



République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة أبو بكر بلقايد- تلمسان

Université ABOUBEKR BELKAID – TLEMCEN

كلية علوم الطبيعة والحياة، وعلوم الأرض والكون

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

Département de biologie

Laboratoire LAPRONA



Présenté par **BENABADJI Sarra Hind**

En vue de l'obtention du diplôme de Master en Sciences Alimentaires

Option Nutrition et Pathologie

Thème

Contribution à l'étude de l'activité antioxydante de l'huile de
noyaux de dattes

Présidente : M^{me} **MERZOUK Hafida** Pr Université de Tlemcen

Examinatrice : M^{me} **DIB Hanane** MCA Université de Tlemcen

Promoteur : M^r **CHAUCHE Mohamed Tarik** MCA Université de Tlemcen

Année universitaire : 2022/2023

Remerciements

Avant de vous convier à la présentation de ce travail, je tiens à remercier Dieu tout puissant qui m'a donné la volonté et la patience pour élaborer ce projet

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude et ma reconnaissance à toutes les personnes qui par leur aide et leurs encouragements m'ont permis de réaliser ce mémoire.

Mes remerciements à monsieur Mr CHAOUCH Tarik pour son aide précieuse, ses conseils et suggestions, ainsi que l'inspiration qui m'a apporté et aussi d'avoir durant toute cette année pris de son précieux temps pour me transmettre les fruits de son expérience.

Je tiens à remercier sincèrement les membres du jury, madame MERZOUK Hafida en qualité de présidente du jury, et madame DIB Hanane en qualité d'examinatrice.

Je tiens à remercier également M^{elle} Senhadji Souad doctorante au département de biologie, pour son aide, ses conseils, ces encouragements et sa gentillesse

Je saisis cette opportunité pour présenter mes sincères remerciements à tous les enseignants qui ont contribué à ma formation, également à l'ensemble des membres du département biologie de l'université de Tlemcen.

Je terminerais en remerciant tous mes amis et mes collègues qui ont accepté de répondre à mes questions pour accomplir ce travail.

Dédicaces

A :

*A ma très chère mère pour ses sacrifices, quoi que je fasse je ne saurai point la remercier
comme il se doit*

Qu'elle trouve ici le témoignage de ma profonde reconnaissance.

*A mon cher petit frère, du soutien quotidien qu'il m'a apporté pour affronter les moments
difficiles*

A toute ma famille, mes proches et a ceux qui me donnent de la vivacité

A mes chers oncles et tantes Adidou, Rachid, Malika et Nassira

*A toutes mes amies : Farah, Wissem, et Sarra qui m'ont toujours encouragé, et à qui je
souhaite plus de succès*

A mon très cher fiancé je ne saurai le remercier

*Pour sa gentillesse, son soutien, ces encouragements permanents, et toute la joie qu'il
m'apporte.*

Je dédie ce modeste travail.

Merci !

Résumé

Cette étude se concentre sur l'analyse de l'huile extraite des noyaux de dattes de la variété Takerboucht, provenant de la région d'Adrar. L'objectif principal de cette recherche est de déterminer la teneur en composés phénoliques de cette huile, y compris les polyphénols totaux, les flavonoïdes et les tanins condensés. De plus, nous visons à évaluer la capacité antioxydante de cette huile en utilisant deux tests, le DPPH et l'ABTS.

L'huile a été extraite à l'aide de la méthode Soxhlet, en utilisant de l'hexane comme solvant. Les composés phénoliques ont été extraits par une méthode d'extraction liquide-liquide, et leur teneur a été déterminée par des dosages colorimétriques. Les polyphénols totaux ont été quantifiés en utilisant la méthode du Folin-Ciocalteu, les tanins condensés ont été mesurés avec la réaction à la vanilline, et les flavonoïdes ont été évalués en utilisant le trichlorure d'aluminium.

Le rendement obtenu de cette variété est de 9,63%. La teneur en polyphénols totaux de l'huile des noyaux de dattes est de 0,73 mg eq AG/ml, les tanins condensés s'élèvent à 0,47 mg Eq catéchine /ml, et les flavonoïdes sont présents à une concentration de 0,53 mg/ml. Les résultats de CI50 du test DPPH indiquent une activité antioxydante de 0,09 mg/ml, tandis que la CI50 pour le radical ABTS est de 39 µg/ml. Ces résultats démontrent la capacité élevée de l'huile des noyaux de dattes à neutraliser les radicaux libres DPPH et ABTS.

Cette étude a démontré que l'huile des noyaux de dattes de la variété Takerboucht est riche en composés phénoliques. Ces composés confèrent à l'huile une forte capacité antioxydante. Ces résultats suggèrent que l'huile pourrait être utilisée comme source naturelle d'antioxydants bénéfiques pour la santé humaine.

Mots clés : Datte, noyaux, huile, composées phénoliques, DPPH, ABTS.

Abstract

This study focuses on the analysis of oil extracted from date pits of the Takerboucht variety, from the Adrar region. The main objective of this research is to determine the content of phenolic compounds in this oil, including total polyphenols, flavonoids and condensed tannins. Additionally, we aim to assess the antioxidant capacity of this oil using two tests, DPPH and ABTS.

The oil was extracted using the Soxhlet method, using hexane as the solvent. The yield obtained was 9.63%. The phenolic compounds were extracted by a liquid-liquid extraction method, and their content was determined by specific colorimetric assays. Total polyphenols were quantified using the Folin-Ciocalteu method, condensed tannins were measured with the vanillin reaction, and flavonoids were evaluated using aluminum trichloride.

The total polyphenol content of date stone oil is 0.73 mg/ml, condensed tannins amount to 0.47 mg/ml, and flavonoids are present at a concentration of 0.53 mg/ml. ml. The IC₅₀ results of the DPPH test indicate an antioxidant activity of 0.09 mg/ml, while the IC₅₀ for the ABTS radical is 39 µg/ml. These results demonstrate the high capacity of date pit oil to neutralize DPPH and ABTS free radicals.

This study demonstrated that the oil from date pits of the Takerboucht variety is rich in phenolic compounds. These compounds give the oil a strong antioxidant capacity. These results suggest that the oil could be used as a natural source of antioxidants beneficial to human health.

Keyword : Date, kernels, phenolic compounds, DPPH, ABTS.

ملخص

تركز هذه الدراسة على تحليل الزيت المستخرج من نوى التمر من صنف تاكربوشت من منطقة أدرار. الهدف الرئيسي من هذا البحث هو تحديد محتوى المركبات الفينولية في هذا الزيت، بما في ذلك البوليفينول الكلي والفلافونويد والعفص المكثف. بالإضافة إلى ذلك، نهدف إلى تقييم القدرة المضادة للأكسدة لهذا الزيت باستخدام اختبارين، DPPH و

ABTS

تم استخلاص الزيت باستخدام طريقة Soxhlet، باستخدام الهكسان كمذيب. كان العائد الذي تم الحصول عليه 9.63%. تم استخلاص المركبات الفينولية بطريقة الاستخلاص السائل - السائل، وتم تحديد محتواها بواسطة فحوصات لونية محددة. تم قياس كمية البوليفينول الكلي باستخدام طريقة Folin-Ciocalteu، وتم قياس العفص المكثف باستخدام تفاعل الفانيلين، وتم تقييم مركبات الفلافونويد باستخدام ثلاثي كلوريد الألومنيوم.

إجمالي محتوى البوليفينول من زيت حجر التمر هو 0.73 مجم / مل، والعفص المكثف يصل إلى 0.47 مجم / مل، والفلافونويد موجود بتركيز 0.53 مجم / مل. تشير نتائج IC50 لاختبار DPPH إلى نشاط مضاد للأكسدة يبلغ 0.09 مجم / مل، بينما تبلغ نسبة IC50 لجذر 39 ABTS ميكروجرام / مل. توضح هذه النتائج القدرة العالية لزيت حفرة التمر على تحييد الجذور الحرة DPPH و ABTS

أظهرت هذه الدراسة أن زيت نوى التمر من صنف تاكربوشت غني بالمركبات الفينولية. تمنح هذه المركبات الزيت قدرة قوية كمضاد للأكسدة. تشير هذه النتائج إلى أنه يمكن استخدام الزيت كمصدر طبيعي لمضادات الأكسدة المفيدة لصحة الإنسان.

الكلمات المفتاحية: التاريخ، الحبوب، المركبات الفينولية، DPPH، ABTS.

Table des matières

| | |
|--|-----------|
| INTRODUCTION..... | 1 |
| CHAPITRE 01 : L'ETUDE DE LA PLANTE | 4 |
| 1 GENERALITE SUR LA PLANTE | 5 |
| 1.1 APERÇU GENERAL SUR LE PALMIER DATTIER | 5 |
| 1.2 CLASSIFICATION BOTANIQUE DU PALMIER DATTIER | 6 |
| 1.3 LA REPARATION GEOGRAPHIQUE DU PALMIER DATTIER..... | 6 |
| 1.3.1 <i>A l'échelle mondiale</i> | 6 |
| 1.3.2 <i>En Algérie</i> | 8 |
| 1.4 LES DATTES | 9 |
| 1.4.1 <i>Définition</i> | 9 |
| 1.4.2 <i>Les stades de maturation et des dattes</i> | 10 |
| 1.4.3 <i>La classification des dattes</i> | 11 |
| 1.4.4 <i>Les variétés de dattes</i> | 12 |
| 1.5 NOYAU | 12 |
| 1.5.1 <i>Définition et description de noyau de dattes</i> | 12 |
| 1.5.2 <i>Composition chimique des noyaux de dattes</i> | 12 |
| 1.5.3 <i>La valorisation des noyaux de dattes</i> | 14 |
| 1.5.4 <i>La composition chimique de l'huile des noyaux de dattes</i> | 16 |
| CHAPITRE 02 : LES RADICAUX LIBRES, STRESS OXYDANT ET LES ANTIOXYDANTS | 17 |
| 1 LES RADICAUX LIBRES..... | 18 |
| 1.1 DEFINITION DES RADICAUX LIBRES | 18 |
| 1.2 LES DIFFERENTS TYPES DES RADICAUX LIBRES | 18 |
| 1.3 L'ORIGINE DES RADICAUX LIBRES | 19 |
| 1.3.1 <i>D'origine endogène</i> | 19 |
| 1.3.2 <i>D'origine exogène</i> | 19 |
| 2 LE STRESS OXYDATIF | 20 |
| 2.1 DEFINITION..... | 20 |
| 2.2 LES CONSEQUENCES DU STRESS OXYDATIF | 21 |
| 3 LES ANTIOXYDANTS..... | 21 |
| 3.1 DEFINITION..... | 21 |
| 3.2 CLASSIFICATION DES ANTIOXYDANTS | 22 |
| 3.2.1 <i>Les antioxydants synthétiques</i> | 22 |
| 3.2.2 <i>Les antioxydants naturels</i> | 22 |
| 1 LE CHOIX ET RECOLTE DES DATTES | 27 |
| 1.1 PREPARATION DE LA MATIERE VEGETALE (POUDRE DES NOYAUX DE DATTES) | 27 |
| 1.2 L'EXTRACTION DE L'HUILE PAR LA METHODE DE SOXHLET..... | 28 |
| 1.2.1 <i>Préparation de la cartouche</i> | 28 |
| 1.2.2 <i>Le mode opératoire</i> | 29 |
| 1.2.3 <i>L'évaporation</i> | 29 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1.2.4 | <i>Rendement de l'extraction</i> | 30 |
| 2 | L'EXTRACTION DES COMPOSES PHENOLIQUES A PARTIR DE L'HUILE (EXTRACTION LIQUIDE/LIQUIDE) | 30 |
| 2.1 | DOSAGE DES POLYPHENOLS TOTAUX | 30 |
| 2.2 | DOSAGE DES TANINS CONDENSES | 31 |
| 2.3 | DOSAGE DES FLAVONOÏDES | 31 |
| 3 | EVALUATION DE L'ACTIVITE ANTIOXYDANTE | 32 |
| 3.1 | TEST PIEGEAGE DU RADICAL DE DPPH..... | 32 |
| 3.2 | TEST PIEGEAGE DU RADICAL ABTS..... | 32 |
| 1 | RESULTATS ET DISCUSSION | 35 |
| 1.1 | RENDEMENT EN HUILE | 35 |
| 1.2 | RENDEMENTS EN COMPOSES PHENOLIQUES | 36 |
| 1.3 | LE DOSAGE DES COMPOSES PHENOLIQUES | 36 |
| 1.4 | EVALUATION DE L'ACTIVITE ANTIOXYDANTE..... | 39 |
| 1.4.1 | <i>Test piégeage du radical de DPPH</i> | 39 |
| 1.4.2 | <i>Test piégeage du radical ABTS</i> | 43 |
| | CONCLUSION | 46 |
| | REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES | 48 |

Liste des figures

| | | |
|------------------|--|----|
| Figure 1 | : Palmier dattier Phoenix dactylifera L | 5 |
| Figure 2 | : Distribution des superficies en palmiers dattiers dans le monde en 2008..... | 7 |
| Figure 3 | : les principales variétés de dattes de la wilaya d'Adrar | 9 |
| Figure 4 | : Coupe longitudinale d'une datte, et d'un noyau d'un palmier dattier | 10 |
| Figure 5 | : Stades de maturation du fruit du palmier dattier..... | 11 |
| Figure 6 | : Formation des radicaux libre | 18 |
| Figure 7 | : les différents radicaux libres et leurs effets sur l'organisme | 20 |
| Figure 8 | : La balance entre les espèces réactives oxygénées (ERO) et les antioxydants | 21 |
| Figure 9 | : structure chimique de BHT..... | 22 |
| Figure 10 | : Structure générale du noyau des flavonoïdes..... | 23 |
| Figure 11 | : Préparation de la poudre des noyaux de dattes. | 28 |
| Figure 12 | : la réaction chimique de l'ABTS | 33 |
| Figure 13 | : Courbe d'étalonnage de l'acide gallique pour le dosage des polyphénols totaux. | 37 |
| Figure 14 | : Courbe d'étalonnage de la catéchine pour le dosage des tanins condensés. | 37 |
| Figure 15 | : Courbe d'étalonnage de la catéchine pour le dosage des flavonoïdes..... | 38 |
| Figure 16 | : Pourcentages d'inhibition du radical DPPH en fonction des concentrations du BHT. | 40 |
| Figure 17 | : Pourcentages d'inhibition du radical DPPH en fonction des concentrations du BHA. | 40 |
| Figure 18 | : Pourcentages d'inhibition du radical DPPH en fonction des concentrations de l'huile..... | 41 |
| Figure 19 | : Pourcentage d'inhibition du radical ABTS en fonction des concentrations du Trolox. | 44 |
| Figure 20 | : Pourcentage d'inhibition du radical ABTS en fonction des différentes concentrations de l'huile. | 44 |

Liste des photos

| | |
|---|----|
| Photo 1 : dattes Takerboucht..... | 27 |
| Photo 2 : poudre de noyau de dattes (Taterboucht)..... | 27 |
| Photo 3 : préparation de la cartouche..... | 28 |
| Photo 4 : Méthode d'extraction au Soxhlet..... | 29 |
| Photo 5 : l'huiles des noyaux de dattes..... | 36 |

Liste des tableaux

| | |
|--|----|
| Tableau 1 : La production mondiale de datte en 2015 | 8 |
| Tableau 2 : les stades d'évaluations et d'appellations des dattes | 11 |
| Tableau 3 : Composition de noyaux de dattes de variétés Mauritanienne et Irakiennes | 14 |
| Tableau 4 : principales espèces réactives de l'oxygène | 19 |
| Tableau 5 : Principaux antioxydants non enzymatiques et sources alimentaires associées | 24 |
| Tableau 6 : les caractéristiques de l'huile des noyaux de dattes (Takerboucht). | 35 |
| Tableau 7 : rendements en composés phénolique | 36 |
| Tableau 8 : Teneurs en composés phénoliques dans l'extrait de l'huile des noyaux de Takerboucht. . | 38 |
| Tableau 9 : teneur en composés phénoliques totaux de cinq variétés de noyaux de la région de Ouargla | 39 |
| Tableau 10 : la concentration d'inhibition de 50% du radical DPPH. | 41 |
| Tableau 11 : la capacité des différents cultivars d'huiles des noyaux de dattes à piéger le radical DPPH• | 42 |
| Tableau 12 : la capacité des différents cultivars d'huiles des noyaux de dattes à piéger le radical DPPH• | 42 |
| Tableau 13 : la concentration d'inhibition de 50% du radical ABTS..... | 44 |

Introduction

Le fruit du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) nommé la datte, connu comme aliment de base, considéré comme une culture importante des régions arides et semi-arides du monde, elle représente une place importante économique et sociale pour les habitants de ces régions. Les dattes se composent d'une chair et d'un noyau, ce dernier représentant environ 10 à 15 % du poids total du fruit (**Hussein et al., 1998**). Les noyaux sont considérés comme des déchets dans de nombreuses industries qui se consacrent à la transformation technologique ou biologique des dattes (**Besbes et al., 2005**).

L'Algérie occupe la quatrième place mondiale en termes de production de dattes, avec une part de marché de 11,80% (**FAO., 2015**). Ces dernières années, la filière de la phoeniciculture a connu une dynamique importante, ce qui s'est traduit par une augmentation significative de la production. Les noyaux de dattes peuvent avoir des composants extractibles à haute valeur ajoutée, et sont largement utilisés dans la médecine traditionnelle. Cependant, ces dernières années, l'utilisation de l'huile de ces noyaux s'est développée dans le monde entier, notamment dans l'industrie cosmétique et pharmaceutique, en raison de leurs spécificités (**Niazi et al., 2017**). Cette huile fait partie des huiles végétales précieuses en raison de sa richesse en acides gras, composés phénoliques et antioxydants. De plus, elle a de multiples avantages sur la santé humaine (**Shahib et Marshal, 2003**). Elle pourrait également protéger contre les rayons UV qui sont responsables de nombreux dommages cellulaires (**Besbes et al., 2004**).

De plus, les huiles dérivées des noyaux de dattes peuvent constituer une alternative prometteuse aux antioxydants synthétiques en raison de leur activité antioxydante élevée.

Le stress oxydatif est l'une des pathologies les plus répandues, bien que sa gravité ne soit souvent pas prise en compte. Le stress oxydatif est responsable de nombreuses maladies telles que le diabète, les cancers, des neuropathies, la stérilité. Les antioxydants présents dans notre alimentation ne sont pas suffisants pour neutraliser les radicaux libres présents en concentrations élevées dans l'organisme, d'où l'intérêt des études sur les antioxydants d'origine naturelle.

De ce fait, l'objectif de cette étude est de déterminer la teneur en composés phénoliques, et d'évaluer la capacité antioxydante de l'huile extraite des noyaux de dattes d'une variété algérienne (Takerboucht).

Notre manuscrit sera réparti sur trois parties essentielles, une recherche bibliographique en faisant appel aux travaux antérieurs, suivit d'une partie consacrée à la méthodologie et aux protocoles expérimentaux utilisés dans cette étude, et une partie présentant les résultats obtenus à partir de nos manipulations pour pouvoir tirer les conclusions nécessaires.

Partie 1
Synthèse bibliographique

Chapitre 01 : l'étude de la plante

1 Généralité sur la plante

1.1 Aperçu général sur le palmier dattier

Le palmier dattier est nommé *Phoenix dactylifera* L. par Linné en 1734. Le palmier dattier fait partie des plantes fruitières anciennement cultivée par l'homme (**Battesti, 2004**), et aussi, l'un des plus anciens arbres fruitiers connus et cultivés en Moyen-Orient et en Afrique du Nord depuis au moins 500 ans (**Zohary et Hopf, 2000**).

Le palmier dattier donne environ 5000 variétés cultivées dans le monde (**Selim et al., 2012**). Il se compose de trois parties : un système racinaire, un organe végétatif composé de tronc (stipe) et des feuilles, et un organe reproductif composé d'inflorescences mâles ou femelles (**Mouley, 2003**) (**figure1**). L'arbre du dattier existe en male nommé Dokkars ou pollinisateur, et l'arbre femelle nommé Nakhla (**Chaibi., 2002**). Le palmier dattier possède une très forte résistance aux conditions chaudes et à certains degrés de salinité du sol.



Figure 1 : Palmier dattier Phoenix dactylifera L (Al-Khayri et al., 2015).

1.2 Classification botanique du palmier dattier :

La classification botanique du palmier dattier donnée par (Djerbi, 1994) :

- Groupe : **Spadiciflore**.
- Embranchement : **Angiosperme**.
- Classe : **Liliopsida (Monocotylédone)**.
- Ordre : **Arecale (Palmale)**.
- Famille : **Arecaceae (Palmacée)**.
- Tribu : **Phoenicea**.
- Genre : **Phoenix**.
- Espèce : *Phoenix dactylifera L.*

1.3 La répartition géographique du palmier dattier

1.3.1 A l'échelle mondiale

Sa répartition spatiale montre que l'Asie occupe la première place avec 60 millions de palmiers dattiers (Émirats arabes unis, Arabie saoudite, Bahreïn, Iran, l'Irak, le Koweït, Oman, Pakistan, Turkménistan et Yémen), l'Afrique est le deuxième avec 32,5 millions de palmiers dattiers (Algérie, Egypte, Tunisie, Maroc, Mali, Libye, Mauritanie, Niger, Somalie, Soudan, et Tchad) (FAO, 2013). L'Afrique du Nord, l'Amérique du Sud, l'Inde, l'Europe du Sud, le Moyen-Orient et le Pakistan sont les régions qui cultivent le plus le palmier dattier dans le monde (Al-Farsi et al., 2008). L'unique pays européen producteur de dattes est l'Espagne principalement dans la célèbre palmeraie d'Elche, située à 39° au Nord-Ouest d'Alicante (Toutain, 1996)

En 2017, la production mondiale du fruit du palmier dattier est 8,17 millions de tonnes (FA, 2019).

La figure ci-dessous a été publiée par Zaïd A. en 2008, elle présente une distribution des superficies en palmiers dattiers à travers le monde.

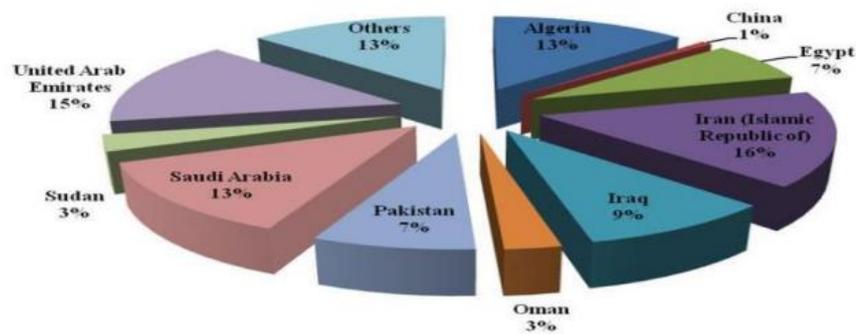


Figure 2: Distribution des superficies en palmiers dattiers dans le monde en 2008 (Zaid A., 2008).

Le tableau 1 fournit des données quantitatives sur la production de dattes dans différents pays du monde. Selon les chiffres présentés dans le tableau, la production mondiale de dattes en 2015 s'élevait à plus de 7 millions de tonnes, avec l'Égypte, l'Iran et l'Arabie saoudite étant les principaux producteurs. Le tableau révèle également que les pays du Moyen-Orient et d'Afrique du Nord sont les principaux exportateurs de dattes.

Tableau 1: La production mondiale de datte en 2015 (FAO,2015).

| | | |
|---|------------------|-------------|
|  Égypte | 1 501 799 | 20,89 % |
|  Iran | 1 083 720 | 15,07 % |
|  Arabie saoudite | 1 065 032 | 14,81 % |
|  Algérie | 848 199 | 11,80 % |
|  Irak | 676 111 | 9,4 % |
|  Pakistan | 526 749 | 7,33 % |
|  Oman | 269 000 | 3,74 % |
|  Émirats arabes unis | 245 000 | 3,41 % |
|  Tunisie | 195 000 | 2,71 % |
|  Libye | 174 040 | 2,42 % |
|  République populaire de Chine | 150 000 | 2,09 % |
|  Maroc | 128 000 | 1,78 % |
| Autres pays | 347 528 | 4,55 % |
| Total | 7 189 789 | 100% |

1.3.2 En Algérie

Avec plus de 18 millions de palmiers et plus de 800 variétés, elle est l'un des pays leaders dans la culture du palmier dattier (**Benziouche et Cheriet, 2012**). Elle se classe avant la Tunisie, et le Maroc et après l'Égypte, Arabie saoudite et l'Irak.

Le secteur phœnicicole en Algérie est réparti uniquement sur 17 wilayas (**Messaid, 2007**) avec une superficie de 120 830 hectares, Biskra est l'une des wilayas phares avec 23%, Adrar 22%, et El-Oued 21% (**Akrimi et Laroui, 2019**). A Adrar, la production a atteint 90.730.000 tonnes en 2014 (**DSA d'Adrar, 2014**).

La figure 3 fournit des informations détaillées sur les différentes variétés de dattes produites dans la région d'Adrar (**DSA, 2013**).

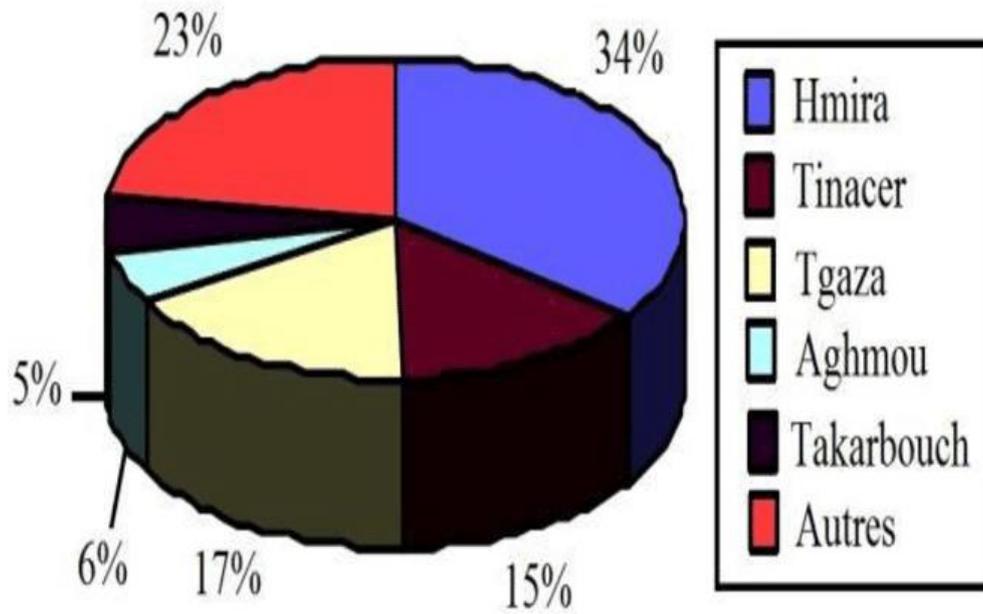


Figure 3: les principales variétés de dattes de la wilaya d'Adrar (DSA.,2013).

1.4 Les dattes

1.4.1 Définition

Le palmier dattier donne naissance à un fruit appelé **datte**, est de type baie de forme allongé, varie de 1,5 à 8 cm de longueur, et de 2 à 8g selon la variété, avec une couleur variable du jaune claire au noir, offrant un gout différent, constitué de deux parties : la première comestible dite **pulpe** ou **chair**, la seconde non comestible dite **graine** ou **noyau** (Mansouri, 2005).

- La partie comestible est composée de trois tissus (figure 4):
 - Un **épicarpe** appelé aussi **peau** : c'est une enveloppe cellulosique fine.
 - Un **mésocarpe** : charnu avec de consistance variable et une couleur soutenue.
 - Un **endocarpe** : de couleur plus claire avec une texture fibreuse, qui est réduit à une membrane parcheminée entourant le noyau (Espiard, 2002).
- La partie non comestible : Formée par une graine ou un noyau de consistance dure, et qui représente 10 à 15% du poids de la datte (Hussein et al., 1998).

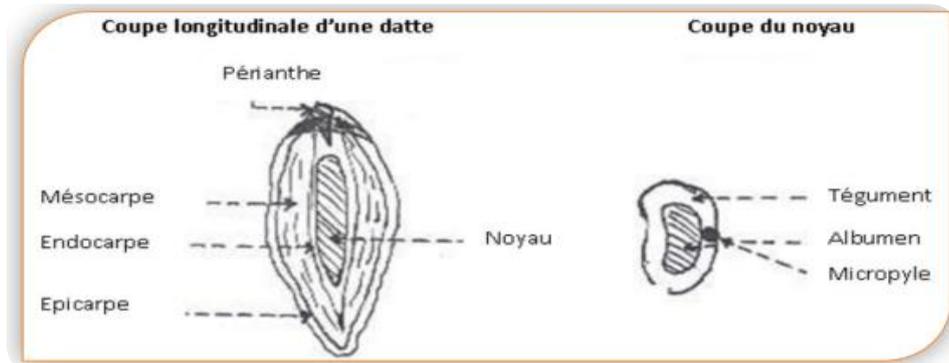


Figure 4: Coupe longitudinale d'une datte, et d'un noyau d'un palmier dattier. (Belguedj, 2001).

1.4.2 Les stades de maturation et des dattes

La maturation du fruit du palmier dattier se fait en cinq stades d'écrite par (Djerbi, 1994), comme suit (figure 5) :

- **Le stade de Loulou** : c'est le premier stade après la pollinisation, dure environ 5 semaines, et se caractérise une longue croissance du fruit.
- **Le stade de Kimri** : durant ce stade le fruit est de couleur verdâtre, se caractérise par une croissance rapide avec une augmentation du poids et du volume de la datte, cette phase dure environ 7 semaines.
- **Le stade de Bser** : dure environ 4 semaines, le fruit atteint sa taille maximale avec un changement de couleur du vert au jaune, orange ou brun, ce stade se caractérise par une augmentation maximale de la teneur en sucre.
- **Le stade Routab** : dure environ 2 à 4 semaines. Pendant ce stade le fruit perd astringence et se ramollit, la couleur du stade Bser passe au plus foncé ou au noir, cette phase se caractérise par une diminution de la teneur en eau et une augmentation de la teneur en monosaccharide.
- **Le stade de Tamr** : correspond au stade final de la maturation du fruit, se caractérise par diminution importante d'eau ce qui augmente le rapport sucre/eau.

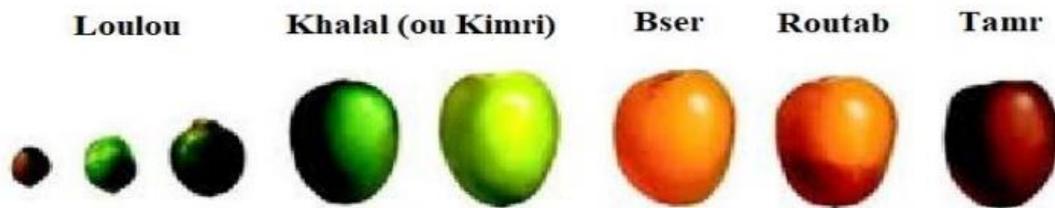


Figure 5: Stades de maturation du fruit du palmier dattier (Peyron, 2000).

Le processus d'évaluation et d'appellation des stades de dattes est crucial pour garantir la qualité et l'authenticité des dattes produites et vendues sur le marché. Le tableau 2 définit quelques stades d'évaluations et d'appellations des dattes.

Tableau 2: les stades d'évaluations et d'appellations des dattes (Peyron, 2000; Djerbi, 1994).

| / | Stade 01 | Stade 02 | Stade 03 | Stade 04 | Stade 05 |
|----------------------|----------|----------|----------|--------------------|----------|
| Sahara Algérien | Loulou | Kh'Lal | Bser | Mretba ou martouba | Tamr |
| Libye (Zone coliere) | / | Gramag | Bissir | Routab | Tamr |
| Irak | Hababouk | Kimri | Khalal | Routab | Tamr |
| Mauritanien | Zaï | Tefgena | Engueï | Blah | Tamr |

1.4.3 La classification des dattes

Les dattes sont classées selon les caractéristiques, la variation de la consistance et la texture en dattes molles, demi-molles et sèche (Espiard, 2002).

- **Les dattes molles** : elles sont riches en sucre inverti (fructose, glucose), avec un taux d'humidité supérieur ou égale à 30%, tel que Hamraria, Ghars et Litima.
- **Les dattes demi-molles** : sont des dattes riches en saccharoses et avec un taux de 20 à 30% d'humidité, tel que Deglet-Nour, Takerboucht.
- **Les dattes sèches** : dure, riche en saccharose, avec un taux de mois 20% d'humidité tel que Meche-Degla, Degla Beida (Khali et Selselet, 2008).

1.4.4 Les variétés de dattes

Il existe un grand nombre de variété de dattes, mais seules quelques-unes ont une impotence commerciale, en raison de leurs différences de gout, de forme, de couleur, de croissance, de poids et de dimension (Djerbi, 1994 ; Buelguedj, 2001). En Algérie, on trouve plus de 940 cultivars, celles-ci sont classées selon leurs caractère commercial en Deglet-Nour, et dattes commune qui regroupe toutes les variétés qui sont de moindre importance économique part apport à Deglet-Nour les principales sont : Ghars, Degla-Beïda et Mech-Degla (Hannachi et al., 1998).

- **Deglet-Nour** : c'est une demi-molle avec un poids moyen de 12g et une longueur de 6 cm, un noyau lisse et pointu au niveau des deux extrémités de petite taille (0,8 à 3cm) (Maatallah, 1970). Elle représente la variété commerciale par excellence, qualifiée de la reine des dattes.
- **Ghars** : caractérisée par une croissance très molle avec un poids moyen de 9g et longueur de 4cm (Belguedj, 2002).
- **Degla-Beïda** : se caractérise par une croissance sèche de texture farineuse.
- **Mech-Degla** : Datte sèche de couleur beige claire avec une texture farineuse.

1.5 Noyau

1.5.1 Définition et description de noyau de dattes

Le noyau des dattes est constitué d'un albumen blanc de consistance dure et cornée, protégé par une enveloppe cellulosique, il est de forme allongée et de tailles très variables avec un poids moyen d'environ 0,4 à 1g, une longueur d'environ 0,5 à 3 cm ; et représente 7 à 30 % du poids de la datte (Munier, 1973 ; Espiard, 2002).

1.5.2 Composition chimique des noyaux de dattes

Les études sur la composition des noyaux ont montré la présence de protéines, de glucides, de lipides, et de minéraux (K, P, Ca, Na, Fe, Mn, Zn, Cu). Le noyau contient aussi des acides gras, tels que l'acide oléique, palmique, laurique, linoléique et palmitique (Al Houti et al., 1998).

- **Teneur en protéine** : les noyaux de dattes contiennent des protéines variables selon la région et les cultivars. Certaines études démontrent des teneurs varies de 2 à 7 % (Lecheb, 2010; Al Farsi et al., 2007; Rahman et al., 2007; Djerbi, 1994).

- **Teneur en matière grasse :** les noyaux de dattes contiennent une teneur élevée en matière grasse, de même, ils possèdent une multitude d'acide gras saturé/insaturé. Leur teneur est entre 5 et 12% (**Boudechiche et al., 2009 ; Lecheb, 2010**).
- **Teneur en sucre :** les noyaux de dattes contiennent des sucres réducteurs et non réducteurs (**Munier, 1973 ; Rahman et al., 2007; Chaira, 2007**).
Il a été constaté la présence des polysaccharides, tel que les glucomannanes et les galactomannanes (**Shi et al., 2015**).
- **Teneur en cendre :** une teneur faible qui varie de 0,89 à 1,16% de matière sèches (**Munier, 1973 ; Besbes et al., 2004 ; Lechab, 2010 ; Rahman et al., 2007**).
- **Teneur en fibre :** la teneur en fibres des noyaux est plus élevée que celle des autres parties du fruit (**Al Frasi et al., 2007**). Ces fibres peuvent être solubles (pectine et hydrocolloïde) et insolubles (cellulose, lignine et hémicellulose) (**Vayalil, 2012 ; Tang et al., 2013**).
- **Teneur en minéraux :** les noyaux des variétés de dattes ont une faible teneur en minéraux varie de 1,28 à 3,17 % (**Boudechiche et al., 2009**), seule Deglet-Nour et Alig possèdent une diversité de minéraux, tel que Na, Fe, P, Zn, Ca, Mg, ect (**Besbes et al., 2004 ; Chaira, 2007**).
- **Composition en eau :** la teneur des noyaux en eau est faible varie de 7 à 19 % (**Boudchiche et al., 2009**).
- **Le pH :** le pH des noyaux de dattes dépend de la variété des dattes et varie de 5,76 à 6,12. (**Khali et al., 2015**).

Le tableau de Munier en 1973 montre que les noyaux de dattes de variétés mauritaniennes et irakiennes ont des compositions similaires. Ils sont principalement constitués de matières sèches, de protéines, de glucides et de cellulose brute, avec des teneurs en humidité inférieures à 6%. Les sucres totaux et les matières grasses sont également présents en quantités appréciables dans les noyaux de dattes.

Tableau 3: Composition de noyaux de dattes de variétés Mauritaniennes et Irakiennes (Munier, 1973).

| Constituants % | Mauritaniennes | Irakiennes |
|------------------|----------------|------------|
| Glucides | 55,22 | 53,29 |
| Humidité | 5,24 | 4,68 |
| Matières sèches | 94,76 | 95,32 |
| Cendres | 1,17 | 1,11 |
| Protéines | 4,21 | 3,91 |
| Cellulose brute | 12,87 | 12,36 |
| Sucres totaux | 39,07 | 38,38 |
| Matières grasses | 7,84 | 8,31 |

1.5.3 La valorisation des noyaux de dattes

Tous les sous-produits du palmier dattier (tronc, feuilles, fruit, noyaux) peuvent être utilisés, tel que la valorisation des noyaux de dattes (Fikry et al., 2019 ; Djerbi, 1994). Les études de la valorisation ont été réparties en deux, ce qui s'intéressent aux métabolites primaires des noyaux de dattes, et d'autres qui se sont dirigé vers le domaine cosmétique, l'alimentation de bétail, la fabrication du charbon actif, ect.

1.5.3.1 En alimentation de bétail

La poudre de noyaux de dattes est ajoutée à l'alimentation des animaux pour favoriser leurs croissances, en participant à l'augmentation des œstrogènes et/ou de la testostérone plasmatique (Jassim et Naji, 2010). Elle est majoritairement incorporée dans l'alimentation de mouton, du bovin, du chameau, et des volailles (Al-Farsi, 2008 ; Rahman et al., 2007).

1.5.3.2 En alimentation humaine

- **Boisson des noyaux de dattes (café) :** une possibilité de préparer une boisson chaude décaféinée de couleur marron foncé et peu amer avec une agréable odeur, à base de

noyaux de dattes torréfiés et moulus de manière semblable à la poudre de café (**Ghnimi et al., 2015**).

- **Fabrication du pain** : la poudre des noyaux de dattes est caractérisée par une richesse en fibre, une incorporation d'un taux de 10% de cette poudre peut remplacer d'autres fibres non céréalières (**Khali et al., 2015**).

1.5.3.3 Dans le domaine cosmétique

L'huile de noyaux de dattes accélère la production du collagène dermique, ce dernier offre une douceur et une fermeté à la peau. Elle possède des propriétés protectrices contre le stress oxydatif. Cette huile est riche en vitamine A, E ; et en acides gras oméga 6 et 9, ce qui lui confère une efficacité sur les peaux sèches et abîmées, de plus elle améliore l'élasticité de la peau, prévient le vieillissement, et permet de protéger, de nourrir et de régénérer la peau (**Younas et al., 2020**), d'où intérêt de son utilisation dans la fabrication des crèmes cosmétique (**Tafti et al., 2017**) ;

1.5.3.4 En industrie

- **Fabrication du charbon actif** : le charbon actif est destiné à être utilisé comme produit industriel pour l'élimination des polluants gazeux et aqueux. C'est un adsorbant obtenu à partir de matériaux riches en carbone comme le bois, les coquillages, les noyaux de fruits, ect (**Erhayem et al., 2016**).

Le charbon actif obtenu par les noyaux de dattes possède une importante capacité d'absorption qui permet de supprimer le chrome (Cr) toxique de différente solution (**El Nemer, 2008**).

- **Extraction des polysaccharides** : les polysaccharides végétaux sont des macromolécules, énormément appréciées dans l'industrie en raison de leur capacité à former des solutions colloïdales ou des gels. Ces propriétés se traduisent par une gélification et un épaississement par un simple contact avec l'eau. Les noyaux de dattes de la variété Algérienne Degla Baïda on atteint des résultats très favorables (**Bouanani et al., 2007**).

1.5.4 La composition chimique de l'huile des noyaux de dattes

1.5.4.1 Composition en acides gras

Des études menées par de nombreuses chercheurs montrent que l'huile des noyaux de dattes contient une teneur qui varie entre 7 et 13% de matière grasse d'où sa valorisation (**Barreveld, 1993 ; Abdel Nabey, 1999 ; Besbes et al., 2005**).

14 types d'acides gras sont retrouvés dans l'huile de noyaux de dattes, tandis que seulement 8 types et à faible concentration sont présents dans la pulpe du fruit. (**Al-Shahib et Marshall, 2003**).

1.5.4.2 Composition en antioxydant naturel

L'huile de noyaux de dattes représente une source assez élevée en antioxydants naturels (polyphénols, stérols, tocophérols, et caroténoïdes), d'une activité plus élevée que celle des antioxydants synthétiques (**Besbes et al., 2004**).

1.5.4.3 Teneur en polyphénol

L'huile de noyaux possède une richesse en composés phénoliques, qui dépend des conditions de stockage (**Marinova et Yanishlieva, 2003 ; Besbes et al., 2004**).

1.5.4.4 La teneur en stérol

L'huile de noyaux de dattes contient (3000 à 3500 mg/kg), une teneur plus importante que celle de l'huile d'olive (1500 mg/kg) (**Salvador et al., 2003**).

1.5.4.5 La teneur en tocophérols

Dans l'huile des noyaux de dattes, la teneur de tocophérols est de 30g/100g. Ces tocophérols agissent en prévenant l'action de l'oxygène singlet, et est un initiateur de la peroxydation lipidique (**Chan, 1998 ; Lu Curto et al., 2001 ; Hastya et al., 2007**). De plus, ils possèdent un effet synergique avec le β -carotène en vue de protéger contre l'oxydation (**Perrin, 1992**).

Chapitre 02 : les radicaux libres, stress oxydant et les antioxydants

1 Les radicaux libres

1.1 Définition des radicaux libres

Les radicaux libres sont des substances chimiques atomiques ou moléculaires, d'une courte espérance de vie (10^{-9} à 10^{-6} second), possédant un ou plusieurs l'électron non apparié (célibataire) sur son dernier orbital (couche externe), ce caractère leur confère une grande instabilité (Merouane et al., 2014), ils apparaissent soit par la réaction redox (gain ou perte d'un ou plusieurs électrons), soit par la fission homolytique (rupture d'une liaison covalente par laquelle chaque atome possède un électron) (figure 6) (Koechlin-Ramonatxo, 2006).

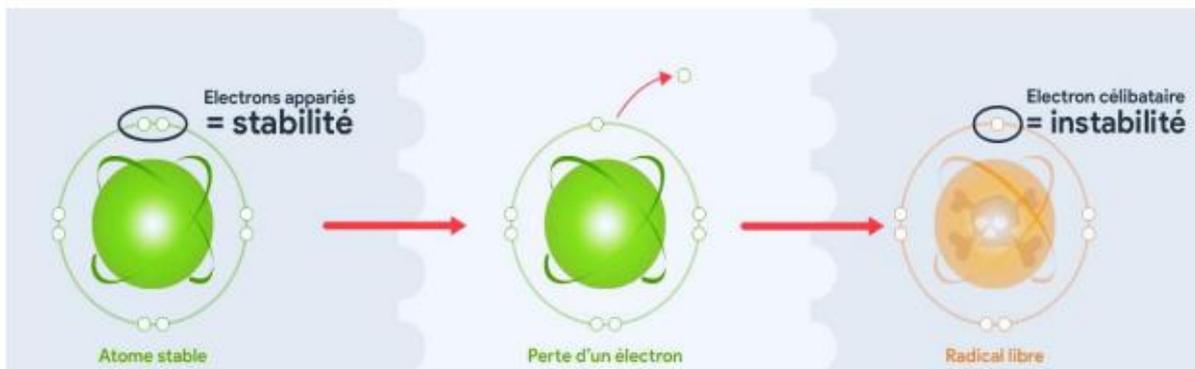


Figure 6 : Formation des radicaux libre (Ghouti et Halbigue, 2019).

1.2 Les différents types des radicaux libres

Les différents groupes des espèces radicalaires susceptibles de se former (tableau 4) :

- **Les radicaux libres primaires** : sont formés directement à partir d'oxygène, par une réaction de réduction. Ils comprennent le radical superoxyde O_2^{\cdot} , le radical hydroxyl OH^{\cdot} , le monoxyde d'azote NO^{\cdot} .
- **Les radicaux libres secondaires** : sont le radical peroxyde ROO^{\cdot} et radical alkoxyde RO^{\cdot} , ils apparaissent par la réaction des radicaux libres primaires sur les composés biochimiques de la cellule (Novelli, 1997).
- **Les espèces actives de l'oxygène** : sont l'oxygène singulet, le peroxyde d'hydrogène H_2O_2 , et peroxydinitrite $ONOO^{\cdot}$, ces molécules sont sans électron non apparié, elles possèdent un pouvoir oxydant élevé et une toxicité importante.

- Le nom espèces réactives de l'oxygène ERO (ROS : reactive oxygen species) regroupe l'ensemble des radicaux libres primaires, secondaires, et les espèces actives de l'oxygène.

Tableau 4 : principales espèces réactives de l'oxygène (Favier, 2003).

| Espèces réactives non radicalaires | Les radicaux libres |
|---|---|
| Peroxyde d'hydrogène (H ₂ O ₂) | Anion superoxyde (O ₂ ^{•-}) |
| Acide Hypochlorique (HOCl) | Radical hydroxyle (OH [•]) |
| Ozone (O ₃) | Hydroperoxyde (HO ₂ [•]) |
| Oxygène singulet (¹ O ₂) | Peroxyde (ROO [•]) |
| Peroxydes organiques (ROOH) | Radical alkoxyde (RO [•]) |
| Peroxynitrite (ONOO ⁻) | Dioxyde de carbone (CO ₂ ^{•-}) |

1.3 L'origine des radicaux libres

1.3.1 D'origine endogène

Ces radicaux libres sont produits par divers mécanismes physiologiques tels que :

- La chaîne respiratoire mitochondriale, qui va aboutir à la formation radical superoxyde par ajout d'un électron à l'oxygène moléculaire, cette réaction est catalysée par le cytochrome oxydase mitochondrial, qui représente une source majeure des espèces réactives de l'oxygène ERO (Kholkhal, 2014).
- Le système immunitaire, ces radicaux peuvent se former lors de la défense antibactérienne, et lors de l'activation des cellules phagocytaires.
- Et certaine réaction enzymatique, telle que la xanthine oxydase, qui catalyse l'oxydation de la xanthine en acide urique.

1.3.2 D'origine exogène

L'organisme humain est attaqué par diverses influences extérieures, qui peuvent conduire à la formation d'espèces réactives d'oxygène (Favier, 2003), associées au mode vie et à l'environnement tels que :

- Les rayonnements UV et les radiations ionisantes, provoquent la formation des radicaux libres comme l'anion superoxyde ($O_2^{\cdot-}$), le radical hydroxyle (OH^{\cdot}) et d'autres molécules génératrices de radicaux libres.
- La consommation d'alcool, de certains médicaments tels que les anticancéreux, sont également responsables de la formation de ces radicaux libres (Favier, 2003).
- Les polluants industriels, le tabac, les particules inhalées (amiante, silice), et le goudron sont des facteurs capables également de générer les espèces réactives de l'oxygène (Favier, 2003).
- D'autres facteurs associés au vieillissement et à l'obésité (Mena et al., 2009).

La figure 7 représente les différents radicaux libres et leurs effets sur l'organisme :

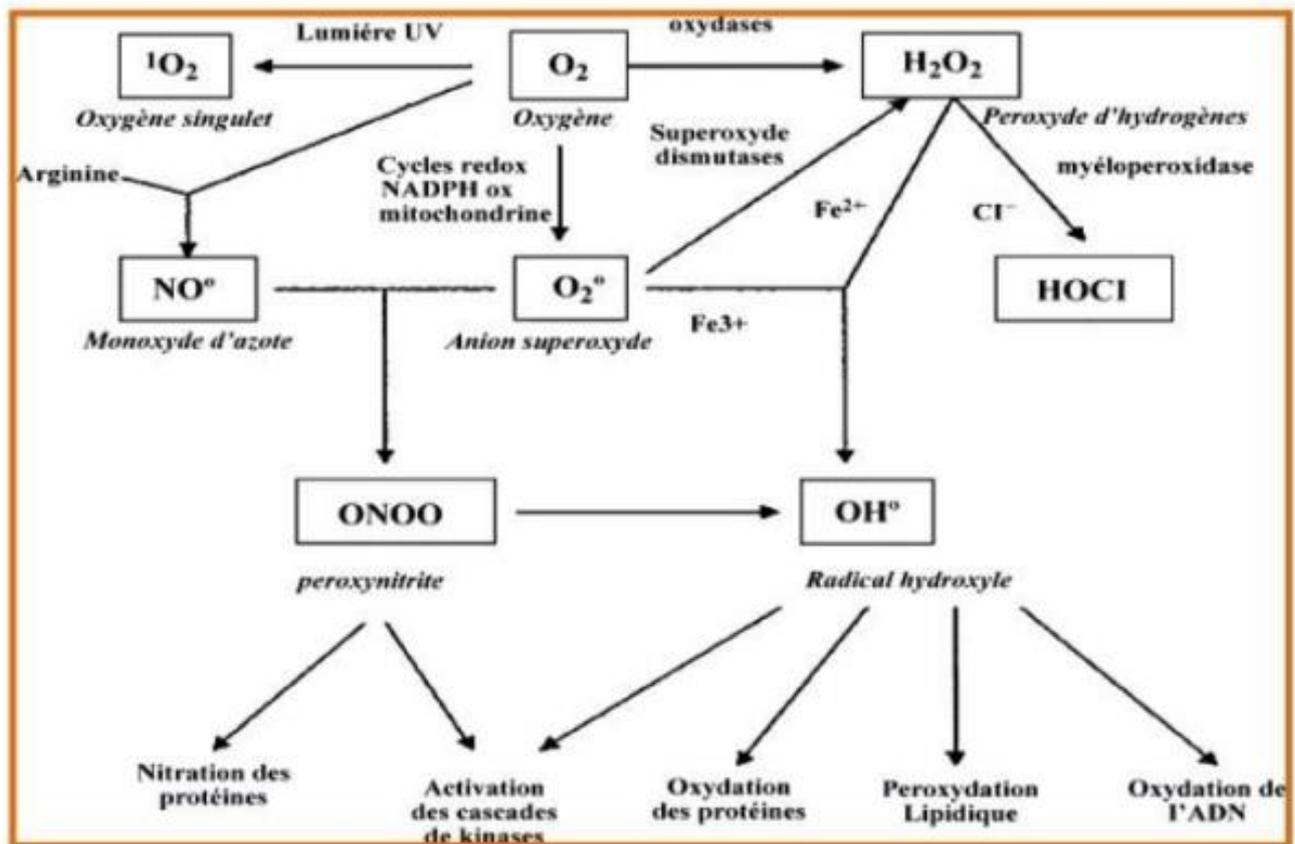


Figure 7 : les différents radicaux libres et leurs effets sur l'organisme (Favier, 2003).

2 Le stress oxydatif

2.1 Définition

Le stress oxydatif est un déséquilibre important de la balance redox (les pro-oxydants / antioxydants) (Pincemail et al., 1999) (figure 8), ce déséquilibre est causé soit par une

production excessive d'oxydants, soit par des altérations des mécanismes de défense (Morena et al., 2002). En cas de stress oxydant, les ERO non neutralisés par le système antioxydant attaquent et endommagent les macromolécules par une oxydation des composants majeurs de la cellule (lipides, protéines et de l'ADN) (Koechlin-Ramonatxo, 2006).

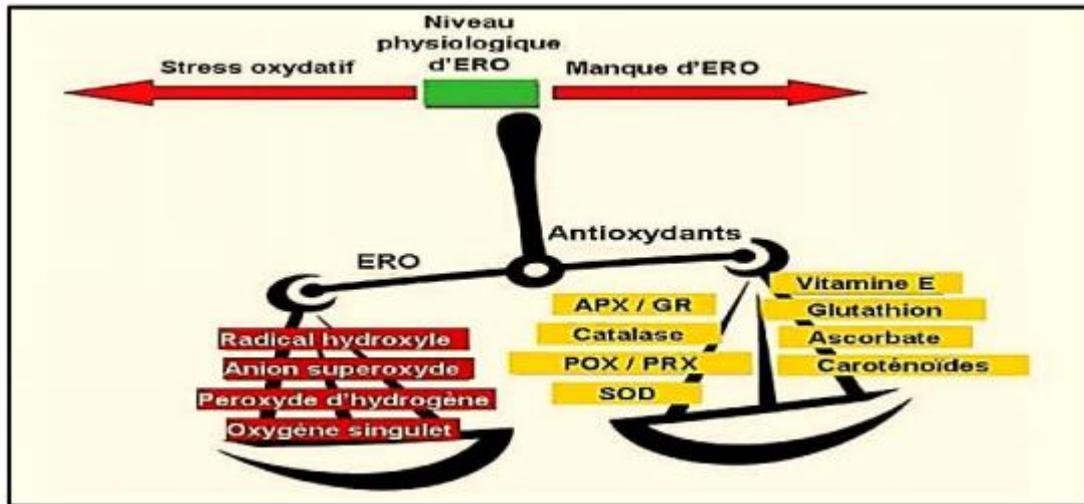


Figure 8 : La balance entre les espèces réactives oxygénées (ERO) et les antioxydants (Pourrut, 2003).

2.2 Les conséquences du stress oxydatif

Par une production excessive de radicaux libres et leurs instabilités, provoquant l'oxydation des molécules biologiques : l'ADN, les lipides, les glucides et les protéines, et un dysfonctionnement dans les activités vitales des cellules à l'origine du développement de diverses pathologies (Mohammedi, 2013).

Les radicaux libres sont instables, et essaient de s'apparier en arrachant un électron à une autre molécule. Ce sont les sources de la réaction d'oxydation en chaînes. Cela permet au développement de diverses maladies telles que le cancer, la cataracte, le syndrome de détresse pulmonaire aigu, le vieillissement accéléré, le diabète, la maladie d'Alzheimer, les rhumatismes, et les maladies cardiovasculaires (Halliwell, 1994).

3 Les antioxydants

3.1 Définition

Les antioxydants sont des molécules naturelles ou synthétiques capables de ralentir ou d'inhiber l'oxydation d'autres molécules, en inhibant l'initiation ou la prolongation des

réactions oxydatives en chaîne (Karou *et al.*, 2005). Ce sont des molécules assez stables pour donner des électrons aux radicaux libres déchainés afin de les neutraliser et de réduire leur capacité à causer des dommages (Nimse et Pal, 2015).

3.2 Classification des antioxydants

3.2.1 Les antioxydants synthétiques

Ces antioxydants sont additionnés aux aliments dans le but qu'ils puissent résister à divers traitements, et d'augmenter la durée de conservation. Leur but principal est de prévenir les aliments contre l'oxydation (Carocho et Ferreira, 2013).

Les antioxydants synthétiques les plus importants :

- **Le BHT (butylhydroxytoluène)** (figure 9), c'est l'un des antioxydants chimiques les plus utilisés, en industrie agro-alimentaire et en cosmétique. Il est caractérisé par une bonne résistance à la chaleur, la dose journalière acceptée est de 0,25mg/kg pc/jour d'après l'EFSA (2010 ; 2011) (Carocho et Ferreira, 2013).

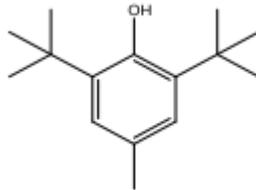


Figure 9: structure chimique de BHT.

- **BHA (butylhydroxyanisole)** utilisé comme additif alimentaire, l'EFSA (2010 ; 2011) a publié que la dose journalière acceptée est de 1,0mg/kg pc/jour (Carocho et Ferreira, 2013).
- **Le Trolox** c'est un analogue de la vitamine E, avec un potentiel antioxydant important utilisé souvent comme un antioxydant de référence (Maurent, 2017).

3.2.2 Les antioxydants naturels

- **La vitamine C (l'acide ascorbique)**, c'est une molécule hydrosoluble, sensible à la chaleur, qui n'est pas synthétisée par l'organisme, présente dans la majorité des fruits et des légumes (Boubekri, 2014), elle possède un rôle important dans la régénération du glutathion et l' α -tocophérol (Gardès-Albert *et al.*, 2003).

- **La vitamine E** est composée de 4 tocophérols (alpha, bêta, gamma, delta). Alpha-tocophérol est le plus important et le plus abondant dans les systèmes biologiques. Cette vitamine est liposoluble, permet interruption de la peroxydation des lipides, et protège ainsi les membranes (**Carocho et Ferreira, 2013**).
- **Les caroténoïdes** sont un groupe de pigments naturels responsables de la coloration des fruits et des légumes oranges, rouges et jaune. Ils sont synthétisés par des plantes et des micro-organismes. Les principaux caroténoïdes sont le bêta-carotène, l'alpha-carotène, la lutéine, la zéaxanthine et le lycopen. La majorité des caroténoïdes ont un pouvoir antioxydant, leurs activités principales sont de protéger les plantes (**Causse, 2005**).
- **Les composés phénoliques** regroupent plusieurs molécules caractérisées par la présence d'au moins un cycle aromatique, ils font parties du métabolite secondaire retrouvés dans le règne végétal, et donc dans l'alimentation principalement dans les fruits, les légumes, le thé vert, etc. Parmi les familles des composés phénoliques les flavonoïdes (les plus connus), les anthocyanes, les tanins, les acides phénoliques, les quinones ainsi d'autres familles (**Hennebelle et al., 2004**).
- **Les flavonoïdes** (figure 10) cette famille fait partie des polyphénols, composé de plusieurs sous-groupes tel que flavonols, les anthocyanes, l'isoflavonoïdes, de flavanones et de flavones (**Carocho et Ferreira, 2013**).
 - Ce sont des pigments quasi-universels (rouge orangé) des végétaux (**Hennebelle et al., 2004**), à forte activité antioxydante.

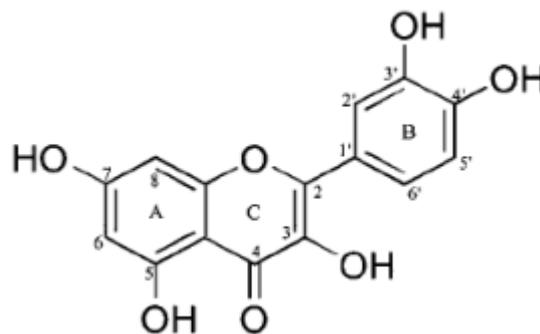


Figure 10 : Structure générale du noyau des flavonoïdes (**Heim et al., 2002**).

Le tableau 5 représente les principaux antioxydants non-enzymatiques retrouvés dans l'alimentation, d'où intérêt d'une alimentation équilibrée et saine.

Tableau 5 : Principaux antioxydants non enzymatiques et sources alimentaires associées (Mohammedi, 2013).

| les principaux nutriments antioxydants | Sources alimentaires |
|---|---|
| Vitamines E | Huile : de tournesol, de soja, de maïs ,beurre, œufs, noix |
| Vitamine C | Agrumes, melon, brocoli, fraise, kiwi, chou, poivron |
| Bêta-carotènes | Légumes et fruits |
| Acides phénoliques | Céréales complètes, baies, cerises |
| Flavonoïdes | Fruits, légumes, thé vert |
| Tanins | Lentilles, thé, raisins, vin |
| Sélénium | Poisson, œufs, viandes, céréales, volaille |
| Zinc | Viande, pain complet, légumes verts, huîtres, produits laitiers |
| Métabolisme de la cystéine, glutathions | Caséine, Lactalbumine (petit-lait), produits laitiers Brocoli, chou Œufs, poissons, viandes |

Partie 2

Etude expérimentale

Matériel et méthodes

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

1 Le choix et récolte des dattes

La variété de Takerboucht (photo 1) a été choisie pour cette étude, dont la récolte a été faite en novembre 2021 dans la région d'Adrar.



Photo 1 : dattes Takerboucht (photo originale).

1.1 Préparation de la matière végétale (poudre des noyaux de dattes)

Après la récolte de cette variété, on les a dénoyautés, lavé les noyaux, puis on les a séchés à l'air libre, broyé et ensuite tamisé et à la fin (figure11), on a obtenu une poudre fine (photo 2).



Photo 2 : poudre de noyau de dattes (Taterboucht). (Photo original)

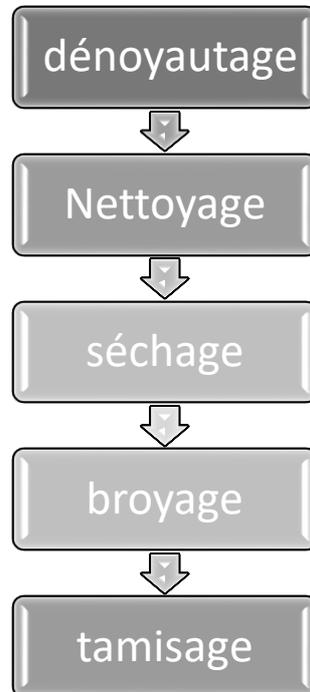


Figure 11 : Préparation de la poudre des noyaux de dattes.

1.2 L'extraction de l'huile par la méthode de Soxhlet

1.2.1 Préparation de la cartouche

On pèse 80g de poudre des noyaux de dattes, et on l'introduit dans une cartouche en cellulose (photo 3).



Photo 3 : préparation de la cartouche. (Photo original).

1.2.2 Le mode opératoire

La cartouche a été placée dans un siphon à Soxhlet, relié à un ballon qui contient 400ml d'hexane, mit sur un chauffe-ballon à 45 °C pendant 5 heures (photo 4).

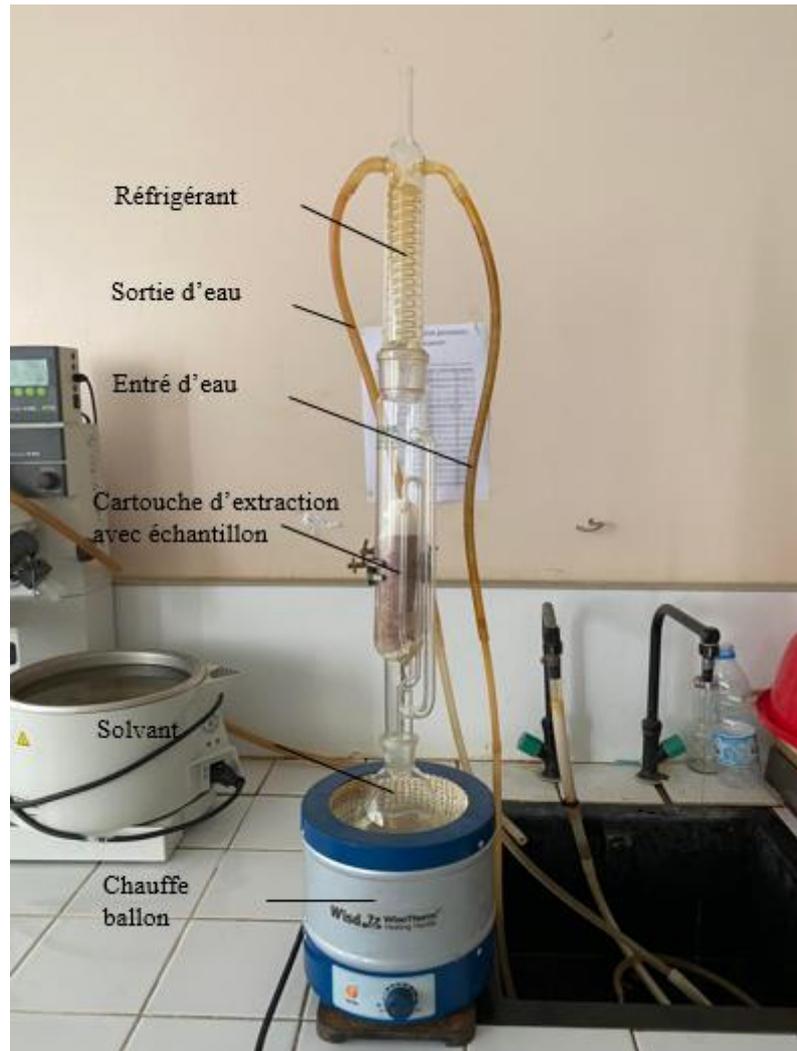


Photo 4 : Méthode d'extraction au Soxhlet (Photo original)

1.2.3 L'évaporation

L'évaporation se fait à l'aide d'un évaporateur rotatif afin de récupérer l'hexane.

1.2.4 Rendement de l'extraction

On a déterminé le rendement par le calcul suivant :

$$\text{Rdt}\% = (M2-M1/M) \times 100$$

- M : la masse de matière végétale.
- M1 : la masse du ballon vide.
- M2 : la masse du ballon rempli

2 L'extraction des composés phénoliques à partir de l'huile (extraction liquide/liquide)

Pour cette extraction, le protocole suivi est celui de (Pirisi et al., 2000). Une prise de 2 g d'huile, 4ml d'hexane et 4ml de mélange hydro-méthanolique (60/40 v/v), après une homogénéisation, on passe le mélange à la centrifugeuse pendant 5 min à 3000 tr/min, on récupère le culot, cette procédure a été répétée deux fois, ensuite une évaporation à sec a été faite. Puis récupéré tout avec 1 ml de méthanol. On a déterminé le rendement par le calcul précédent.

2.1 Dosage des polyphénols totaux

Le dosage des polyphénols totaux est réalisé par la méthode décrite par (Vermerris et al., 2006).

- **Principe :**

Le réactif utilisé le Folin-Ciocalteu de couleur jaune qui est mélange d'acide phosphotungstique ($\text{H}_3\text{PW}_{12}\text{O}_{40}$) et phosphomolibdique ($\text{H}_3\text{PMo}_{12}\text{O}_{40}$), la méthode est basée sur l'oxydation des composés phénolique par ce réactif, conduisant la formation de produits de réduction de couleur bleu dont l'intensité est proportionnelle aux taux de composés phénoliques présent dans le milieu qui donne un maximum d'absorption à 750 nm.

- **Mode opératoire :**

Une prise d'un mélange de 100 μl d'extrait avec 2000 μl de la solution de carbonate de sodium à 2% fraîchement préparée, agité le tout à l'aide d'un vortex, puis laisser 5 min avant d'ajouter 100 μl de Folin-Ciocalteu (1N) un blanc est préparé dans les mêmes conditions. Après 30 min d'incubation à l'abri de la lumière, la lecture est effectuée à l'aide d'un spectrophotomètre à 750 nm.

Une gamme d'étalonnage d'acide gallique est effectuée à différentes concentrations. La concentration des polyphénols totaux de l'extrait est calculée en se référant à la courbe d'étalonnage obtenue en utilisant l'acide gallique comme standard.

Les résultats sont exprimés en mg équivalent en acide gallique/ml extrait.

2.2 Dosage des Tanins condensés

Le dosage des tanins condensés est réalisé par la méthode de vanilline décrite par (Julkunen-Titto, 1985).

- **Principe :**

La méthode choisie est celle de la vanilline avec l'Hcl, cette méthode est basée sur la réaction de la vanilline avec le groupement flavonoïde terminal des TCs et la formation de complexes rouges (Makkar, 2000 ; Schofield et al., 2001) cela explique la transformation des tanins en anthocyanidols de couleur rouge par la réaction avec la vanilline (Sun et al., 1998).

- **Le mode opératoire**

50 µl d'extrait dans a été introduite dans un tube, additionner 1500 µl de vanilline à 4% et 750 µl de chlorure d'hydrogène (Hcl). Après une homogénéisation, une incubation de 15 min à l'abri de la lumière, la lecture est effectuée à l'aide d'in spectrophotomètre à 510 nm contre un blanc préparé dans les mêmes conditions.

Une gamme d'étalonnage est établie avec la catéchine. La teneur des tanins condensés de l'extrait est déterminée en se référant à la courbe d'étalonnage. Les résultats sont exprimés en milligramme équivalent en catéchine par gramme d'extrait (mg Eq catéchine/ml extrait).

2.3 Dosage des flavonoïdes

Le dosage des flavonoïdes est réalisé par la méthode colorimétrique décrite par (Zhishen et al., 1999).

- **Principe :**

Cette méthode donne une coloration jaunâtre qui dut à la formation d'un complexe le chlorure d'aluminium (AlCl₃) et les atomes d'oxygène présent sur les carbones 4et 5 des flavonoïdes (Lagnika, 2005).

- **Mode opératoire :**

Une prise de 250 µl de chaque dilution d'extrait à différentes concentrations avec 1 ml d'eau distillée et 75 µl de NaNO₂ à 15 %, puis laisser incuber pendant 6 min. additionner 75 µl

de chlorure d'aluminium (AlCl₃) à 10%. Après une autre incubation de 6 min 1 ml de soude (NaOH) à 4% et 100 µl d'eau distillée sont ajoutés au mélange. Laisser incuber 15min l'absorbance est mesuré à 510 nm contre un blanc.

Une gamme d'étalonnage est établie avec la catéchine dans les mêmes conditions opératoires. La teneur des flavonoïdes dans l'extrait est exprimée en milligramme équivalent en catéchine par gramme d'extrait (mg Eq catéchine/ml extrait).

3 Evaluation de l'activité antioxydante

3.1 Test piégeage du radical de DPPH

Le dosage DPPH le plus utilisé pour mesurer l'activité antioxydante en raison de la simplicité d'analyse. Le DPPH est un cation radical coloré et stable de couleur en pourpre, qui montre une absorbance à 517 nm. Les composés antioxydants provoquent une décoloration de la solution, cette réaction est rapide et proportionnelle à la capacité antioxydante de l'échantillon. (Mansouri *et al.*, 2005 ; Sanchez-Moreno, 2002).

La solution de DPPH est préparée par solubilisation de 0,025g de DPPH dans 100 ml de solvant (50 ml éthanol+50 ml de butanol), 25 µl des différentes concentrations de l'huile sont ajoutées à 975 µl de DPPH. Pour chaque concentration un blanc est préparé. Le control est préparé dans les mêmes conditions contenant uniquement le DPPH et le solvant. Après une incubation de 30 min à l'obscurité et à température ambiante, la réduction de DPPH s'accompagne par le passage de la couleur violette à la couleur jaune de la solution. La lecture est effectuée à l'aide d'un spectrophotomètre à 517 nm. Le témoin positif utilisé est BHT. L'activité est estimée selon la formule suivante :

$$PI = (D. O \text{ témoin} - D. O \text{ extrait} / D. O \text{ témoin}) \times 100$$

PI : pourcentage d'inhibition.

D.O témoin : absorbance du témoin négatif.

D.O extrait : absorbance de l'extrait.

3.2 Test piégeage du radical ABTS

Cette méthode permet d'évaluer l'activité antioxydante qui est basée sur la capacité des composés antioxydant à piéger le radical – cation ABTS^{•+}, avec un changement de la couleur bleu vert à la forme non radicalaire incolore (Besbes *et al.*, 2017)

La mise en œuvre de ce test : le test est basé sur le protocole de (Re et al., 1999) en y apportant quelques modifications. Le radical-cation $ABTS^{\bullet+}$ a été produit par la réaction entre

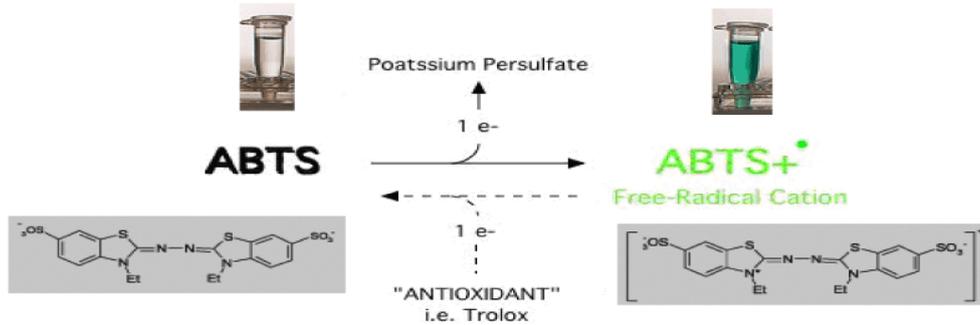


Figure 12 : la réaction chimique de l'ABTS (Re et al., 1999).

ABTS, et une solution persulfate de potassium ($K_2S_2O_8$) conservé dans l'obscurité à température ambiante pendant 12h à 16h avant l'utilisation (figure 12).

Le radical $ABTS^{\bullet+}$ est produit par réaction entre l'ABTS et une solution à 4.9 mM de persulfate de potassium. Ce mélange est agité pendant 16 h à l'obscurité puis dilué par l'éthanol jusqu'à obtenir une absorbance à 734 nm de 0.700 ± 0.02 .

Une prise (950 μ l) de cette solution d' $ABTS^{\bullet+}$ est ensuite mélangée avec 50 μ l d'extrait à différentes concentrations. Après 6 mn d'incubation à température ambiante, l'absorbance du mélange est mesurée à 734 nm contre un blanc (Re et al., 1999).

$$PI\% = [(Absorbance\ du\ contr\role - Absorbance\ de\ l'\acute{e}chantillon) / Absorbance\ du\ contr\role] \times 100$$

Résultats et discussion

1 Résultats et discussion

1.1 Rendement en huile

Le rendement de l'extraction correspond au taux de matière grasse obtenue par la méthode Soxhlet. Le tableau 6 présente la couleur (photo 5), l'aspect, l'odeur et le rendement de la matière grasse extraite des noyaux de la variété Takerboucht.

Tableau 6 : les caractéristiques de l'huile des noyaux de dattes (Takerboucht).

| Extrait | Aspect | Couleur | Odeur | Rendement% |
|------------------|---------|---------|----------|------------|
| L'huile (photo1) | Huileux | Jaunes | Agréable | 9,63% |

Les noyaux de dattes contiennent une quantité considérable d'huile, le rendement d'extraction obtenu est de 9,63%. Ce pourcentage est assez proche de celui trouvé par Kazemi et Dadkhah en 2012 sur 15 variétés de noyaux cultivés dans différentes provinces d'Iran, où le taux varie de 6,4 à 13,2% (**Kazemi et Dadkhah, 2012**). Les résultats d'une autre étude établie par (**Besbes et al., 2004**) sur deux cultivars tunisiens, Deglet Nour et Allig, ont montré des rendements légèrement supérieurs aux nôtres, soit 10,19% et 12,67% respectivement. En revanche, une autre étude menée par (**Abdalla et al., 2012**) sur deux variétés Albarakawi et Alqundeila de la région Soudanaise a indiquée des rendements de 6,833 et 5,064%. De plus, l'étude de (**Laghouiter et al., 2018**) sur quelques cultivars algériens a montré des taux de rendement compris entre 4,86 et 6,70%. Ces teneurs sont inférieures à la nôtre.

La variation des résultats peut être attribuée à la méthode, au temps et au solvant d'extraction, ainsi qu'à la variété des noyaux choisies, et au le lieu de récolte des dattes (**Mrabet et al., 2020**).



Photo 5 : l'huiles des noyaux de dattes (photo originale).

1.2 Rendements en composés phénoliques

Il est essentiel d'effectuer une extraction appropriée des composés phénoliques afin de valoriser leurs propriétés actives de l'huile. Selon une étude menée par Kélvyn 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 phénolique

| Variété | Takerbouche |
|-------------|-------------|
| Rendement % | 0,15 |

1.3 Le dosage des composés phénoliques

- **Le dosage des polyphénols totaux**

La teneur des polyphénols totaux a été déterminée par la méthode du Folin-Ciocalteu, en utilisant une courbe d'étalonnage d'acide gallique comme standard (figure 13).

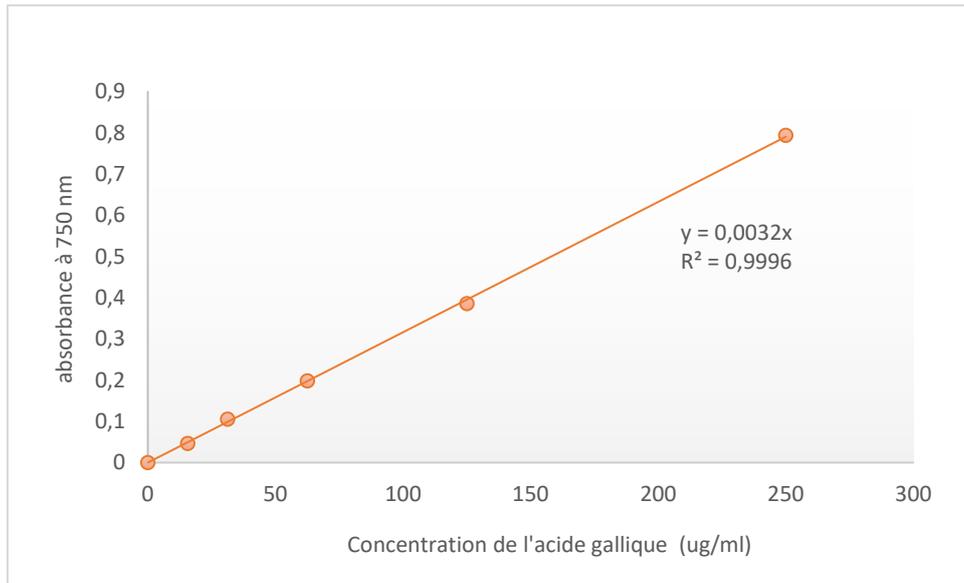


Figure 13 : Courbe d'étalonnage de l'acide gallique pour le dosage des polyphénols totaux.

- **Le dosage des tanins condensés**

La quantification des tanins condensés a été réalisée par la méthode de vanilline, en utilisant une courbe d'étalonnage de catéchine comme témoin (figure 14).

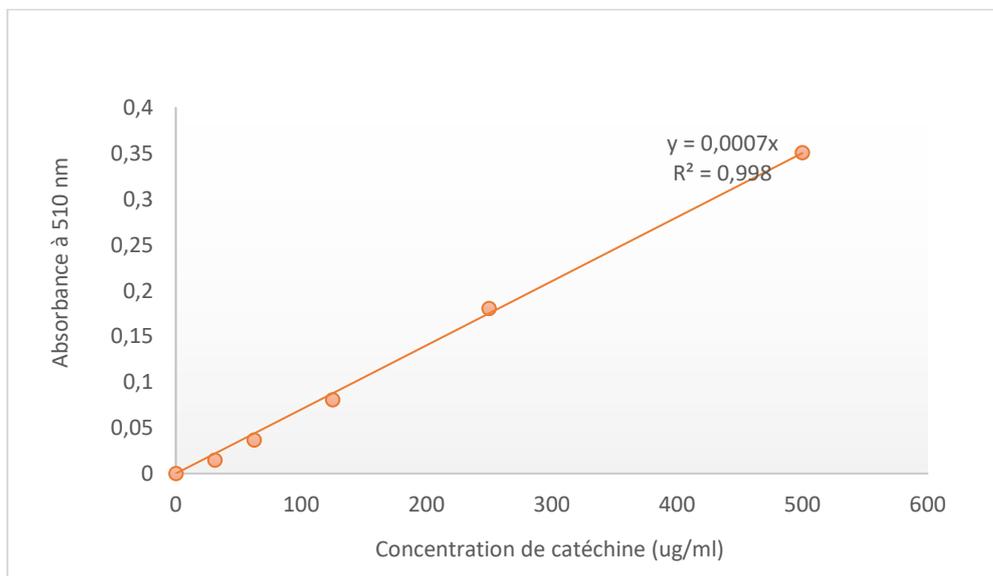


Figure 14 : Courbe d'étalonnage de la catéchine pour le dosage des tanins condensés.

- **Le dosage des flavonoïdes**

La quantification des flavonoïdes a été réalisée par la méthode du trichlorure d'aluminium, en utilisant une courbe d'étalonnage de catéchine comme témoin (figure 15).

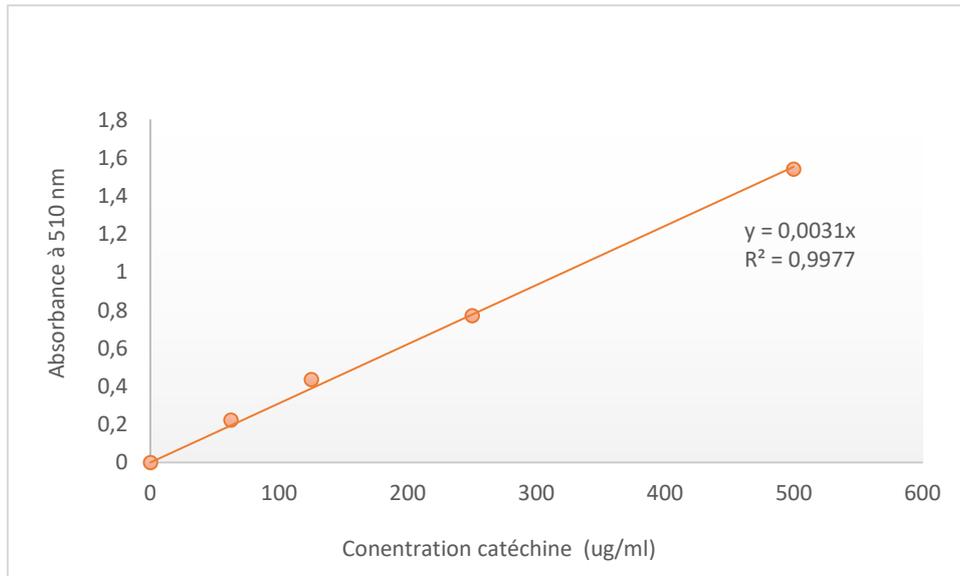


Figure 15 : Courbe d'étalonnage de la catéchine pour le dosage des flavonoïdes.

Les résultats du dosage des composés phénoliques de l'extrait de l'huile des noyaux de Takerboucht sont représentés dans le tableau 8.

Tableau 8 : Teneurs en composés phénoliques dans l'extrait de l'huile des noyaux de Takerboucht.

| Les composés phénoliques | Polyphénols totaux (mg Eq AG /ml) | Les tains condensés (mg Eq cat /ml) | Les flavonoïdes (mg Eq cat /ml) |
|--------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|
| Teneurs | 0,73 | 0,47 | 0,53 |

L'activité antioxydante de l'huile de noyaux de dattes peut être attribuée aux propriétés des composés phénoliques. Une étude antérieure a déterminé la teneur totale de ces composés phénoliques dans l'huile de noyaux de dattes de cinq variétés les plus connues dans la région de Ouargla, et elle variait de 0,64 à 1,27 mg/g (tableau 9) (**Boukouada et al., 2014**). Les variétés Ghars, Deglet-Nour et Degla-Baïdha avaient des teneurs importantes en composés phénolique significativement supérieures à nos résultats. La teneur en polyphénols totaux de l'huile des noyaux de Takerboucht obtenue dans notre étude est de 0,73 mg/ml, ce résultat est proche à l'huile de date Tamdjouhert qui était de 0,72 mg/ml, et supérieur à l'huile de date Tafzouine (**Boukouada et al., 2014**).

Une autre étude a évalué la teneur en flavonoïdes de l'huile des noyaux de la variété tunisienne Kentichi (**Herchi et al., 2014**), qui s'est avérée être de 0,46 mg/ml. Notre étude a obtenu une teneur légèrement supérieure, soit 0,53 mg/ml.

Tableau 9: teneur en composés phénoliques totaux de cinq variétés de noyaux de la région de Ouargla.

| L'huile des différentes variétés de noyaux | Teneurs des composés phénoliques (mg Eq AG /ml) |
|--|---|
| Degla-Baïdha | 0,85±0,001 |
| Tafezouine | 0,64±0,001 |
| Deglet-Nour | 0,91±0,002 |
| Ghars | 1,27±0,002 |
| Tamdjouhert | 0,72±0,001 |

1.4 Evaluation de l'activité antioxydante

L'évaluation de l'activité antioxydante de l'huile des noyaux de Takerboucht a été évaluée par deux méthodes DPPH et ABTS.

1.4.1 Test piégeage du radical de DPPH

Les concentrations utilisées pour la gamme de l'huile sont de 0,033 à 0,33 mg/ml. Les résultats obtenus sont exprimés en pourcentage d'inhibition du radical DPPH en fonction des concentrations de l'huile (figure 18), et de l'antioxydant de synthèse (BHT) (figure 16) et (BHA) (figure 17).

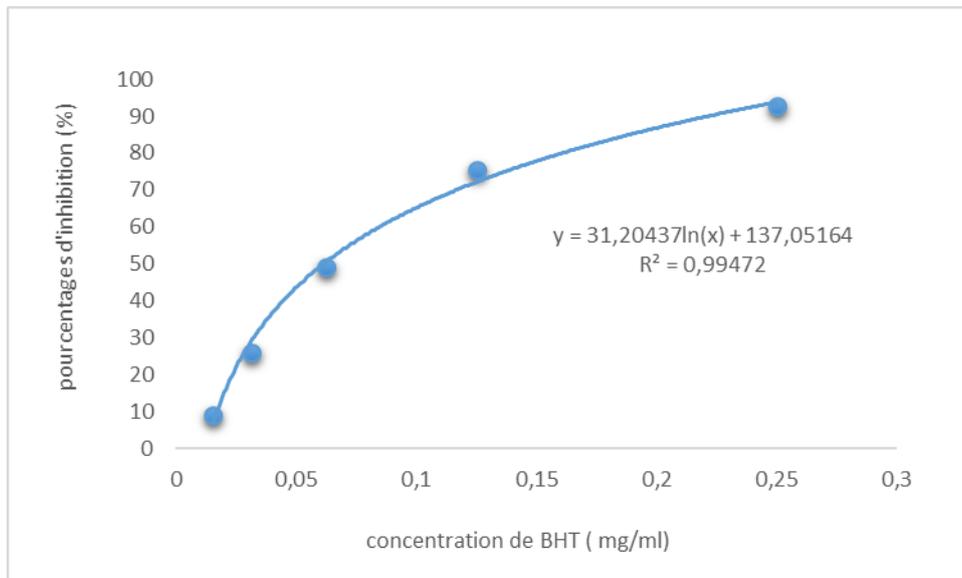


Figure 16 : Pourcentages d'inhibition du radical DPPH en fonction des concentrations du BHT.

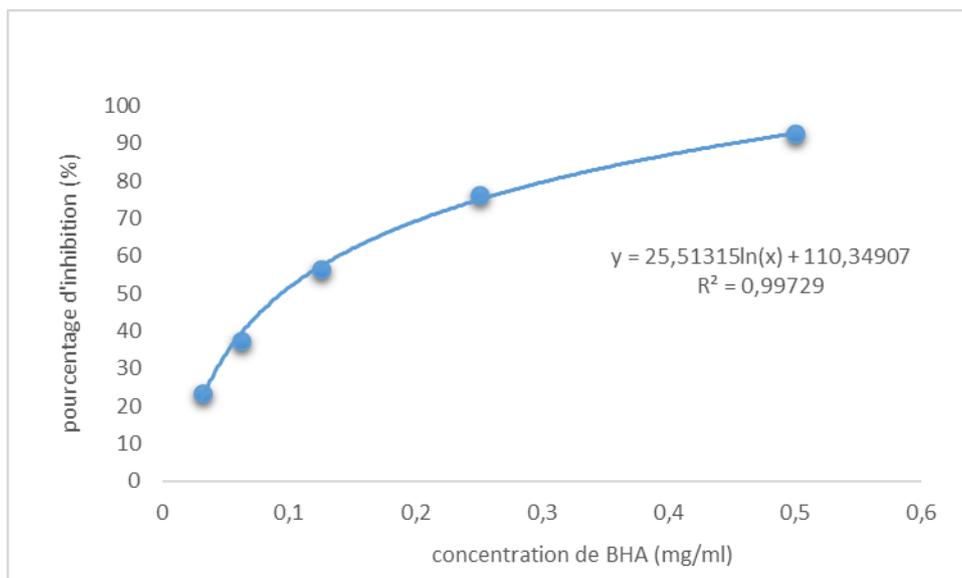


Figure 17 : Pourcentages d'inhibition du radical DPPH en fonction des concentrations du BHA.

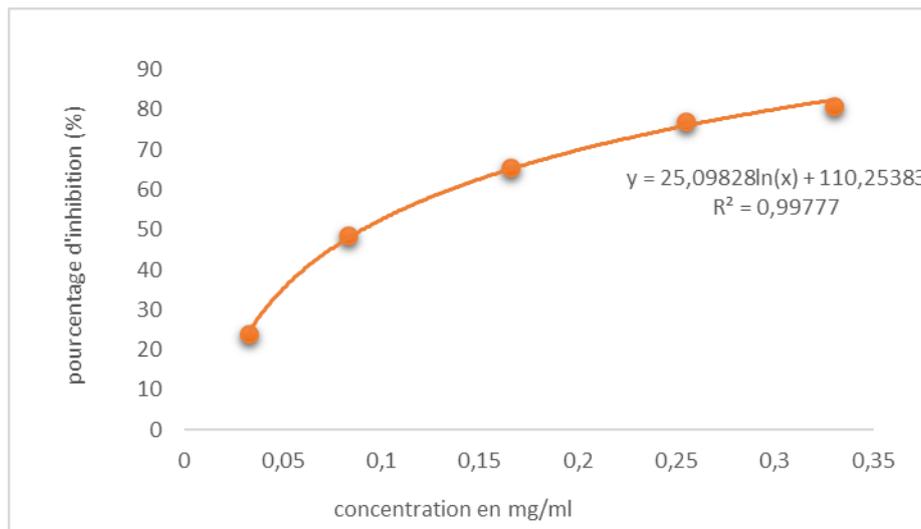


Figure 18 : Pourcentages d'inhibition du radical DPPH en fonction des concentrations de l'huile

Le tableau 10 représente les résultats des concentrations inhibitrices à 50% de l'huile et des antioxydants de synthèse (BHT et BHA).

Tableau 10 : la concentration d'inhibition de 50% du radical DPPH.

| Les antioxydants | CI ₅₀ (mg/ml) |
|------------------------------------|--------------------------|
| L'huiles des noyaux de Takerboucht | 0,09 |
| BHT | 0,06 |
| BHA | 0,09 |

La CI₅₀ de l'huiles des noyaux de Takerboucht est de 0,09 mg/ml, ce résultat est égal à l'antioxydant de synthèse BHA, et proche de celui du BHT, ce qui signifie que notre huile présente un fort potentiel de piégeage du radical DPPH. Les CI₅₀ de certaines variétés représentées dans le (tableau 11) sont largement supérieur à la nôtre, ce qui signifie que toutes ces huiles ont représenté une faible activité à piéger le radical DPPH (Boukouada et al.,2014).

Tableau 11 : la capacité des différents cultivars d'huiles des noyaux de dattes à piéger le radical DPPH• (Boukouada et al.,2014).

| L'huile des différentes variétés de noyaux | CI ₅₀ (mg/ml) |
|--|--------------------------|
| Degla-Baïdha | 170±0,005 |
| Tafezouine, | 330±0,005 |
| Deglet-Nour | 210±0,005 |
| Ghars | 140±0,005 |
| Tamdjoughert | 290±0,005 |

Une étude effectuée sur des cultivars Algérien a donnée des résultats exprimés en CI₅₀ (tableau 12), sont compris entre $46,42 \pm 0,14$ et $77,58 \pm 0,27$ mg/ml (Laghouiter et al., 2018), ces résultats restent supérieurs au nôtre, ce qui indique activité à piéger le radical DPPH nettement moins importante dans ces variétés.

Tableau 12 : la capacité des différents cultivars d'huiles des noyaux de dattes à piéger le radical DPPH• (Laghouiter et al., 2018).

| L'huile des différentes variétés de noyaux | CI ₅₀ (mg/ml) |
|--|--------------------------|
| Aoucht | 53,95 ± 0,19 |
| Azerza | 77,58 ± 0,27 |
| Bint Qbala | 56,82 ± 0,06 |
| Dagla | 55,13 ± 0,18 |
| Ghars | 46,97 ± 0,01 |
| Sbo3 Lossif | 46,42 ± 0,14 |
| Tafzouine | 59,21 ± 0,39 |
| Timjhourt | 47,97 ± 0,06 |

Cette différence peut être due à plusieurs facteurs (**Herchi et al., 2014**) :

- Variabilité génétique : Les cultivars de dattes peuvent présenter une diversité génétique importante, ce qui peut influencer la composition et les propriétés antioxydantes de leurs noyaux.
- Conditions de croissance : Les conditions environnementales, telles que le climat, le sol et les pratiques agronomiques, peuvent avoir un impact significatif sur la composition chimique des noyaux de dattes et, par conséquent, sur leur activité antioxydante.
- Méthode d'extraction : Les différences dans les méthodes d'extraction de l'huile des noyaux de dattes, telles que le type de solvant, la température et le temps d'extraction, peuvent influencer les propriétés antioxydantes des extraits obtenus.

1.4.2 Test piégeage du radical ABTS

Le radical ABTS est plus réactif que le radical DPPH, il est de couleur bleu-vert qui perd sa couleur en présence d'un antioxydant. La gamme de concentration de l'huile est comprise de 0,016 à 0,166 mg/ml (figure 20). Les concentrations utilisées pour la gamme du standard (Trolox) sont de 125 à 15,625 µg/ml (figure 19).

Les résultats de l'activité antioxydante de ce test sont exprimés par les valeurs IC₅₀ (la capacité de la concentration d'un antioxydant d'inhiber 50% du radical ABTS) représenté dans le tableau 13.

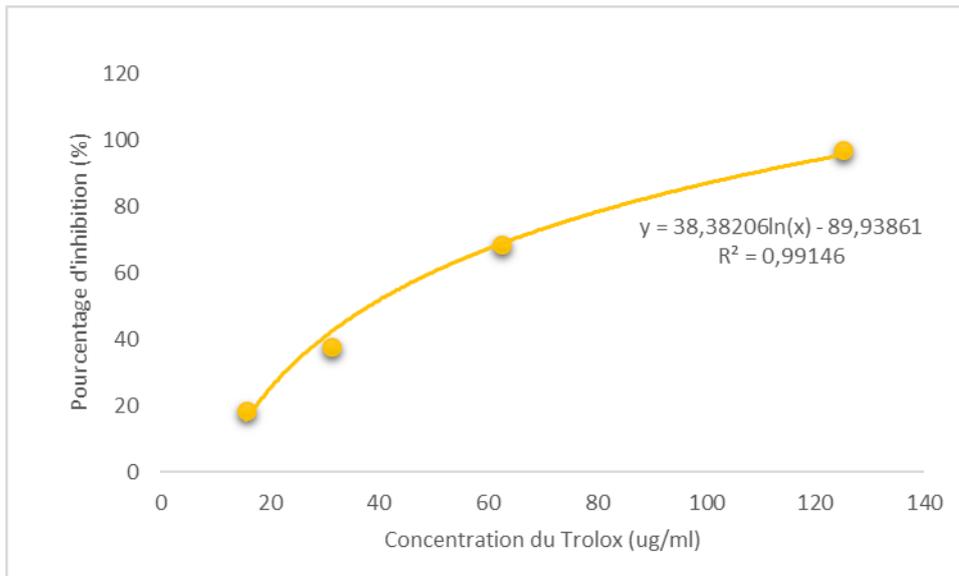


Figure 19 : Pourcentage d'inhibition du radical ABTS en fonction des concentrations du Trolox.

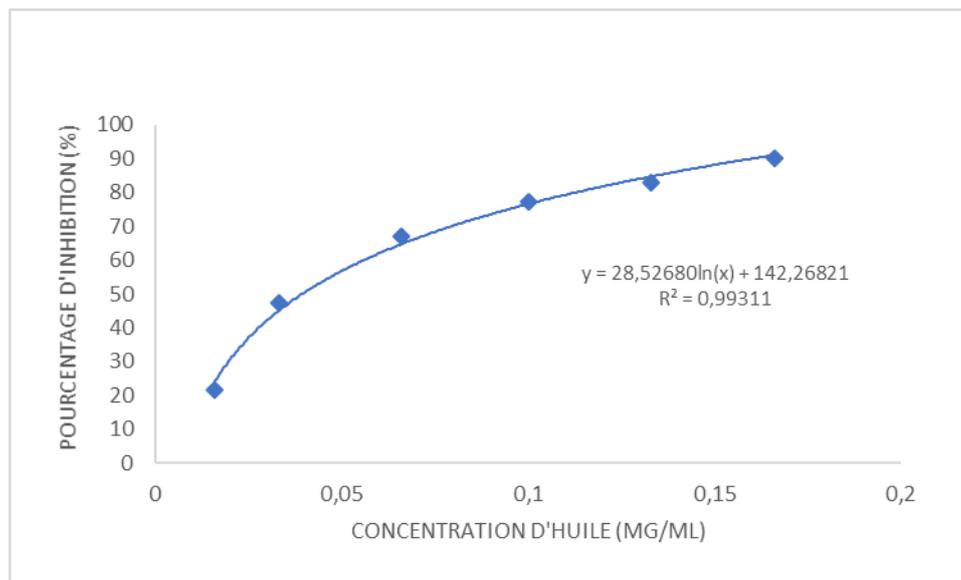


Figure 20 : Pourcentage d'inhibition du radical ABTS en fonction des différentes concentrations de l'huile.

Tableau 13 : la concentration d'inhibition de 50% du radical ABTS.

| Les antioxydant | IC ₅₀ (µg/ml) |
|-----------------------------------|--------------------------|
| L'huile des noyaux de Takerboucht | 39 |
| Trolox | 38,31 |

La CI_{50} de l'huile obtenue est de 39 $\mu\text{g/ml}$, ce taux est très proche à celui trouvé pour l'antioxydant de synthèse Trolox (38,31 $\mu\text{g/ml}$) utilisé comme standard. Cela suggère que l'huile présente une activité antioxydante importante, lui permettant de piéger le radical ABTS.

Conclusion

A ce jour, les noyaux de dattes sont généralement inexploités et peu utilisés, ce travail contribue à la valorisation d'un sous-produit du palmier dattier, principalement les noyaux.

L'objet de notre étude est l'huile extraite des noyaux de Takerboucht, une variété de dattes originaires de la région d'Adrar. L'objectif principal de cette étude est de mettre en évidence l'importance de cette huile en caractérisant ses propriétés antioxydantes.

L'extraction par Soxhlet a permis l'obtention de l'huile de couleur jaune avec une agréable odeur et un rendement de 9,63%. Ensuite, les composés phénoliques ont été extraits (extraction liquide liquide), ce qui a permis d'analyser l'huile en quantifiant les polyphénols totaux par la méthode du Folin-Ciocalteu, les tanins condensés par la méthode de vanilline, et les flavonoïdes en utilisant le trichlorure d'aluminium. Les teneurs sont de 0,73 mg/ml, 0,47 mg/ml et 0,53 mg/ml respectivement.

L'évaluation de l'effet de l'huile des noyaux de Takerboucht contre le stress oxydant a été réalisée à l'aide de deux tests DPPH et ABTS, qui ont permis de déterminer la capacité antioxydante de l'huile en se référant à des antioxydants synthétiques utilisés comme standard : BHA, BHT, et le Trolox.

L'activité antiradicalaire contre le radical DPPH et le radical ABTS est très efficace dont CI_{50} sont de 0,09 mg/ml et 39 μ g/ml respectivement.

Les résultats obtenus de cette étude préliminaire montrent que cette huile présente une capacité antioxydante élevée. Grâce à cette richesse, elle peut contribuer à réduire le risque de nombreuses maladies.

Cependant, l'efficacité et la qualité d'huile varient en fonctions de plusieurs paramètres tels que la méthode et le solvant utilisé. Par conséquent, d'autres études complémentaires et plus approfondies sont nécessaires afin de sélectionner les méthodes d'extraction les plus appropriées pour améliorer le rendement, et de mieux caractériser le potentiel de ces huiles naturelles obtenues à partir des noyaux. Les travaux futurs devraient se concentrer sur cette nouvelle source d'huile et explorer les possibilités de son exploitation dans l'application industrielle.

Références bibliographiques

A

Abdalla R S, Albasheer A A, ELHussein A R, Gadkariem E A. (2012). Physico-Chemical Characteristics of Date Seed Oil Grown in Sudan. *American Journal of Applied Sciences*. 9(7) : 993-999.

Abdel Nabey A. (1999). Chemical composition and oil characteristics of date pits of six Egyptian cultivars. *Alexandria journal of agricultural research*. 44(1) :127-142.

Akrimi N, Laroui Y, Abekhti A. (2019). Évaluation des Techniques de Préparation des Sous-Produits des Palmiers Dattiers et Détermination de leur Rendement de Production de bioéthanol. Université Ahmed Draïa Adrar. 62p.

Al-Farsi M, Alasalvar C., Al-Abid M., Al-Shoaily K., Al-Amry M. and Al-Rawahy F. (2007). Compositional and functional characteristics of dates, syrups, and their by-products. *Food Chemistry*. 104: 943–947.

Al-Farsi M, LEE C. (2008). Optimization of phenolics and dietary fiber extraction from date seeds. *Journal of Food Chemistry*. 108 : 977-985.

Al-Hooti S, Sidhus S, Gabazard H. (1998). Chemical composition of seeds of date fruit cultivars of United Arab Emirates. *Food Chemistry and Technology*. (35): 44-46.

Al-Khayri J M, Jain S M, Johnson D V. (2015). Date palm genetic resources and utilisation. Ed Springer, U.S.A. 539p.

Al-Shahib W, Marshall R. (2003). "Teneur en acides gras des graines de 14 variétés de palmier dattier Phoenix dactylifera L, ". *Journal international des sciences et technologies alimentaires*. (38) 6 :709–712.

Al-Shahib W, Marshall R (2003). The fruit of the date palm: its possible use as the best food for the future. *Revue internationale des sciences alimentaires et de la nutrition*. 54 :247-259.

B

Barreveld W. (1993). Date Palm Products. Agricultural Services Bulletin, N° 101, FAO, Rome, 39p.

- Battesti V. (2004). Odeur sui generis, Le subterfuge dans la domestication du palmier dattier (Tassili n'Ajjer, Algérie). *Anthropozoologica*. 39(1) : 301-309.
- Belguedj M, (2001). Caractéristiques des cultivars de dattes dans les palmeraies du Sud -Est Algérien. N° 11, INRAA. El-Harrach. Alger. 289 p.
- Belguedj M. (2002). Les ressources génétiques du palmier dattier : Caractéristiques des cultivars dans les palmeraies du Sud-est Algérien. 3D. Dossier N°1, INRAA. Alger.
- Benziouche S, Cheriet F. (2012). Structures et contraintes de la filière des dattes en Algérie, Jel Classification : Q12, F14.
- Besbes S, Blecker C, Deroanne C, Bahloul N, Lognay G, DRIRA N E, Attia H. (2004). Date seed oil: phenolic, tocopherol and sterol profiles. *Journal of food lipids*, 11(4), 251-265.
- Besbes S, Blecker C, Deroanne C, Drira N E, Attia H. (2004a). Graines de dattier : composition chimique et profils caractéristiques de la fraction lipidique. *Chimie alimentaire*. 84(4) : 577–584.
- Besbes S, Blecker C, Deroanne C, Lognay G, Drira N, Attia H. (2004). Quality Characteristics and Oxidative Stability of Date Seed Oil During Storage. *Food Science and Technology International*. 10(5) : 333-338.
- Besbes S, Blecker C, Deroanne C, Lognay G, Drira N E, et Attia H. (2005). Heating effects on some quality characteristics of date seed oil. *Food chemistry*. 91 : 469-476.
- Besbes S, Hlila M, Ben Saad A, Ben. Jannet H, Aouni M, Mastouri M, Selmi B. (2017). Etude chimique et biologique des extraits de la plante halophyte *Haloenemeum strobilaceum* (Pail.) Bieb. *Journal of Bioresources Valorization*, 2(1) : 42-48.
- Bouanani S, Zeggar M, Alouadi S. (2007). Valorisation des noyaux de dates (*Phoenix dactylifera*) variété Degla Baida par fractionnement des polysaccharides. *Revue des régions arides*. 40-45.
- Boubekri C. (2014). Etude de l'activité antioxydante des polyphénols extraits de *Solanum melongena* par des techniques électrochimiques. Thèse de doctorat, Université Mohamed Khider Biskra.

Boudechiche L, Araba A, Tahar A, Ouzrout R. (2009). Etude de la composition chimique des noyaux de dattes en vue d'une incorporation en alimentation animale. Institut d'Agronomie Centre Universitaire d'El Tarf.

Boudechiche L, Araba A., Tahar A, Ouzrout, R. (2009). Etude de la composition chimique des noyaux de dattes en vue d'une incorporation en alimentation animale. *Livestock Research for Rural Development*. Article n°69. 21(5).

Boukouada M, Zineb G, Gourineb N, Bombardac I, Saidi M, Yousfi M. (2014). Chemical Composition and Antioxidant Activity of Seed oil of Two Algerian Date Palm Cultivars (*Phoenix dactylifera*). *Natural product communication*. 9(12) : 1777 – 1780.

C

Carocho M, Ferreira ICFR. (2013). Un examen des antioxydants, des prooxydants et de la controverse associée : composés naturels et synthétiques, méthodologies de dépistage et d'analyse et perspectives futures. *Toxicologie alimentaire et chimique*. (51), 15–25.

Causse C. (2005). Les secrets de santé des antioxydants : C'est naturel, c'est ma santé. Alpen éditions s.a.m. 30P.

Chaibi N, Ben abdallah A, Harzallah H, Lepoivre P. (2002). Potentialités androgénétiques du palmier dattier (*Phoenix dactylifera L.*) et culture in vitro d'anthères. *BASE. Biotechnology, Agronomy, Society and Environment*. 6(4). 201-207.

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) 2202-22022.

Chan A C. (1998). Vitamin E and Atherosclerosis. *Recent Advance in Nutritional Science*. 1593-1595.

D

Djerbi M, 1994. Précis de phoéniculture. F.A.O. Rome, 192.

DSA, la direction des services agricole (2014) Statistique agricole.

DSA. La direction des services agricole (2013) statistique agricole.

E

El Nemr A, Khaled A, Abdelwahab O, El-Sikaily A. (2008). Treatment of wastewater containing toxic chromium using new activated carbon developed from date palm seed. *Journal of Hazardous Materials*. 152(1) : 263–275

Erhayem M, Mohamed R, Ghmeid O, Eljelane A, Elhmmali M (2016). Effect of Activated Carbon Source from Date Stone on Its Physico-Chemical Properties. *International Journal of Chemical Engineering and Application*. 7 (3) : 178 – 181.

Espiard E, (2002). Introduction à la transformation industrielle des fruits. Ed. Tech et Doc Lavoisier. 147-155.

Espiard, E. (2002). Introduction à la transformation industrielle des fruits (Ed) TEC et DOC. France. (259) : 265.

F

FAO 2013. Données statistiques de production végétale, site FAOSTAT Site web Foa.org.com.

FAO 2015. Données statistiques de production végétale, site FAOSTAT Site web Foa.org.com.

FAO 2019. Données statistiques de production végétale, site FAOSTAT Site web Foa.org.com.

Favier A. (2003). Le stress oxydant. *L'actualité chimique*. 108(10) : 863-832.

Fikry M, Yusof Y, Al-Awaadh A, Abdul-Rahman R, Ling-Chin N, Mousa E, Lee S. (2019). Effect of the Roasting Conditions on the Physicochemical, Quality and Sensory Attributes of Coffee-Like Powder and Brew from Defatted Palm Date Seeds. *Foods*. 8(2) :61.

G

Gardès-Albert M, Bonnefont-Rousselot D, Abedinzadeh Z, Jore D. (2003). Espèces réactives de l'oxygène: Comment l'oxygène peut-il devenir toxique ? *L'actualité chimique*. (11) : 91-96.

Ghnimi S, Almansoori R, Jobe B, Hassan M H, Afaf K E. (2015). Quality evaluation of coffee-like beverage from date seeds (*Phoenix dactylifera*, L.). *Journal of Food Processing and Technology* . 6 (12) :525.

Ghouti M, Halbigue H. (2019). Simultation du pouvoir antioxydant de deux anticancéreux de la famille des antimétabolites. Mémoire de master, université de Djilali BOUNAAMA-KHEMIS MILIANA.

Golshan Tafti A, Solaimani Dahdivan N, Yasini Ardakani S A. (2017). Physicochemical properties and applications of date seed and its oil. *International Food Research Journal*, 24(4).

H

Halliwell B. (1994). Free radicals, antioxidants, and human disease: curiosity, cause, or consequence. *The lancet*.344(8924) : 721-724.

Hanachi S, Khitri D, Benkhalifa A, Brac de perriere R A. (1998) Inventaire variétal de la Palmeraie Algérienne. 225 p.

Hasty A H, Gruen M L, Terry E S, Surmi B K, Atkinson R D, Gao L. (2007). Effects of vitamin E on oxidative stress and atherosclerosis in an obese hyperlipidemic mouse model. *Journal of Nutritional Biochemistry*. 18(2) :127-133.

Heim EK, Tagliaferro A R, Bobilya D J. (2002). Flavonoid antioxidants: chemistry, metabolism and structure-activity relationships. *The Journal of Nutritional Biochemistry*. 13: 572-584.

Hennebelle T, Sahpaz S, Bailleul F. (2004). Polyphénols végétaux, sources, utilisations et potentiel dans la lutte contre le stress oxydatif. *Phytothérapie*. 2(1) :3-6.

Herchi W, Kallel H, Boukhchina S. (2014). Physicochemical properties and antioxidant activity of Tunisian date palm (*Phoenix dactylifera* L.) oil as affected by different extraction methods. *Food Science and Technology*. 34(3) :464-470.

Hussein A S, Alhadrami G A, Khalil Y H. (1998) "L'utilisation des dattes et des noyaux de dattes dans les régimes de démarrage et de finition des poulets de chair". *Bioresource Technology*. 66 (3) : 219 – 223.

J

Jassim, S. A., & Naji, M. A. (2010). In vitro evaluation of the antiviral activity of an extract of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) pits on a *Pseudomonas* phage. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 7(1), 57-62.

Julkunen-Titto R. (1985). "Phenolic constituents in the leaves of northern willows methods for the analysis of certain phenolics". *Journal of Agricultural and Food chemistry*.33 :254-257.

K

Karou D, Dicko MH, Simpore J, Traore AS. (2005). Antioxidant and antibacterial activities of polyphenols from ethnomedicinal plants of Burkina Faso. *African Journal of Biotechnology*. (4): 823-828.

Kazemi M, Dadkhah A. (2012). Antioxidant Activity of Date Seed Oils of Fifteen Varieties from Iran. *Oriental journal of chemistry*. 28(3) : 1201-1205.

Khali M, Boussena Z, Boutekrabb L. (2015). Effets de l'incorporation de noyaux de dattes sur les caractéristiques technologiques fonctionnelles de la farine de blé tendre. *Nature et Technology*. (12) :16 à 26.

Khali M, Selselet-Attou G. (2008). Termisation de l'emballage pour atmosphère modifié sur le stockage des dattes. *Revue des régions Arides*. (21) : 326-333.

Kholkhal F. (2014). Etude Phytochimique et Activité Antioxydante des extraits des composés phénoliques de *Thymus ciliatus* ssp *coloratus* et *speuciliatus*. Thèse de Doctorat, Université Abou bekr belkaid.

Koehlin-Ramonatxo C. (2006). Oxygène, stress oxydant et supplémentation antioxydantes ou un aspect différent de la nutrition dans la maladie respiratoire. *Nutrition Clinique et Métabolisme*. (20) : 165 – 177.

L

Laghouiter O K, Benaliaa M, Djeridanea A, Bombardab I, Yousfi M. (2018). Chemical characterization and in vitro antioxidant capacity of nine Algerian date palm cultivars (*Phoenix dactylifera* L.) seed oil. *Mediterranean Journal of Nutrition and Metabolism*. 11(2) :103-117.

Lagnika L. (2005). "Etude phytochimique et activité biologique de substances naturelles isolées de plantes béninoises." Thèse de doctorat. Université Louis Pasteur. Strasbourg, 249p.

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. *Thèse de Magister. Université M'Hamed Bougara. Boumerdas*, 179.

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*. 13(2) :221-228.

M

- Maatallah S. (1970). Contribution à la valorisation de la datte algérienne. Thèse d'ingénieur INA El Harrach, 72p.
- Makkar H P S. (2000). "In *Quantification of tannins in tree foliage*". Working document, FAO/IAEA.
- Mansouri A, Embarek G, Kokkalou E, Kefalas P. (2005). Phenolic profile and antioxidant activity of the Algerian ripe date palm fruit (*Phoenix dactylifera*). *Food Chemistry*. 89 : 411-426.
- Marinova E, Yanishlieva V. (2003). Antioxidant activity and mechanism of action of some phenolic acids at ambient and high temperature. *Food Chemistry*.81:189 -197.
- Maurent K. (2017). Synthèse de composés phénoliques de type diarylheptanoïde. Evaluation de leurs propriétés antioxydantes et anti-inflammatoires. Thèse de doctorat, Université de Toulouse, Université Toulouse III-Paul Sabatier.
- Mena S, Ortega A. Estrela J M. (2009). Oxidative stress in environmental-induced carcinogenesis. *Mutation Research*. (674) : 36-44.
- Merouane A, Noui A, Medjahed H, Nedjari K, Nhadj A, Saadi A. (2014). Activité antioxydante des composés phénoliques d'huile d'olive extraite par méthode traditionnelle. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 8(4) : 1865-1870.
- Messaid H. (2007). Optimisation de processus de réhydratation de système dattes sèches Jus d'orange. Thèse de doctorat en génie alimentaire, département de technologie alimentaire, université M'hamed Bouguerra. Boumerdès. 109p.
- Mohammedi Z. (2013). Etude Phytochimique et Activités Biologiques de quelques Plantes médicinales de la Région Nord et Sud-Ouest de l'Algérie. Thèse de Doctorat, Université Abou bekr belkaid.
- Morena M, Martin-mateo M, Cristol J P, Canoud B. (2002). Stress oxydant, hémoincompatibilité et complication de la dialyse au long cours. *Néphrologie*. 23 (5) : 201 – 208.
- Mouley H. (2003). Le palmier dattier base de la mise le palmier dattier base de la mise ase de la mise en valeur des oasis au maroc. Intra-Editions : Division de l'Information et de la Communication. 9981-1994-3-5.

Mrabet A, Araujo A J, Bejarano R G, Arcos R R, Sindic M. (2020). Date Seeds: A Promising Source of Oil with Functional Properties. *Journal of Foods*. 9(6) :1-14.

Munier P. (1973). Le palmier dattier In Techniques Agricoles et Productions Tropicales. Maisonneuve et Larose. Paris. France. 217_221.

N

Niazi S, Khan I M, Pasha I, Rasheed S, Ahmad S, Shoaib M. (2017). Date palm: composition, health claim and food applications. *International Journal of Public Health and Health Systems*. 2 (1) :9-17.

Nimse S B, Pal D. (2015). Free radicals, naturel antioxydants, and their reactions mechanisms. *RSC advances journal*. (5) :27986-28006.

Novelli G P. (1997). "Role of free radicals in septic shock. *Journal of Physiology and Pharmacology*, (48): 517-527.

R

Rahman M, Kasapis S, Al-Kharusi N, Al-Marhubi I, Khan A (2007). Composition characterization and thermal transition of date pits powders. *Journal of Food Engineering*. 80 1– 10.

Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala, A., Yang, M., & Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free radical biology and medicine*. 26(9-10), 1231-1237.

P

Perrin J (1992). Détermination de l'altération dans « Manuel des corps gras ». Ed. TEC & DOC, Lavoisier. Paris. 2 :1198-1218.

Peyron G. 1989. Agronomie oasisienne - Egypte. Amélioration des systèmes de production oasisiens. Contribution à l'évaluation et la valorisation du patrimoine génétique égyptien. Importance du mâle pour la production dattière. Travaux de pré-sélection mâle en palmeraie égyptienne (*Phoenix dactylifera L.*). Montpellier : CIRAD-DSA, 120 p.

Peyron, G. (2000). Cultiver le palmier-dattier. *Cultiver le palmier-dattier*, 1-112.

Pincemail J, Meurisse M, Limet R, Defraigne J O. (1999). L'évaluation du stress oxydatif d'un individu: une réalité pour le médecin. *Vaisseaux, Coeur, Poumons*, 4(5), 12-23.

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

Pourrut B. (2003). Étude des profils d'expression de peroxydases chez une plante sentinelle en fonction d'un stress métal lourd, ensat. Rapport de DEA. :34.

S

Salvador M D, Aranda F, Gómez-Alonso S, Fregapane G. (2003). Influence of extraction system, production year and area on Cornicabra virgin olive oil: a study of five crop seasons. *Food chemistry*. 80(3), 359-366.

Selim S A, El Alfy S, Al-Ruwaili M, Abdo A, Al Jaouni S. (2012). Sensibilité de *Pseudomonas aeruginosa* résistant à l'imipénem aux glycosides flavonoïdes du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) tamar poussant à Al Madinah. Arabie Saoudite. *African Journal of Biotechnology*. (11) : 416-422.

Sánchez-Moreno C. (2001). Methods Used to Evaluate the Free Radical Scavenging Activity in Foods and Biological Systems. *Food Science and Technology International*. 8(3):121-137.

Schofield P, Mbugua D M, Pell A N. (2001). *Analysis of condensed tannins*. review. *Anim. Feed Sci. Technol.* (91): 21.

Shi L, Zheng W, Aleid S, Tang Z (2015). Date Pits: Chemical Composition, Nutritional and Medicinal Values. Utilization. *Crop Science*. 54 (4): 1322.

Sun B, Richardo-da-Silvia J M, Spranger I. (1998). "Critical factors of vanillin assay for catechins and proanthocyanidins". *J. of Agriculture and Food Chemistry*. (46) : 4267.

T

Tang Z X, Shi L E, Aleid S M. (2013). Date fruit: chemical composition, nutritional and medicinal values, products. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93(10), 2351-2361.

Toutain., 1996 - Rapport synthèse de l'atelier « technique culturale du palmier dattier » in option méditerranéenne, série n°28. Le palmier dattier dans l'agriculture des oasis des pays méditerranéens. Edition IAM, Zaragoza. Spain : 201-205.

V

Vayalil P K. (2012). Date fruits (*Phoenix dactylifera* Linn): an emerging medicinal food. *Critical reviews in food science and nutrition*, 52(3), 249-271.

Vermerris W, Nicholson R, Vermerris W, Nicholson R. (2006). Isolement et identification des composés phénoliques : un guide pratique. *Biochimie des composés phénoliques*. 151-196.

Y

Younas, A., Naqvi, SA, Khan, MR, Shabbir, MA, Jatoi, MA, Anwar, F., ... & Aadil, RM (2020). Perspectives alimentaires fonctionnelles et nutra-pharmaceutiques du fruit de la datte (*Phoenix dactylifera* L.). *Journal de biochimie alimentaire*. 44 (9), e13332.

Z

Zaid A. (2008). The world date production : a challenging case study.907p.

Zhishen, J., Mengcheng, T., & Jianming, W. (1999). The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food chemistry*, 64(4), 555-559.

Zohary D, Hopf M. (2000). Domestication of plants in the Old World: The origin and spread of cultivated plants in West Asia, Europe and the Nile Valley (No. Ed.

Résumé

Cette étude se concentre sur l'analyse de l'huile extraite des noyaux de dattes de la variété Takerboucht, provenant de la région d'Adrar. L'objectif principal de cette recherche est de déterminer la teneur en composés phénoliques de cette huile, y compris les polyphénols totaux, les flavonoïdes et les tanins condensés. De plus, nous visons à évaluer la capacité antioxydante de cette huile en utilisant deux tests, le DPPH et l'ABTS.

L'huile a été extraite à l'aide de la méthode Soxhlet, en utilisant de l'hexane comme solvant. Le rendement obtenu a été de 9,63%. Les composés phénoliques ont été extraits par une méthode d'extraction liquide-liquide, et leur teneur a été déterminée par des dosages colorimétriques spécifiques. Les polyphénols totaux ont été quantifiés en utilisant la méthode du Folin-Ciocalteu, les tanins condensés ont été mesurés avec la réaction à la vanilline, et les flavonoïdes ont été évalués en utilisant le trichlorure d'aluminium.

La teneur en polyphénols totaux de l'huile des noyaux de dattes est de 0,73 mg/ml, les tanins condensés s'élèvent à 0,47 mg/ml, et les flavonoïdes sont présents à une concentration de 0,53 mg/ml. Les résultats de IC_{50} du test DPPH indiquent une activité antioxydante de 0,09 mg/ml, tandis que la IC_{50} pour le radical ABTS est de 39 μ g/ml. Ces résultats démontrent la capacité élevée de l'huile des noyaux de dattes à neutraliser les radicaux libres DPPH et ABTS.

Cette étude a démontré que l'huile des noyaux de dattes de la variété Takerboucht est riche en composés phénoliques. Ces composés confèrent à l'huile une forte capacité antioxydante. Ces résultats suggèrent que l'huile pourrait être utilisée comme source naturelle d'antioxydants bénéfiques pour la santé humaine.

Mots clés : Datte, noyaux, composées phénoliques, DPPH, ABTS.

Abstract

This study focuses on the analysis of oil extracted from date pits of the Takerboucht variety, from the Adrar region. The main objective of this research is to determine the content of phenolic compounds in this oil, including total polyphenols, flavonoids and condensed tannins. Additionally, we aim to assess the antioxidant capacity of this oil using two tests, DPPH and ABTS.

The oil was extracted using the Soxhlet method, using hexane as the solvent. The yield obtained was 9.63%. The phenolic compounds were extracted by a liquid-liquid extraction method, and their content was determined by specific colorimetric assays. Total polyphenols were quantified using the Folin-Ciocalteu method, condensed tannins were measured with the vanillin reaction, and flavonoids were evaluated using aluminum trichloride.

The total polyphenol content of date stone oil is 0.73 mg/ml, condensed tannins amount to 0.47 mg/ml, and flavonoids are present at a concentration of 0.53 mg/ml. The IC_{50} results of the DPPH test indicate an antioxidant activity of 0.09 mg/ml, while the IC_{50} for the ABTS radical is 39 μ g/ml. These results demonstrate the high capacity of date pit oil to neutralize DPPH and ABTS free radicals.

This study demonstrated that the oil from date pits of the Takerboucht variety is rich in phenolic compounds. These compounds give the oil a strong antioxidant capacity. These results suggest that the oil could be used as a natural source of antioxidants beneficial to human health.

Keyword : Date, kernels, phenolic compounds, DPPH, ABTS.

ملخص

تركز هذه الدراسة على تحليل الزيت المستخرج من نوى التمر من صنف تاكربوشت من منطقة أدرار. الهدف الرئيسي من هذا البحث هو تحديد محتوى المركبات الفينولية في هذا الزيت، بما في ذلك البوليفينول الكلي والفلافونويد والعفص المكثف. بالإضافة إلى ذلك، نهدف إلى تقييم القدرة المضادة للأكسدة لهذا الزيت باستخدام اختبارين، DPPH و ABTS. تم استخلاص الزيت باستخدام طريقة Soxhlet، باستخدام الهكسان كمذيب. كان العائد الذي تم الحصول عليه 9.63%. تم استخلاص المركبات الفينولية بطريقة الاستخلاص السائل - السائل، وتم تحديد محتواها بواسطة فحوصات لونية محددة. تم قياس كمية البوليفينول الكلي باستخدام طريقة Folin-Ciocalteu، وتم قياس العفص المكثف باستخدام تفاعل الفانيلين، وتم تقييم مركبات الفلافونويد باستخدام ثلاثي كلوريد الألومنيوم. إجمالي محتوى البوليفينول من زيت حجر التمر هو 0.73 مجم / مل، والعفص المكثف يصل إلى 0.47 مجم / مل، والفلافونويد موجود بتركيز 0.53 مجم / مل. تشير نتائج IC_{50} لاختبار DPPH إلى نشاط مضاد للأكسدة يبلغ 0.09 مجم / مل، بينما تبلغ نسبة IC_{50} لجذر ABTS 39 ميكروجرام / مل. توضح هذه النتائج القدرة العالية لزيت حفرة التمر على تحييد الجذور الحرة DPPH و ABTS. أظهرت هذه الدراسة أن زيت نوى التمر من صنف تاكربوشت غني بالمركبات الفينولية. تمنح هذه المركبات الزيت قدرة قوية كمضاد للأكسدة. تشير هذه النتائج إلى أنه يمكن استخدام الزيت كمصدر طبيعي لمضادات الأكسدة المفيدة لصحة الإنسان. DPPH، ABTS، الكلمات المفتاحية: التاريخ، الحبوب، المركبات الفينولية،