. Mélanger soigneusement le mélange.
3. Incuber le mélange pendant 15 minutes à température ambiante.
4. Mesurer l'absorbance à 500 nm en utilisant un échantillon blanc comme référence.
5. Déterminer les quantités de tanins condensés en se basant sur une gamme étalon de catéchine.
6. Exprimer les quantités de tanins condensés en milligrammes équivalents catéchine par gramme d'extrait sec (mg EC/g ES) (Sun et al., 1998).

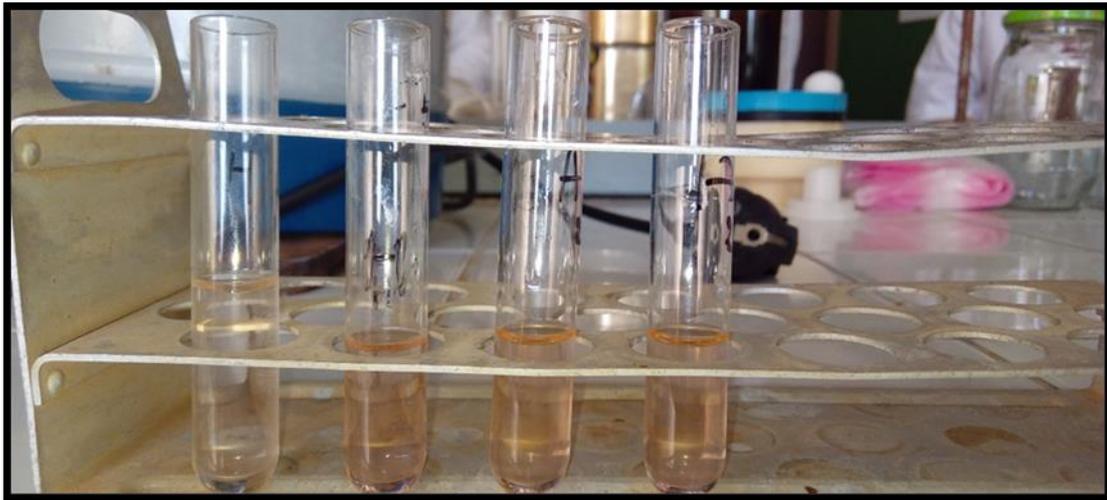


Photo 14: Dosage des tannins condensé (photo originale).

12. Evaluation des activités biologiques des huiles des noyaux des dattes

12.1 Test d'hémolyse (test de cytotoxicité des huiles) sur les érythrocytes humains

a. Principe

Pour évaluer l'effet hémolytique *in-vitro*, nous avons adopté la méthode décrite par Bulmus et al. (2013). L'approche consiste à mélanger des globules rouges humains avec différentes concentrations d'extraits dans une solution isotonique, puis à mesurer la libération d'hémoglobine, qui est indicative de la rupture des globules rouges. L'apparition d'une coloration rouge dans le liquide surnageant témoigne de la toxicité de l'extrait. Une augmentation de l'absorbance correspond à une augmentation de la capacité hémolytique des extraits ou des fractions testées.

b. Mode opératoire

1. Prélever du sang d'un sujet sain et le centrifuger dans des tubes héparine à 2500 tours/5 min.
2. Après avoir enlevé le liquide au-dessus, laver le dépôt trois fois avec une solution tampon phosphate saline (PBS) à pH 7,4.
3. Préparer quatre concentrations différentes d'huile diluée dans le PBS.(20 mg / ml ;10 mg /ml ;5 mg /ml ; 2,5 mg / ml).
4. Ajouter 20 µl de chaque dilution d'extrait ou de fraction à 1980 µl de solution érythrocytaire.
5. Incuber les tubes à 37 °C pendant 60 minutes à l'aide d'un incubateur-agitateur.
6. Après une nouvelle centrifugation à 2500 tours/5 min, utiliser le liquide au-dessus pour mesurer la libération d'hémoglobine intracellulaire à 540 nm.
7. Préparer un contrôle positif (hémolyse totale) en suspendant les globules rouges dans de l'eau distillée selon les mêmes conditions expérimentales.
8. Utiliser le PBS avec la solution érythrocytaire comme contrôle négatif.



Photo 15: test de cytotoxicité des huiles sur les érythrocytes humains (photo originale)

c. Expression des résultats

On a déterminé les pourcentages des taux d'hémolyse pour chaque échantillon en utilisant l'équation suivante : Taux d'hémolyse (%) = $[A \text{ Extrait} - A \text{ Contrôle négatif}] / A \text{ Contrôle positif}] \times 100$ (où A représente l'absorbance) (Lee, 2002).

12.2 Activité anti-hémolytique

a. Principe

Cette méthode repose sur la capacité de l'extrait à empêcher la destruction des GRh (globules rouges humains) provoquée par l'exposition à des conditions hypotoniques et à la chaleur, prévenant ainsi la libération d'hémoglobine. Le test a été effectué en suivant le protocole décrit par Sadique et al. (1989) et Oyedapo et al. (2010).

b. Mode opératoire

1. Prélever du sang d'un individu en bonne santé et le centrifuger à 3000 tours/10 min dans des tubes héparinés.
2. Après avoir éliminé le liquide au-dessus, laver le résidu trois fois avec une solution tampon phosphate saline (PBS) de pH 7,4.
3. Reconstituer le résidu en une suspension à 10% (v/v) de globules rouges (GRh) en utilisant une solution tampon phosphate saline (PBS) de pH 7,4.
4. Préparer cinq concentrations différentes d'extrait dilué dans le PBS (0,0242 mg/ml ; 0,0121 mg/ml ; 0,006 mg/ml ; 0,003 mg/ml ; 0,0015 mg/ml).
5. Ajouter 0,5 ml d'extrait de chaque concentration avec 1,5 ml de PBS (pH 7,4).
6. Ajouter 2 ml d'une solution hypotonique saline (0,36% de NaCl).
7. Incuber les tubes à 37 °C pendant 20 minutes.
8. Après l'incubation, ajouter 0,5 ml de la suspension de GRh (10%).



9. Incuber les tubes à 56 °C pendant 60 minutes.
10. Refroidir les tubes à l'eau courante.
11. Après centrifugation (2500 tours/5 min), utiliser le surnageant pour mesurer la fuite d'hémoglobine intracellulaire à 560 nm.
12. Préparer un contrôle dans les mêmes conditions en remplaçant l'extrait par 0,5 ml de solution tampon phosphate saline (PBS).
13. Préparer le dosage de l'acide ascorbique (1,5 mg/ml ; 0,75mg/ml ; 0,375 mg/ml ; 0,1875 mg/ml ; 0,037 mg/ml) dans les mêmes conditions expérimentales.



Photo 16: Activité anti-hémolytique

Chapitre III: Résultats et interprétation

1. Etude phytochimique

1.1 Rendements de l'extraction

1.1.1 Rendements en matière grasse

La matière grasse des noyaux de dattes a été extraite en utilisant de l'hexane en raison de ses propriétés apolaires qui lui permettent de se lier facilement aux lipides. Pour une quantité de 80 g de matière végétale sèche, deux extraits ont été obtenus, présentant un aspect huileux d'une couleur jaune foncé. Les rendements obtenus sont indiqués dans le tableau 06 :

Tableau 6: rendements d'extraction de la matière grasse.

| Variété | Hmira | TaKerbouche |
|-------------|-------|-------------|
| Rendement % | 9,59 | 9,63 |

1.1.2 Rendements en composés phénoliques

Il est essentiel d'effectuer une extraction appropriée des composés phénoliques afin de valoriser leurs propriétés actives. Selon une étude menée par Kévin de Albuquerque Mendes et al. En 2019, il a été démontré que le mélange de méthanol, d'acétone et d'éthanol était la méthode la plus efficace pour extraire ces composés. Pour une quantité de 2 g d'huile, les rendements des extraits obtenus sont présentés dans le tableau ci-dessous (tableau 07).

Tableau 7: rendements en composés phénoliques

| Variété | Hmira | Takerbouche |
|-------------|-------|-------------|
| Rendement % | 1,25 | 0,15 |

1.2 Dosage quantitatif par spectrophotométrie

1.2.1 Dosage des polyphénols totaux

L'estimation quantitative des polyphénols totaux a été effectuée par des méthodes spectrophotométriques. La teneur en polyphénols totaux dans l'huile a été obtenue à partir d'une courbe d'étalonnage ($y = 0,0032 x$; $R^2 = 0,9998$) établie avec des concentrations croissantes d'acide gallique (Figure 09). La teneur est exprimée en milligramme équivalent acide gallique par gramme d'huile.

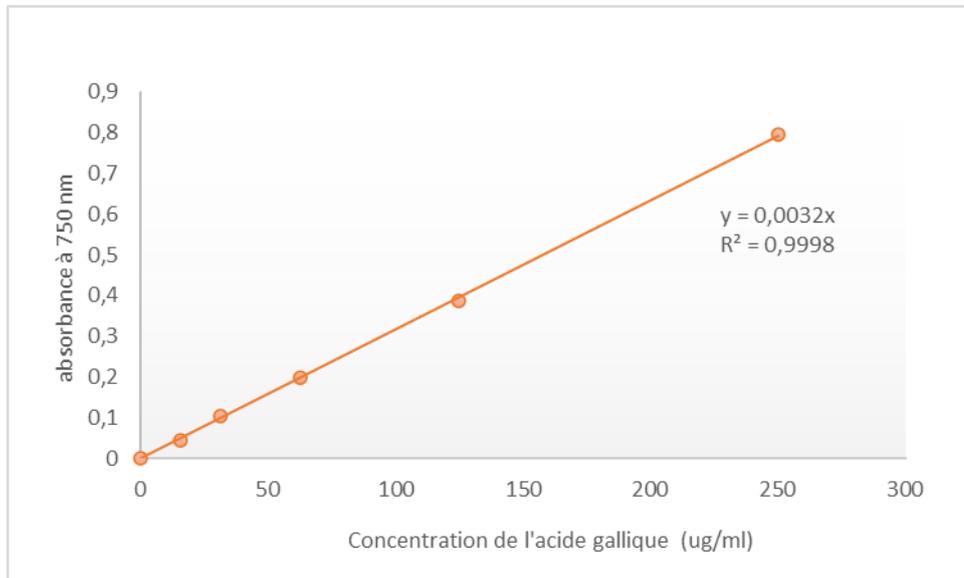


Figure 9: Courbe d'étalonnage de l'acide gallique pour le dosage des polyphénols totaux.

1.2.2 Dosage des flavonoïdes

La teneur en flavonoïdes dans l'huile a été obtenue à partir d'une courbe d'étalonnage ($y = 0,0031x$; $R^2 = 0,999$) établie avec des concentrations croissantes de catéchine (Figure 10). La teneur est exprimée en milligramme équivalent catéchine par gramme d'huile.

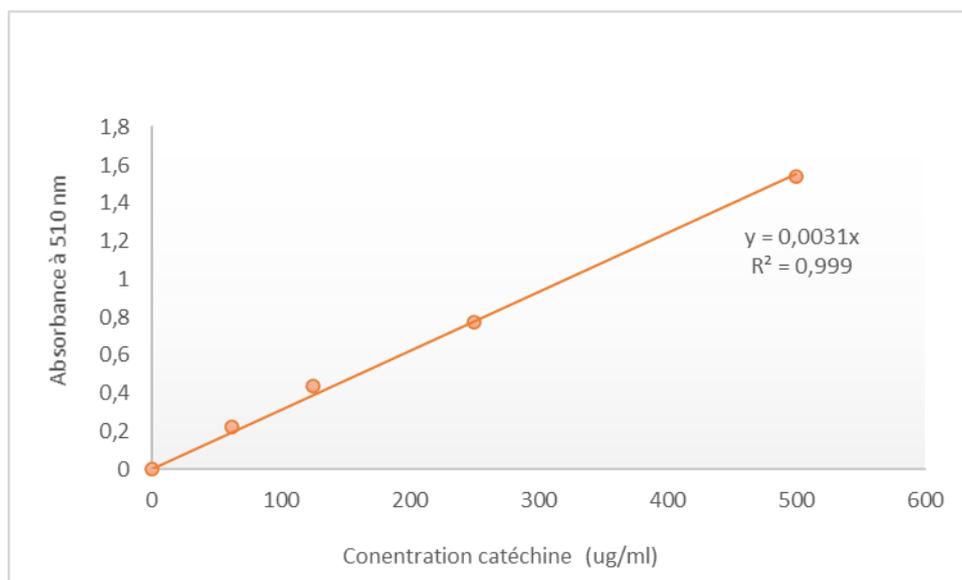


Figure 10: Courbe d'étalonnage de catéchine pour dosage de flavonoïdes.

1.2.3 Dosage des tanins

La teneur en tanins dans l'huile a été obtenue à partir d'une courbe d'étalonnage ($y=0,0007x$; $R^2= 0,9989$) établie avec des concentrations croissantes de catéchine (figure 11). La teneur est exprimée en milligramme équivalent catéchine par gramme d'huile.

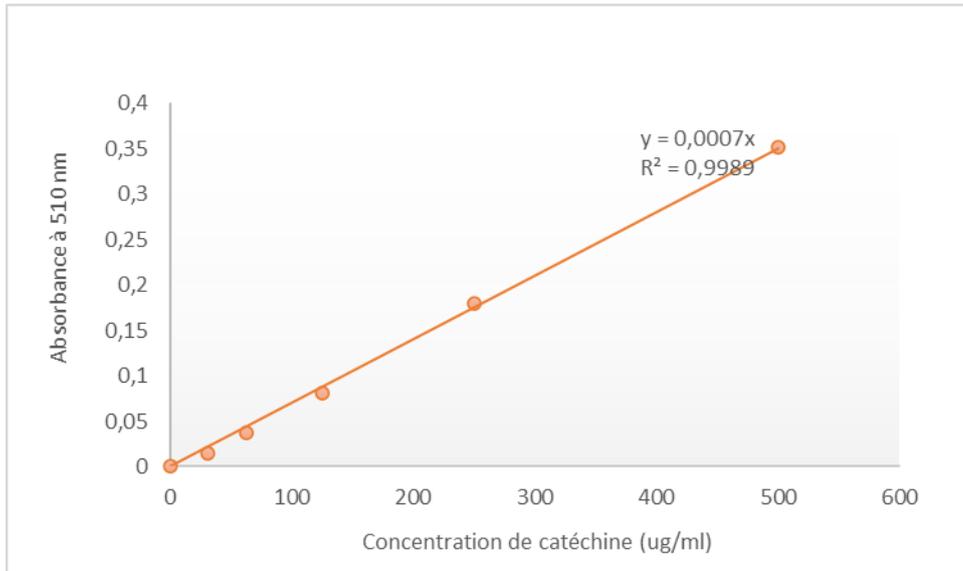


Figure 11: Courbe d'étalonnage de catéchine pour dosage des tanins.

Le tableau ci-dessous présente les résultats du dosage quantitatif des composés phénoliques de l'huile de la poudre des noyaux Hmira et Takarbouche.

Tableau 8: Teneurs en composés phénoliques dans l'huile de la poudre des noyaux des dattes.

| | Hmira | Takarbouche |
|---------------------------------|--------------|--------------------|
| Polyphénols totaux (TPT) | 0,611 | 0,73 |
| Flavonoïdes (TF) | 0,48 | 0,53 |
| Tanins condensés (TTC) | 0,35 | 0,47 |

2. Etudes biologiques

2.1 Etude de cytotoxicité (l'hémolyse)

La toxicité d'une substance pour le corps dépend de sa nature, de la quantité et de la durée d'exposition. Dans cette étude, nous avons examiné et évalué les effets toxiques de l'huile de noyaux de dattes sur les globules rouges humains.

Pour évaluer les effets toxiques, nous avons mesuré les taux d'hémolyse après 60 minutes d'incubation des cellules érythrocytaires à 37°C dans une solution tampon à pH $7,4 \pm 0,2$. Les tests ont été réalisés en présence de différentes concentrations d'huiles de noyaux de dattes (Hmira et Takarbouche) et d'acide ascorbique (figures 12).

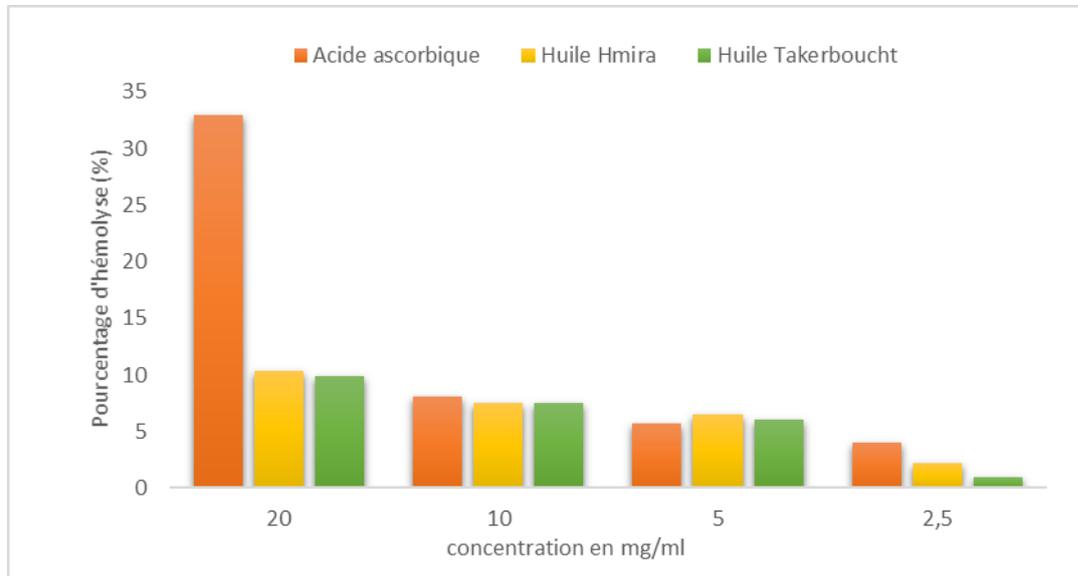


Figure 12: Pourcentage d'hémolyse en présence de différentes concentrations d'huile Takerboucht, Hmira et acide ascorbique.

D'après les résultats, il a été observé que le taux d'hémolyse varie en fonction de la concentration d'huile. Les concentrations élevées d'huile ont montré des taux d'hémolyse plus élevés par rapport aux concentrations faibles. À une concentration de 20 mg/ml d'huile, les résultats ont montré que l'huile de noyaux de Hmira présente un taux d'hémolyse de 10,38%, tandis que l'huile de noyaux de Takerboucht présente un taux de 9,84%. En revanche, l'acide ascorbique a révélé un taux d'hémolyse de 32,97%. L'utilisation d'acide ascorbique a entraîné un taux d'hémolyse plus élevé que celui de l'huile dans les concentrations testées.

Les pourcentages d'hémolyse d'huile de noyaux des dattes restent négligeables par rapport au contrôle positif qui représente 100% d'hémolyse, donc on peut dire que les huiles de noyaux de Hmira et Takerboucht ne sont pas toxiques pour la consommation et ne représentent pas un véritable risque sur les érythrocytes.

2.2 Etude de l'activité anti-hémolytique

Nous avons étudié l'effet protecteur de l'huile de noyaux de dattes sur l'hémolyse induite par une solution hypo-saline (NaCl 0,36%) en testant son activité anti-hémolytique sur les

érythrocytes humains. L'activité anti-hémolytique d'une huile est mesurée en pourcentage d'inhibition de l'hémolyse, qui représente la capacité des hématies à résister à la destruction.

Les résultats sont présentés dans dans les figures 13 et 14. Ces figures fournissent une représentation graphique des résultats obtenus lors de l'évaluation de l'effet protecteur de chaque forme d'huile contre l'hémolyse induite par la solution hypo-saline.

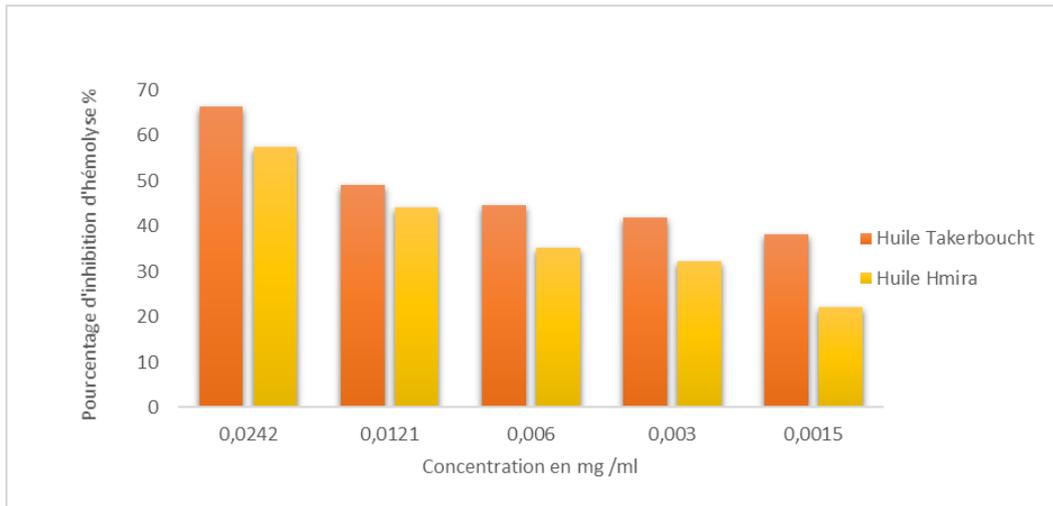


Figure 13: Activité anti-hémolytique de l'huile de Hmira et Takerboucht

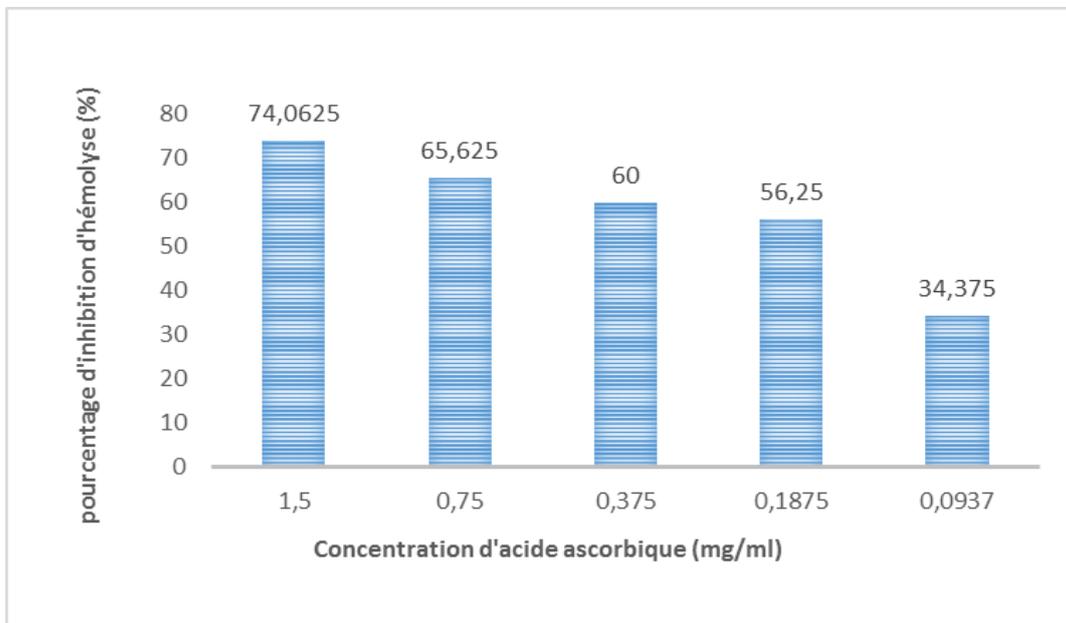


Figure 14: Activité anti-hémolytique d'acide ascorbique.

Les résultats obtenus démontrent l'efficacité des huiles des noyaux de dattes dans la protection des érythrocytes contre l'hémolyse. Il est observé une inhibition significative de l'hémolyse même à de faibles concentrations d'huile. Par exemple, à une concentration de 0,02 mg/ml,

l'huile de noyaux de Hmira présente un pourcentage d'inhibition de l'hémolyse de 57,57%, tandis que l'huile de noyaux de Takerbouche atteint un pourcentage d'inhibition de l'hémolyse de 66,39%. En comparaison, l'acide ascorbique, à une concentration de 1,5 mg, montre un pourcentage d'inhibition de l'hémolyse de 74%.

Discussion

La préparation de l'huile à partir de la poudre de noyaux a été réalisée en utilisant une méthode d'extraction en plusieurs étapes. Tout d'abord, de l'hexane a été utilisé pour éliminer la matière grasse, puis un méthanol, a été utilisé pour extraire les composés phénoliques. L'huile a été extraite à partir d'un échantillon de 80 g de farine de noyaux en utilisant une technique appelée Soxhlet.

Dans notre étude, nous avons obtenu des rendements d'extraction d'huile de noyaux de dattes de 9,59% pour la variété "Hmira" et de 9,63% pour la variété "Takerbouche". Des résultats disparates rapportés dans les recherches antérieures, où Boussena et Khali, (2016) ont obtenu un rendement de 6,02% pour la variété Mech degla et de 8,72% pour la variété Degla baid. Chaira et al. (2007) ont obtenu un rendement de 10,13 % pour la variété Degla nour. Il convient de noter que les rendements d'extraction peuvent varier en fonction de plusieurs facteurs, tels que les différentes variétés de dattes, les régions de récolte, ainsi que les variations des solvants, des méthodes et des conditions d'extraction, comme la durée et la température d'extraction.

Le pourcentage d'extraction des composés phénoliques est de 1,25% pour Hmira et de 0,15% pour Takerbouche. Le dosage des polyphénols totaux a été évalué en utilisant le réactif Folin-Ciocalteu, le dosage des flavonoïdes a été effectué à l'aide du réactif trichlorure d'aluminium, tandis que le dosage des tanins a été déterminé en utilisant l'HCL et la vanilline.

Les résultats des dosages des composés phénoliques ont révélé des teneurs en polyphénols de 0,611 EAG mg/g d'huile pour Hmira et de 0,736 EAG mg/g d'huile pour Takerbouche. Ces teneurs restent faibles en comparaison avec les composés phénoliques trouvés dans l'huile d'olive, selon des études antérieures (Carelli et al., 2007; Bedbabis et al., 2010; AbuReidah et al., 2013).

Les résultats des dosages des flavonoïdes ont révélé des teneurs de 0,487 EC mg/g d'huile pour Hmira et de 0,532 EC mg/g d'huile pour Takerbouche. Ces teneurs restent faibles en comparaison avec les teneurs en flavonoïdes trouvés dans l'huile d'olive, selon des études antérieures (Laincer et al., 2014 ; Oliveras-López et al., 2007).

Les mesures des dosages révèlent que Hmira contient 0,354 EC mg/g d'huile de tanins tandis que Takerbouche en contient 0,470 EC mg/g d'huile. Selon une étude menée par Sayah en 2018, l'extrait d'acétate d'éthyle des dattes du cultivar Ghars au stade Routab (partie immature) présente une teneur en tanins condensés, avec 0,459 mg/g.

Le test d'hémolyse a été effectué, dans le cadre de cette étude afin d'évaluer la toxicité des huiles extraites des noyaux de dattes des variétés Hmira et Takerboucht sur les globules rouges.

À une concentration d'huile de 20 mg/ml, les pourcentages d'hémolyse mesurés étaient de 10,38% pour Hmira et de 9,84% pour Takerbouche. En revanche, le taux d'hémolyse pour l'acide ascorbique s'élevait à 32,97%. Ces résultats indiquent que l'utilisation d'acide ascorbique et le contrôle positif entraîne un taux d'hémolyse plus élevé que celui observé avec l'huile aux concentrations testées. Par conséquent, il est possible d'affirmer que les huiles extraites des noyaux de dattes Hmira et Takerbouche ne sont pas toxiques pour la consommation et ne présentent pas de réel risque pour les érythrocytes.

En 2019, Sabeur et Saidi ont mené une autre étude *in vivo* sur des souris pour évaluer la toxicité des extraits provenant des noyaux de la variété de dattes deglet nour. Les souris ont été traitées avec deux types d'extraits (aqueux et cétoniques) à des doses variables de 300, 1000 et 2000 mg/kg. L'observation des souris pendant les 30 premières minutes suivant l'administration, ainsi que quotidiennement pendant 14 jours, n'a révélé aucun signe de toxicité, de changement de comportement ou de mortalité. Ces résultats suggèrent que les extraits des noyaux de dattes deglet nour ne présentent pas de toxicité apparente dans les conditions de cette étude.

A la fin, nous avons procédé à un test de l'activité anti-hémolytique de l'huile, puisqu'elle n'est pas toxique, ce qui laisse entrevoir la possibilité d'un potentiel protecteur sur les érythrocytes. Les résultats de l'étude indiquent que les huiles extraites des noyaux de dattes présentent un potentiel protecteur sur les érythrocytes en réduisant l'hémolyse. À de faibles concentrations d'huile, une importante réduction de l'hémolyse est observée. À une concentration de 0,02 mg/ml, les huiles de Hmira et de Takerbouche présentent respectivement des taux d'inhibition de l'hémolyse de 57,57% et 66,39%. Ces résultats démontrent l'efficacité de ces huiles dans la protection des érythrocytes. En comparaison, l'acide ascorbique à 1.5 mg, utilisé comme référence, présente un taux d'inhibition de l'hémolyse de 74%. Cela confirme que l'huile de noyaux de dattes Hmira et Takerbouche possède un effet anti-hémolytique, offrant une protection contre l'hémolyse des érythrocytes.

En 2004, Al-Qarawi et son équipe ont réalisé une étude en Arabie saoudite portant sur l'extrait de dattes. Les résultats de cette étude ont clairement démontré que les extraits de la chair et

des noyaux de dattes sont des substances efficaces pour traiter et prévenir la cytotoxicité hépatique.

Des recherches supplémentaires sur les dattes ont confirmé leurs effets protecteurs sur les érythrocytes. En 2016, Belmir et son équipe ont démontré que l'ajout d'un extrait aqueux de dattes protégeait les globules rouges humains contre la cytotoxicité causée par l'amphotéricine B. Cet effet bénéfique est probablement attribuable aux flavonoïdes et aux polysaccharides présents dans les dattes.

Conclusion

Depuis l'Antiquité, la datte a été considérée comme un aliment essentiel en raison de sa teneur élevée en polysaccharides. La poudre de noyaux de dattes est utilisée en médecine traditionnelle pour traiter des affections telles que les maladies du foie, le diabète et les troubles gastro-intestinaux. Actuellement, plusieurs recherches explorent de nouvelles approches thérapeutiques basées sur les noyaux de datte de *Phoenix dactylifera* L., ce qui constitue l'objectif principal de notre étude.

Il est important de noter que les pourcentages d'hémolyse des huiles de noyaux de dattes restent négligeables par rapport au contrôle positif qui représente 100% d'hémolyse. En revanche les huiles protègent aussi les érythrocytes contre l'hémolyse, même à des concentrations relativement faibles.

Par conséquent, on peut conclure que les huiles de noyaux de Hmira et Takerboucht ne sont pas toxiques pour la consommation et ne représentent pas un véritable risque pour les érythrocytes.

Toutefois, il convient de noter que cette étude représente une étape initiale dans la recherche de substances et de sources naturelles biologiquement actives dans les huiles extraites des noyaux de dattes Hmira et Takerboucht. Afin de progresser davantage dans ce domaine, il serait intéressant de :

- poursuivre les études pour identifier précisément les métabolites secondaires présents dans les dattes étudiées et déterminer leur structure.
- continuer les recherches sur les activités biologiques des dattes afin de faciliter ultérieurement le développement de produits thérapeutiques.
- compléter cette étude *in vivo* par une étude *in vitro* supplémentaire visant à évaluer l'effet anti-hémolytique des huiles de noyaux de dattes. Cela permettrait d'obtenir une évaluation plus complète de leurs propriétés thérapeutiques potentielles.

Références bibliographiques

1. Abdel Nabey, A. (1999). Chemical composition and oil characteristics of date pits of six Egyptian cultivars. *Alexandria Journal of Agricultural Research*, 44(1).
2. Aberlenc-Bertossi, F. (2008). *Biotechnologies du palmier dattier*. Montpellier (France), 18-20.
3. Aboud, M., Boumella, S., Dib, N., Kellali, N., Lakhdara, N., Bererhi, E. H., Ramila, M. J., Caroo, M. D., Bouaziz, O. (2016). Influence de l'addition des noyaux de dattes sur le gain moyen quotidien des agneaux Ouled Djellal au niveau de la ferme Bouchabaa, Constantine. *CIHEAM, Options Méditerranéennes, série A*, n° 115, 687-690.
4. Abu-Reidah, I. M., Yasin, M., Urbani, S., Servili, M., & Montedoro, G. (2013). Study and characterization of Palestinian monovarietal Nabali virgin olive oils from northern West Bank of Palestine. *Food research international*, 54(2), 1959-1964.
5. Ahmad, A., & Imtiaz, H. (2019). Chemical Composition of Date Pits: Potential to Extract and Characterize the Lipid Fraction. In Mu. Naushad & E. Lichtfouse (Eds.), *Sustainable Agriculture Reviews 34: Date Palm for Food, Medicine and the Environment* (pp. 55-77). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-11345-2_4
6. Ahmed, I. A., Ahmed, A. K., & Robinson, R. K. (1995). Chemical composition of date varieties as influenced by the stage of ripening. *Food Chemistry*, 54(3), 305-309. DOI: 10.1016/0308-8146(95)00051-J.
7. Alhadj, N., Al-Warthan, A., Al-Massarani, S., Alhadj, H., Alharbi, S., Al-Farga, A., Almutairi, M., Al-Rejaie, S., & Ali, D. (2017). Toxicological evaluation of date kernel oils and their possible protective role against liver and kidney damage induced by carbon tetrachloride in rats. *BMC complementary and alternative medicine*, 17(1), 454.
8. Al-Mehdawi, B. F., Al-Jawad, F. H., & Al-Ameri, R. Y. (2019). Toxicological Evaluation of *Phoenix dactylifera* L. Kernel Oil on Danio rerio Zebrafish. *Asian Journal of Scientific Research*, 12(2), 214-219
9. Al-Qarawi, A. A., Merghany Mousa, H., Hamed Ali, B. E., Abdel-Rahman, H., & Ahmed ElMougy, S. (2004). Protective Effect of Extracts from Dates (*Phoenix dactylifera* L.) on Carbon Tetrachloride-Induced Hepatotoxicity in Rats. *International Journal of Applied Research in Veterinary Medicine*, 2(3), 176-180.
10. Barrevel, W. (1993). Date palm products. *FAO Agricultural Services Bulletin*.
11. Bedbabis, S., Rouina, B. B., & Boukhris, M. (2010). The effect of waste water irrigation on the extra virgin olive oil quality from the Tunisian cultivar Chemlali. *Scientia horticulturae*, 125(4), 556-561.
12. Belguedj, M. (2001). *Caractéristiques des cultivars de dattes dans les palmeraies du Sud-Est Algérien*. Alger: INRAA, 11, 289p.
13. Belmir, S., Boucherit, K., Boucherit-Otmani, Z., & Belhachemi, M.-H. (2016). Effect of aqueous extract of date palm fruit (*Phoenix dactylifera* L.) on therapeutic index of amphotericin B. *Phytothérapie*, 14, 97-101. DOI: 10.1007/s10298-015-0961-z
14. Benabdallah, A. (1990). La phoeniciculture - Options méditerranéennes, Série A, n° 11 : Les systèmes agricoles oasiens, 105-120.
15. Benchelah, A. C., & Maka, M. (2006). Les dattes, de la préhistoire à nos jours. *Phytothérapie*, 4, 43-47. DOI: 10.1007/s10298-006-0139-9.
16. Bengag, A. (2009). *Caractérisation phytochimique et activité antioxydante de quelques cultivars de Phoenix dactylifera L.* (Mémoire de magistère). Université d'Oran Es-Sénia.
17. Benkhedda, A. (2014). *Le mode des dattes*. Adrar: A.G.R.I.V.E.T. Consulting.
18. Benmansour, A. (1999). *Étude et valorisation de l'Armoise blanche de l'ouest algérien et des noyaux de deux variétés de dattes algériennes* [Doctoral dissertation, Université Aboubeker Belkaid]. Tlemcen. 141-173.
19. Besbes, S., Blecker, C., Deroanne, C., Lognay, G., Drira, N. E., & Attia, H. (2005). Heating effects on some quality characteristics of date seed oil. *Food Chemistry*, 91(3), 469-476
20. Bouguedoura, N., Bennaceur, M., & Benkhalifa, A. (2010). Le palmier dattier en Algérie: Situation, contraintes et apports de la recherche. In *Biotechnologie du palmier dattier* (pp. 15-22). Montpellier, France: EdIRD.

21. Boussena, Z., & Khali, M. (2016). Extraction et composition chimique d'huile de noyaux de dattes algériennes. *Nutrition & Santé*, 05(02), 100-106.
22. Brenes, M., Garcia, A., Rios, J. J., García, P., & Garrido, A. (2002). Use of 1-acetoxypinoresinol to authenticate Picual olive oils. *International journal of food science & technology*, 37(6), 615-625.
23. Ceci, L. N., & Carelli, A. A. (2007). Characterization of monovarietal Argentinian olive oils from new productive zones. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 84(12), 1125-1136
24. Chaira, N., Ferchichi, A., Mrabet, A., & Sghairoun, M. (2007). Chemical composition of the flesh and the pit of date palm fruit and radical scavenging activity of their extracts. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 10(13), 2202-2207.
25. Chira, K., Suh, J.-H., Saucier, C., & Teissède, P. L. (2008). Les polyphénols du raisin. *Phytothérapie*, 6, 75-82. DOI: 10.1007/s10298-008-0293-3.
26. D.S.A. (2020). Direction de services agricoles. Adrar.
27. Djerbi, M. (1994). Précis de phœniciculteurs. FAO, 192 p
28. Djerbi, M. (1994). Précis de phœniciculture. Rome: Ed. FAO, 24(4), 191.
29. Dubois, V., Breton, S., & Linder, M. (2008). Proposition de classement des sources végétales d'acides gras en fonction de leur profil nutritionnel. *Oléagineux, Corps gras, Lipides*, 15, 56-75.
30. El Hadrami, I., & El Hadrami, A. (2009). Breeding date palm, *Breeding Plantation Tree Crops: Tropical Species*. Springer, pp. 191-216.
31. Espiard, E. (2002). Introduction à la transformation industrielle des fruits. Paris: Ed. Tech et Doc. Lavoisier. (pp. 147-155).
32. Estanove, P. (1990). Note technique: Valorisation de la date. *Options Méditerranéennes, Série A*, 11, 301-318.
33. Feldman, M. (1976). Taxonomic classification and names of wild, primitive, cultivated, and modern cultivated wheats. In *Wheats. Evolution of Crop Plants* (pp. 120-128). Longman, London.
34. Fomuso, L. B., & Akoh, C. C. (2002). Lipase-catalyzed acidolysis of olive oil and caprylic acid in a bench-scale packed bed bioreactor. *Food Research International*, 35(1), 15-21.
35. Franco, T., & Low, P. S. (2010). Erythrocyte adducin: A structural regulator of the red blood cell membrane. *Transfusion Clinique et Biologique*, 17, 87-94.
36. Geller, D. P., & Goodrum, J. W. (2000). Rheology of vegetable oil analogs and triglycerides. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 77(2), 111-114.
37. Gunstone, F. D., Harwood, J. L., & Dijkstra, A. J. (1986). *The Lipid Handbook*.
38. Hannachi, S. D., Khitri, A., Benkhalifa, R. A., & Brac de la Perrière. (1998). Inventaire variétal de la palmeraie algérienne.
39. Hasty, A. H., Gruen, M. L., Terry, E. S., Surmi, B. K., Atkinson, R. D., Gao, L., et al. (2007). Effects of vitamin E on oxidative stress and atherosclerosis in an obese hyperlipidemic mouse model. 18, 127-133.
40. Hopkins, W. G. (2003). *Physiologie végétale*. De Boeck Supérieur.
41. Laincer, F., Laribi, R., Tamendjari, A., Arrar, L., Rovellini, P., & Venturini, S. (2014). Olive oils from Algeria: Phenolic compounds, antioxidant and antibacterial activities. *Grasas y Aceites*, 65(1), 001.
42. Laouini, S. E. (2014). Etude phytochimique et activité biologique d'extrait de feuilles de *Phoenix dactylifera* L. dans la région du Sud d'Algérie la région d'Oued Souf. (Thèse de doctorat, Université Mohamed Khider Biskra, Faculté des Sciences et technologie, Département: Chimie industrielle, Algérie), pp.77-86.
43. Laughton, M. J., Halliwell, B., Evans, P. J., Robin, J., & Hoult, S. (1989). Antioxidant and pro-oxidant actions of the plant phenolics quercetin, gossypol and myricetin: effects on lipid peroxidation, hydroxyl radical generation and bleomycin-dependent damage to DNA. *Biochemical pharmacology*, 38(17), 2859-2865.
44. Lecheb, F. (2010). Extraction et caractérisation phyco-chimique et biologique de la matière grasse du noyau des dattes : essai d'incorporation dans une crème cosmétique de soin (Thèse Magister). Université M'HAMED BOUGARA, Boumerdès.
45. Liu, P. (2003). The marketing potential of date palm fruits in the European market. FAO Commodity and Trade Policy Research Working Paper (FAO). Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).

46. Lu Curto, S., Dugo, G., Mondello, L., Errante, G., & Russo, M. (2001). Variation in tocopherol content in Italian virgin olive oil. *Italian Journal of Food Science*, 221-223.
47. Manaargadoo-Catin, M., Ali-Cherif, A., Pognas, J. L., & Perrin, C. (2016). Hemolysis by surfactants - A review. *Advances in Colloid and Interface Science*, 228, 1-16.
48. Marinova, E. M., & Yanishlieva, N. V. (2003). Antioxidant activity and mechanism of action of some phenolic acids at ambient and high temperatures. *Food Chemistry*, 81, 189-197.
49. Munier, P. (1973). *Le palmier dattier. Techniques agricoles et productions tropicales*. Paris: Maisonneuve & Larousse.
50. Oliveras-López, M. J., Innocenti, M., Giaccherini, C., Ieri, F., Romani, A., & Mulinacci, N. (2007). Study of the phenolic composition of Spanish and Italian monocultivar extra virgin olive oils: Distribution of lignans, secoiridoidic, simple phenols and flavonoids. *Talanta*, 73(4), 726-732.
51. ONS, OFFICE NATIONAL DES STATISTIQUES (2016). *LA PRODUCTION AGRICOLE Campagnes 2016/2017 et 2017/2018 N°881*, pp. 8.
52. Pirisi, F. M., Cabras, P., Cao, C. F., Migliorini, M., & Magelli, M. (2000). Phenolic compounds in virgin oil. 2. Reappraisal of the extraction HPLC separation, and quantification procedures. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48, 1191-1196.
53. Puppo, A. (1992). Effect of flavonoids on hydroxyl radical formation by Fenton-type reactions; influence of the iron chelator. *Phytochemistry*, 31(1), 85-88.
54. Rahmani, A. H., Aly, S. M., Ali, H., Babiker, A. Y., & Srikar, S. (2014). Therapeutic effects of date fruits (*Phoenix dactylifera*) in the prevention of diseases via modulation of anti-inflammatory, anti-oxidant and anti-tumour activity. *International Journal of Clinical and Experimental Medicine*, 7(3), 483.
55. Rojas, L. B., Quideau, S., Pardon, P., & Charrouf, Z. (2005). Colorimetric evaluation of phenolic content and GC-MS characterization of phenolic composition of alimentary and cosmetic argan oil and press cake. *Journal of agricultural and food chemistry*, 53(23), 9122-9127.
56. Roussel, C., Buffet, P., & Amireault, P. (2020). Conserver les globules rouges pour la transfusion: Red Blood Cells storage lesion and transfusion. *Revue Francophone des Laboratoires*, 525, 52-58.
57. Sabeur I, Saidi S. (2019). Contribution à l'étude de l'activité anti-inflammatoire de noyaux des dattes (*Phoenix dactylifera*) variété "Deglet Nour" Etude in vivo chez les souris NMRI (mémoire). Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem.
58. Salvador, M., Aranda, F., Gomez-Alonso, S., & Fregapane, G. (2001). Coronicabra virgin olive: a study of five crop seasons. Composition, quality and oxidative stability. *Food Chemistry*, 267-274.
59. Sawaya, W. N., Khalil, J. K., & SAFI, W. J. (1984). Chemical composition and nutritional quality of date seeds. *Journal of Food Science*, 49, 617-619.
60. Sayeh Z. (2018). Caractéristiques physico-chimiques et biochimiques et activités biologiques de quelques dattes sèches, molles et demi-molles de la cuvette de Ouargla au stade Routab et Tmar (Thèse de doctorat inédite). Université Kasdi Merbah Ouargla.
61. Sedra, M. H. (2003). *Le palmier dattier base de la mise en valeur des oasis au Maroc, techniques phoénicoles et Création d'oasis*. Rabat, Maroc: INRA-Editions.
62. SIDAB (2017). La Chambre de Commerce et d'Industrie des Ziban et la Chambre Algérienne de Commerce et d'Industrie organisent la 3ème édition du Salon International de la Datte de Biskra « SIDABTECH » du 02 au 04 décembre 2017.
63. Sikora, F. J., & McBride, M. B. (1990). Aluminum complexation by protocatechuic and caffeic acids as determined by ultraviolet spectrophotometry. *Soil Science Society of America Journal*, 54(1), 78-86.
64. Toutain, G. (1996). Rapport de synthèse de l'atelier 'Techniques culturelles du Palmier dattier'. Zaragoza (ESP): CIHEAM-IAMZ, 28, 201-205.
65. Tura, D., Gigliotti, C., Pedò, S., Failla, O., Bassi, D., & Serraiocco, A. (2007). Influence of cultivar and site of cultivation on levels of lipophilic and hydrophilic antioxidants in virgin olive oils (*Olea europea* L.) and correlations with oxidative stability. *Scientia horticultrae*, 112(1), 108-119.
66. Vinson, J. A., Mandarano, M., Hirst, M., Trevithick, J. R., & Bose, P. (2003). Phenol antioxidant quantity and quality in foods: beers and the effect of two types of beer on an animal model of atherosclerosis. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(18), 5528-5533.

67. Zaid, A., & De Wet, P. (1999). Chapitre i Description botanique et systématique du palmier dattier. Documents de la FAO sur la production et la protection des plantes, 1-28.