



République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

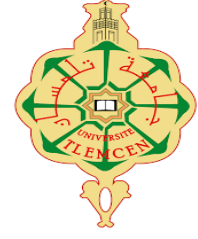
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

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

Mémoire

Présenté par MERAD ROFAIDA RIHAM

En vue de l'obtention du diplôme de Master en Sciences Biologiques
Option Biochimie appliquée

Thème

Activité antioxydante d'huile de noyaux de *Phoenix dactylifera L.* variété " HMIRA"

Soutenu le 26/06/2023, devant le jury composés de :

Présidente AZZI Rachid.

Pr

Université de Tlemcen.

Examinatrice : MEDJDOUB HOURIA.

MCB

Université de Tlemcen.

Encadreur : CHAOUCHE Mohammed Tarik.

MCB

Université de Tlemcen.

Année universitaire 2022/2023



Remerciements

Tout d'abord, je remercie Dieu de m'avoir donné le pouvoir de raisonner d'exploiter les vérités de l'univers et tout puissant qui m'a donné la force et la volonté, la patience pour pouvoir mener à ce modeste travail.

Mon travail a été réalisé au niveau de laboratoire des produits naturels LAPRONA faculté des sciences de la nature et de la vie et science de la terre et de l'univers. Je exprime ma reconnaissance à **Mme BELARBI** responsable du laboratoire pour m'avoir apporté l'aide qui me permette de travailler dans les meilleurs conditions.

Je remercie les plus profonds à mon encadreur **Mr CHAUCHE Tarik Mohammed** maître de conférences classe A au département de biologie, faculté des sciences de la nature et de la vie et science de la terre et de l'univers, université Abou Bekr Belkaid Tlemcen pour avoir accepté de diriger ce travail, pour ses encouragements, son aide, ses précieux conseils, sa confiance, sa patience afin de mener à bien mon mémoire.

Je remercie **Mr AZZI Rachid**, professeur au département de biologie, faculté des sciences de la nature et de la vie et science de la terre et de l'univers, université Abou Bekr Belkaid Tlemcen d'avoir accepté de présider les membres du jury.

Je remercie **Mme MADJDOUB Houria**, au département de biologie, faculté des sciences de la nature et de la vie et science de la terre et de l'univers, université Abou Bekr Belkaid Tlemcen d'avoir accepté d'examiner notre travail.

Je remercie également **SENHADJIE Souad** doctorante au département de biologie, faculté des sciences de la nature et de la vie et science de la terre et de l'univers, université Abou Bekr Belkaid Tlemcen, pour son aide, ses conseils, et sa gentillesse.



Dédicaces

Je dédie ce travail à,

Mes très chers parents, ma source de force dans la vie, qui sans eux je ne serai pas arrivée là aujourd'hui, à leur encouragement, leur conseils que je porterai en mon cœur tout ma vie, aucun hommage ne pourrait être à la hauteur de l'amour dont ils ne cessent de transmettre, que dieu leurs procure bonne santé et longue vie.

Je remercie mes frères **AbdelHaq** et **Abdelhamid** qui mon soutenus et encouragé tout au long de mon parcours, leur support sans faille, par le soutien moral, leur sincérité et leur humour particulier.

A mon ambitieuse et douce sœur **HADJER ZAIMA** de m'avoir soutenu et encouragé jusqu'au bout.

Je dédie ce mémoire à moi-même, pour tous mes efforts.

ملخص
تمور الحميرة *Phoenix dactylifera* L هي رمز لبلدان شرق الصحراء. لها قيمة غذائية وطبية
واققتصادية.

كان الزيت المستخرج من نواة التمر هو موضوع هذه الدراسة لتحديد محتواها من المركبات الفينولية
(البوليفينول الكلي الفلافونويد الكلي ، التانينات المكثفة) وتقييم قدرتها المضادة للأكسدة بطريقتين في
المختبر.

تم إجراء استخلاص الزيت باستخدام جهاز Soxhlet مع الهكسان كمذيب ، متبوعًا بالتبخير لاستعادة
الزيت. تتكون الخطوة الثانية من الاستخلاص بالطرد المركزي باستخدام خليط من المذيبات (الميثانول ،
الهكسان) بأحجام مكافئة ، متبوعًا بالتبخير. تم تحديد محتويات البوليفينول بواسطة طريقة-Folin
Ciocalteu ، والفلافونويد بطريقة ثلاثي كلوريد الألومنيوم ، والعفص بالتفاعل مع الفانيلين Hcl- تم تقييم
نشاط مضادات الأكسدة من خلال اختبارات DPPH و ABTS .

محتويات البوليفينول الكلي ، الفلافونويد والعفص واعدة للغاية ، بقيم 0.611 مجم / EAG جم زيت ،
0.48 مجم / EC جم زيت و 0.35 مجم / EC جم زيت ، على التوالي. يُظهر اختبار
DPPH أعلى نشاط ، بقيمة 0.123 مجم / مل ، بينما يعطي الاصطياد الجذري ABTS قيمة 136
ميكروغرام / مل. لذلك فإن زيت نواة التمر يحتوي على نسبة طبيعية من مضادات الأكسدة ، مما يجعله
مكونًا محتملاً لتكوين المكملات الغذائية أو مستحضرات التجميل لعلاج الأمراض المختلفة المتعلقة بالإجهاد
التأكسدي.

الكلمات المفتاحية: *Phoenix dactylifera* ، الحميرة، النواة ، المركبات الفينولية ، النشاط المضاد
للأكسدة.

Résumé

Les dattes *Phoenix dactylifera L* variété Hmira, sont emblématiques des pays orientaux sahariens. Elles ont une valeur nutritionnelle, médicinale et économique. L'huile extraite des noyaux de datte Hmira a fait l'objet de cette étude afin de déterminer sa teneur en composés phénoliques (polyphénols totaux, flavonoïdes totaux, tanins condensés) et d'évaluer sa capacité antioxydante par deux méthodes *in vitro*.

L'extraction de l'huile a été réalisée en utilisant l'appareil de Soxhlet avec de l'hexane comme solvant, suivi d'une évaporation pour récupérer l'huile. La deuxième étape consiste en une extraction par centrifugation en utilisant un mélange de solvants (méthanol, hexane) en volumes équivalents, suivi d'une évaporation. Les teneurs en polyphénols ont été déterminées par la méthode du Folin-Ciocalteu, les flavonoïdes par la méthode du trichlorure d'aluminium, et les tanins par la réaction avec la vanilline-Hcl. L'activité antioxydante a été évaluée par les tests du DPPH et de l'ABTS.

Les teneurs en polyphénols totaux, flavonoïdes et tanins se révèlent très prometteuses, avec des valeurs de 0,611 mg EAG/g d'huile, 0,48 mg EC/g d'huile et 0,35 mg EC/g d'huile, respectivement. Le test du DPPH présente l'activité la plus importante, avec une valeur de 0,123 mg/ml, tandis que le piégeage du radical ABTS donne une valeur de 136 µg/ml.

L'huile de noyaux de datte Hmira présente donc une teneur en antioxydantes naturels, ce qui en fait un ingrédient potentiel pour la formulation de compléments alimentaires ou de produits cosmétiques destinés au traitement de diverses maladies liées au stress oxydatif.

Mots clés : *Phoenix dactylifera*, Hmira, noyaux, composés phénoliques, activité antioxydante.

Abstract

Dates Hmira *Phoenix dactylifera L.* is the emblem of the Eastern Saharan countries, it has a nutritional, medicinal, economic value. Hmira date kernel oil were the subject of this work to determine the content of Hmira date kernel oil in phenolic compounds (total polyphenols, total flavonoids, condensed tannins) and to evaluate the antioxidant capacity by different *in vitro* methods. Extraction of oil from date stone by two the extraction the first is by soxhlet by hexane for recovery of the solvent then a hot to vape for the recovery of oil, the second by a mixture with equivalent volume of solvent (methanol, hexane) by a centrifugation go through hot to vape. the polyphenol content is determined by the Folin-Ciocalteu method, the flavonoids by the aluminum trichloride method and the tannins by vanillin Hcl. The antioxidant activity is evaluated by DPPH, ABTS. The contents of total polyphenols, flavonoids and tannins are very promising 0.611 mg EAG/g H; 0.48 mg EC /g H; 0.35 mg EC /g H respectively. The DPPH test represents the most important activity 0.123 mg/ml, the trapping of the radical ABTS 136 µg/ml. Hmira date stone oil has a high content of natural antioxidants, which contribute to the development of the food medicinal supplement for the treatment of various diseases related to oxidative stress and cosmetic field.

Key words: *Phoenix dactylifera*, Hmira, seed, phenolic compounds, antioxidant activity.

Liste des Figures

Figure 1 : présentation morphologique de datte.....	6
Figure 2 : formation des radicaux libres.....	13
Figure 3 : facteurs et conséquence du stress oxydatif	14
Figure 4 : étapes d'Extraction d'huiles de dattes Hmira	18
Figure 5 : étapes de la préparation de la poudre de noyau de dattes Hmira.....	19
Figure 6 : étapes d'extraction les composés phénoliques	20
Figure 7 : piégeage de radicales de DPPH.....	24
Figure 8 : génération du radical ABTS par un oxydant	25
Figure 9 : rendement d'huile.....	28
Figure 10 : courbe d'étalonnage de l'acide gallique pour le dosage des polyphénols totaux ..	28
Figure 11 : courbe d'étalonnage de la catéchine pour le dosage des flavonoïdes	28
Figure 12 : courbe d'étalonnage de la catéchine pour le dosage des tanins	29
Figure 13 : pourcentage d'inhibition du radical DPPH en fonction des concentrations d'huiles	31
Figure 14 : pourcentage d'inhibition du radical DPPH en fonction des différentes concentrations du BHA	31
Figure 15 : Pourcentages d'inhibition du radical DPPH en fonction des différentes concentrations du BHT...32	
Figure 16 : pourcentage d'inhibition du radical ABTS ⁺ en fonction des différentes concentrations d'huile.33	
Figure 17 : pourcentage d'inhibition du radical ABTS ⁺ en fonction des différentes concentrations du Trolox 33	

Liste des photos

Photos 1 : <i>Phoenix dactylifera</i>	4
Photos 2 : carte des régions de culture du palmier dattier en Algérie	5
Photos 3 : Dattes Hmira.....	8

Liste des Tableaux

Tableau 1 : Principale de dattes Algériennes et leur aire de culture	6
Tableau 2 : Composition des noyaux de dattes	8
Tableau 3 : La classification d'huile végétale	10
Tableau 4 : Protocole de dosage des polyphénols totaux	21
Tableau 5 : Protocole de dosage des flavonoïdes	22
Tableau 6 : Protocole de dosage des tanins	23
Tableau 7 : Teneurs en composés phénolique dans huile de noyau de datte	29
Tableau 8 : Concentration inhibitrices à 50% d'huile et les deux standards BHA, BHT	31
Tableau 9 : Concentration inhibitrices à 50% d'huile et du trolox	33

Liste des Abréviations

ROS	Espèce réactives de l'oxygène
EOA	Espèce oxygénés activée
SOD	Superoxyde dismutase
GOX	Glutathion peroxydase
RNS	Espèces réactives de l'azote
SOD	Superoxyde dismutase
R%	rendement
H	Huile
EC	Equivalent de la catéchine
DPPH	Le 2.2-diphényle-1-picrylhydrazyl
ABTS	Acide 2.2-azino-bis (3-éthylbenzothiazoline-6-sulphonique)
IC₅₀	Concentration inhibitrice 50%

Table des matières

Liste des figures	
Liste des photos	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Introduction générale.....	1
I. Etude botanique de la plante <i>Phoenix dactylifera L.</i>	
1. Historique et origine.....	4
2. Taxonomie de la plante	4
3. Répartition géographique	5
4. Les dattes.....	5
5. Variété de datte en Algérie.....	6
6. Les noyaux de datte.....	7
6.1- Définition et description de noyau de datte	7
6.2- Composition chimique de noyau de datte	7
7. transformation technologique issus de datte	8
7.1- Huiles végétales.....	9
7.2- Classification des huiles végétales	9
7.3- Composition chimique d'huile de noyau de datte	9
7.3.1- Composition en Acide gras	10
7.3.2- Composition en antioxydante naturels	11
8. Valorisation d'huile de noyau de datte	11
II. Stress oxydatif	12
1. Définition	13
2. Origine de stress oxydatif	13
3. Radicaux libre	13
4. Pathologie lié au stress oxydatif.....	14
5. Moyens de lutte contre le stress oxydatif.....	14
6. Classification des antioxydantes	14
6.1- Antioxydantes endogène enzymatique	14
6.2- Antioxydantes endogène non enzymatique	15
6.3- Antioxydantes exogènes.....	15

III. Matériel et méthodes	16
1- Matériel végétale.....	17
1.1- Choix et récolte des dattes	17
1.2- Préparation du matériel.....	17
1.3- Extraction des composés phénoliques	19
2- Evaluation expérimentaux et quantification de certain composé phénolique.....	21
2.1- Dosage des polyphénols	21
2.2- Dosage des flavonoïdes	21
2.3- Dosage des tanins condensés	22
3- Evaluation des activités biologiques <i>in vitro</i>	23
3.1- Détermination de l'activité antioxydante	23
3.1.1. Piégeage du radical DPPH.....	23
3.1.2- Piégeage du radical ABTS.....	24
IV. Interprétation	26
1- Extraction d'huile de noyau de datte	27
2- Evaluation de la teneur en composé phénolique	27
3- Evaluation de la capacité antioxydante	28
3.2- Piégeage du radical DPPH.....	30
3.3- Piégeage du radical ABTS.....	32
Conclusion et perspectives	35
Référence bibliographique	37

Depuis antiquité, l'Homme influencé par son environnement naturel pour répondre à ses besoins et améliorer son mode de vie. Les plantes jouent un rôle essentiel du quotidien humain car elles fournissent des ressources vitales à l'homme et contribuent à maintenir l'équilibre écologique de notre planète, la révolution de la science de la plante, leur valorisation dans le domaine médical, cosmétique, et agroalimentaire.

Les plantes sont des réservoirs de molécules bioactives encore peu explorées, elle représente une immense source des composés phénoliques. L'extraction et l'isolation de ces composés à partir de plante utilisée en médecine traditionnelle étaient des ressources prolifiques de nouveaux médicaments qui remplacent les produits synthétiques (**Gueboudji et al., 2022**).

Actuellement, les chercheurs se penchent sur l'exploration de nouvelles molécules d'origine végétale dans le but de les incorporer dans la composition de médicaments. Le stress oxydatif est devenu une pathologie très répandue à notre époque, bien que la plupart des individus ne réalisent pas sa gravité. Il s'agit d'un déséquilibre entre la production de radicaux libres et la capacité du corps à neutraliser leurs effets néfastes. Ce phénomène est responsable de plusieurs maladies telles que le diabète, le cancer et les problèmes cardiovasculaires. Étant donné le manque d'antioxydantes dans notre alimentation, il est primordial de neutraliser la forte concentration de radicaux libres présents dans notre organisme. C'est pourquoi la recherche actuelle se concentre sur l'exploration des sources naturelles d'antioxydantes (**Haleng et al., 2007 ; Al-Farsi et al., 2005**).

En Algérie, connus pour son vaste étendu de désert, notamment le Sahara, qui occupe une grande partie de son territoire et l'un des déserts les plus vastes au monde. L'Algérie se tira profit de produire l'une de ses ressources les plus précieuses : les dattes (**Belguedj, 2001**).

Les dattes sont un fruit le plus consommé à jeun, les dattes possèdent des vertus thérapeutiques innombrables : anti-inflammatoire, antibiotique, anticancéreux et autres, les noyaux de datte sont riches en antioxydantes, métabolite secondaire et des oligoéléments essentiels au maintien d'un équilibre de l'organisme (**Boukouada et al., 2014 ; Besbas et al., 2004 ; Munier, 1973**) Notre étude portée sur l'huile de noyaux de datte Hmira, d'origine Algérienne cultivée dans la wilaya d'ADRAR.

Ce travail s'inscrit dans le cadre de la valorisation des sous-produits. Nous avons intérêt à déterminer des teneurs en composés phénoliques qui confèrent aux plantes la capacité de neutralisation des radicaux libres ; l'évaluation des antioxydantes par différentes méthodes *in vitro* : DPPH, ABTS.

Ce manuscrit est réparti en 3 chapitres :

Chapitre 01 : Nous abordons tout d'abord le *Phoenix dactylifera*, suivi d'une vue d'ensemble sur le stress oxydatif et le système de défense.

Chapitre 02 : Nous présentons les différents dosages utilisés pour évaluer les différents paramètres nécessaires à la détermination du potentiel antioxydant de l'huile de noyaux de datte Hmira.

Chapitre 03 : Nous vous présentons tous les résultats obtenus lors de nos manipulations, ainsi que la discussion, les perspectives et les projets futurs.

I. Etude botanique de la plante

1- Etude botanique de la plante *Phoenix dactylifera* L.

Le palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) est une plante primitive fruitière les plus importants qui contribuent largement à l'économie des pays du Moyen-Orient et de l'Afrique du Nord. Il est appelé par excellence "arbre de vie" en raison de sa résistance aux conditions climatiques défavorables, ainsi qu'aux nombreux attributs nutritionnels et médicinaux de ses fruits et d'autres parties de la plante (Saikat Gantait et al., 2018).

2- Historique et origine

Le palmier dattier est dénommé *Phoenix dactylifera* L. par LINNE en 1734 (Munier, 1973). Le mot Phoenix : signifie dattier chez les Grecs, et *dactylifera* est dérivé du mot dactylus, signifiant doigt en raison de la forme des fruits (Djerbi, 1994).

Le palmier dattier est originaire de golfe persique et est cultivé dans les régions aride (Mazoyer, 2002; Gilles, 2000). Les dattes sont connues sous le nom de sugar palm en Anglais, et Nekhl chez les arabes. Les fruits des dattes font partie intégrante du régime alimentaire des Arabes et des musulmans à travers le monde.

2-Taxonomie de la plante

Le palmier dattier qui comporte plus que douze espèces, la plus connue est *dactylifera*, et qui appartient à la famille des monocotydones, est largement commercialisé à l'échelle internationale en raison de ses dattes (Espiard, 2002).

La classification botanique du palmier dattier donnée par (Djerbi, 1994) est présentée comme suite :

Groupe : **Spadiciflore**

Embranchement : **Angiosperme**

Classe : **Liliopsida (monocotylédone)**

Ordre : **Arecale (palmale)**

Famille : **Areaceae (Palmacée)**

Tribu : **phoenixées**

Genre : **Phoenix**

Espèce : ***Phoenix dactylifera***



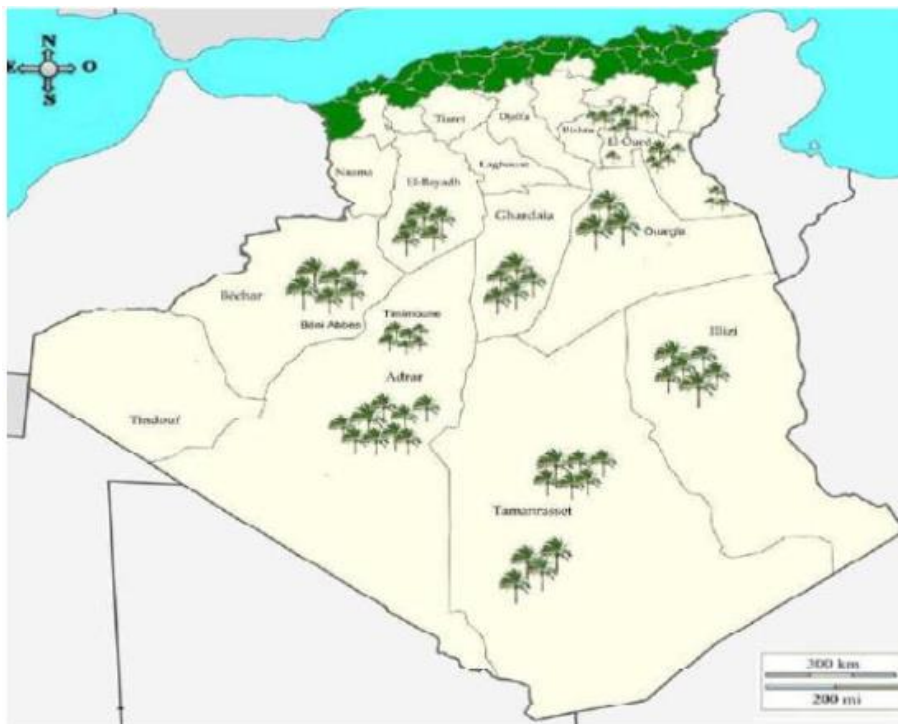
Photo 1: Le palmier dattier.

3- Répartition géographique

Les régions chaudes et arides de la péninsule arabique, du Moyen-Orient et l'Afrique du Nord sont les régions d'origine des palmiers dattiers. Ils sont largement cultivés, sa culture s'est étendue à des pays comme le Mexique, l'Amérique du Sud, les États-Unis, l'Afrique australe et l'Australie grâce à l'échange de matériel génétique. Actuellement, l'Égypte est considérée comme le premier pays producteur de dattes, suivie par l'Iran, l'Algérie, l'Arabie Saoudite, l'Irak, le Pakistan et le Soudan (**Tengberg, 2012; Jain et al., 2011**).

Le palmier dattier se situe généralement dans les régions phoenicicoles au sud de l'atlas saharien, mais surtout dans le sud-est du pays (Ziban, oued souf, oud righ, Ouargla). L'une des grandes régions.

En Algérie, le nombre de palmier dattiers dépasse les 18.6 millions d'unités, avec plus de mille variétés et une production qui atteint de près de 990.000 tonnes (**Benziouche et cheriet, 2012**) (photos 2).



Photos 2 : carte des régions de culture du palmier dattier en Algérie (**Espiard, 2002**).

4-Les dattes

Les dattes sont des fruits de palmier dattier, est une baie de forme allongée, Sa dimension varie de 1,5 à 8 cm de longueur et son poids varie de 2 à 20 g, oblongue ou arrondie. Elle est composée d'un noyau, ayant consistance dure, entouré de chair (**Figure 1**). Elle est constituée de 2 parties:

- Une partie comestible représentée par la chair ou pulpe.

- Un péricarpe ou enveloppe cellulosique fine dénommée peau, Un mésocarpe généralement charnu, de consistance variable selon sa teneur en sucre et de couleur soutenue, Un endocarpe de teinte plus clair et de texture fibreuse, parfois réduit à une membrane parcheminée entourant le noyau (**Besbas, 2004**). Une partie non comestible formée par le noyau ou la graine.

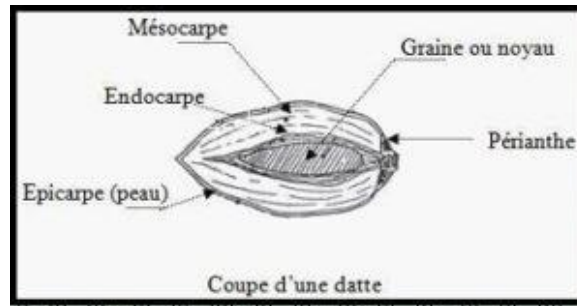


Figure 1: présentation morphologique de datte (**Belguedj, 2001**).

5-Variété de datte en Algérie

L'Algérie est réputée pour être l'un des principaux producteurs mondiaux de dattes, avec un nombre impressionnant de palmiers dattiers et une variété de cultivars. Les dattes occupent une place importante dans l'agriculture et l'économie du pays, contribuant à l'exportation. Dans le tableau suivant, nous présenterons les principales variétés de dattes cultivées en Algérie, ainsi que leurs zones de culture (**tableau 1**).

Tableau 1: Principales variétés de dattes Algériennes et leur aire de culture (**Dubost, 1991**).

variétés	consistance	Aire de culture
Deglet-Nour	Demi molle(P)	Bas Sahara Mzab
Ghars	Molle (P)	idem
Degla –Beida	Sèche(T)	Oued rhir
Mech Degla	Sèche(T)	Ziban
Tantebouchet	Molle (P)	Ouargla Mzab
Tafezouine	Demi molle(P)	Ouargla Mzab
Bent Keballah	Molle (P)	Ouargla Mzab
Tadala	Molle (P)	Mzab Laghouat
Timjoughert	Demi molle(N)	Mzab Gourara
Hmira	Demi molle(N)	Touat, Saoura
Tegaza	Demi molle(N)	Tidikelt
Tazerzait	Demi molle(N)	Sud-ouest
Ouarglia	Demi molle(N)	Sud-ouest
Tim-nacer	Sèche(N)	Sud-ouest
Taker-boucht	Demi molle(P)	Touat, Gourara
Aghrs	Sèche(T)	Touat

P : Précoce (Période de récolte en fin Aout) ; **N** : Normale (Période de récolte en septembre) ; **T** : Tardive (Période de récolte en novembre).

6-Les noyaux de datte

Les noyaux de dattes sont considérés comme des déchets provenant de diverses industries qui traitent les dattes. Dans les pays le plus producteurs de palmiers dattiers, ces noyaux sont généralement jetés ou partiellement utilisés comme aliments pour animaux. Cependant, à part quelques usages traditionnels, leur potentiel en nutrition humaine est peu exploré (Khali et al., 2013).

6.1-Définition et description de noyau de datte

Le noyau de la datte, également appelé graine, est de forme allongée et varie en taille. Il pèse en moyenne environ un gramme et il montre de 10 à 30 % du poids total de la datte. Enveloppé dans une membrane appelée endocarpe, le noyau est composé d'un albumen dur et coriace, protégé par une enveloppe cellulosique (khali et al., 2013)

6.2-Composition chimique de noyaux de datte

Le noyau de datte est principalement composé de cellulose, de lignine, de hémicellulose et de divers minéraux tels que le calcium, le potassium, le magnésium et le fer (tableau 2, photo 3). Il peut également contenir des traces d'huile, de protéines et de composés phénoliques ce qui confère des propriétés antioxydantes et anti-radicalaire, qui aident le corps de se prémunir contre les éventuels préjudices dus au stress oxydatif et contre le cancer humain (Al-Farsi et al., 2005).



Photo 3 : Dattes HMIRA

Tableau 2 : composition des noyaux de dattes (Boughnou, 1988).

constituant	% du poids du noyau
Eau	6.46

Huiles	8.49
Protéines	5.22
Glucides	62.51
Fibres	16.20
Cendre	1.20

7-Transformation Technologique issue de datte

Dans l'industrie les dattes peuvent être utilisées pour produire une variété de produits, tels que des jus, des pâtes, des confitures, des sirops, des poudres et même des biocarburants (**Al farsi, 2016**). Le noyau de datte est une partie souvent négligée du fruit, mais il peut être valorisé de différentes manières. Les utilisations possibles de noyau de datte sont :

- Le combustible : le noyau de datte peut être brûlé pour produire de la chaleur ou de l'énergie et elle est utilisée comme combustible de biomasse viable pour la production d'électricité.
- Matériaux de filtration : il est utilisé pour fabriquer des filtres pour les industries et comme matériaux de filtration pour éliminer les métaux lourds des eaux usées.
- Matière première pour la production de charbon actif : le noyau de datte peut être utilisé comme matière première pour la production de charbon actif de haute qualité, la purification de l'eau et de l'air (**Ahmed et al., 2016**).
- Les dattes sont connues pour leurs propriétés nutritionnelles et leurs bienfaits pour la santé, et ont également été utilisées en médecine traditionnelle depuis des siècles.
- Laxatif naturel : Les dattes sont riches en fibres, ce qui peut aider à soulager la constipation (**Al-Alawi, 2017**).
- Propriétés anti-inflammatoires : Les dattes contiennent des composés anti-inflammatoires, tels que les flavonoïdes et les caroténoïdes, qui peuvent réduire l'inflammation dans le corps (**Mansour, 2014**).
- Effet antioxydante : Les dattes sont riches en antioxydantes, qui peuvent aider à protéger le corps contre les dommages causés par les radicaux libres (**Kim, 2013**).
- Effet hypocholestérolémiant : Les dattes peuvent aider à réduire les niveaux de cholestérol dans le corps (**Alkaabi,2015**).

Dans le domaine agroalimentaire les dattes utilisé dans :

- Produits de boulangerie : Les dattes peuvent être utilisées dans la fabrication de pains, biscuits, gâteaux et autres produits de boulangerie pour ajouter de la douceur naturelle et de la texture.
- Confiserie : Les dattes sont également utilisées dans la fabrication de bonbons, pâtes de fruits et autres confiseries pour leur goût sucré et leur texture moelleuse.
- Boissons : Les dattes peuvent être utilisées dans la fabrication de jus de fruits, de smoothies et d'autres boissons pour ajouter de la douceur naturelle et des nutriments.
- Aliments pour animaux : Les dattes peuvent également être utilisées dans la fabrication d'aliments pour animaux pour leur teneur en fibres, minéraux et autres nutriments (**Al-Farsi et al., 2018; Patil et al., 201 ; Ardekani et Retal, 2015**).

7.1. Les huiles végétales

Les huiles végétales sont des composés organiques non- volatiles et hydrophobes. Les huiles sont extraites de plantes oléagineuses comme les graines, les noix, les fruits ou les légumes. Souvent liquide à température ambiante et qui sont insoluble dans l'eau et soluble dans les solvants organiques non-polaire.

Les huiles végétales sont composé chimiquement majoritairement dans la plupart des cas d'un mélange de 95% de triglycéride et 5% d'acide gras libre, les stérols, l'alcool, les cires (**Zovi, 2009**).

7.2. Classification des huiles végétales

Les huiles végétales peuvent être divisées en 4 groupes principaux, l'indice d'iode est utilisé pour discrimination (**tableau 3**).

Tableau 3 : la classification d'huile végétale.

Type des huiles	Acide gras	Exemple	Indice d'iode
Les huiles saturées	- aurique - palmitique - stéarique	- palmiste - palme - karité	De 5 à 50
Les huiles mono-insaturées (semi-siccatives)	- oléique	- olive, arachide, colza	De 50 à 100
Les huiles di-insaturées (semi-siccatives)	- linoléique	- tournesol, coton, maïs, soja	De 100 à 150
Les huiles tri-insaturées (siccatives)	- linoléiques - éléostariques	- lin - huile de bois de chine	>150

7.3. Composition chimique de l'huile de noyau des dattes

7.3.1- Composition en acide gras

Selon plusieurs études effectuées par des auteurs, (**Besbes et al., 2005**) que le pourcentage en matière grasse de l'huile de noyau de datte est entre 7 à 13 % ce qui peut justifier sa valorisation.

D'après **Besbas et al., 2005** a prouvé que l'huile de noyaux de deux variété de date tunisiennes daglet Noor et Alling est mono-insaturée, les acide gras d'huile de noyaux de datte sont présenté sous deux forme: soit insaturée ou saturée selon le type de noyaux.

D'autres études effectuées sur quatorze variétés de dattes, représentent que 14 types d'acides gras peuvent exister dans l'huile du noyau de datte mais seulement huit variétés sont relevés dans la pulpe de fruit et à de faibles concentrations (**Besbas et al., 2004**).

7.3.2- Composition en antioxydants naturels

D'après **Besbas et al. (2007)**, il a été constaté que l'huile de noyau de datte est une source assez riche en antioxydants naturels tels que les polyphénols, les stérols, les tocophérols et les caroténoïdes. Ces auteurs ont également noté que ces substances présentent une activité antioxydante élevée par rapport aux antioxydants synthétiques tels que le BHA et le BHT. L'un des avantages de ces antioxydants naturels est qu'ils ne présentent pas de risques pour la santé humaine, contrairement aux antioxydants synthétiques. Par conséquent, leur utilisation rationnelle est préférable en raison de leur origine naturelle.

8. Valorisation d'huile de noyaux de datte

L'huile de noyaux de datte, de nos jours, constitue de précieuses matières premières pour l'industrie. Comme domaines d'application, on peut citer le domaine alimentaire qui utilise l'huile pour la cuisson, la friture, la production de margarine et qui remplace l'huile dans la mayonnaise. Dans le domaine de cosmétique est utilisée dans les compositions des crèmes de cosmétique, produit de beauté, des masques elle est utilisée contre les rayons ultraviolets.

D'autres applications, des détergents, des lubrifiants et des agents tensioactifs (bio surfactants) dans la production des polymères, peintures, encres, fluides hydrauliques et bio solvants (**Rup, 2009**). Le but d'accorder à ces produits dérivés réside dans leur taux de biodégradabilité extrêmement élevé. En raison de l'énergie dégagée lors de la combustion, des huiles végétales ont été expérimentées comme biocarburant (**Soumanou et al., 2005**).

II. Stress oxydatif

Le stress oxydatif est définie comme une oxydation intracellulaire excessive qui détériore la cellule due à un déséquilibre entre la surproduction (endogène ou exogène) de radicaux libre oxygénés qui dépassant leurs capacité antioxydante. Ce déséquilibre conduit potentiellement à des dégâts structuraux et fonctionnels (**Favie, 2006 ; Pasquier, 1995**).

1- Origine de stress oxydatif

Dans les conditions physiologique normale des radicaux libre sont produit à faible quantité comme médiateur tissulaire, mais la production peut devenir excessive qui résulte un phénomène toxique exogène et l'organisme va protéger par différents systèmes antioxydante (**Favier, 2003**).

2- Radicaux libre

Un radical libre est une espèce chimique (atome ou molécule possèdent un ou plusieurs électrons non appariés sur leur couche externe. capables d'existence indépendamment, qui peuvent être formées par la perte ou le gain d'électrons à partir d'un compose non radicalaire ces espèces chimique instable très réactive et possèdent un temps de demi-vie extrêmement court (**Figure 2**).

Les radicaux libres sont deux types :

- Les radicaux libres peuvent être d'origine exogène produit des radiations comme les régions X et lumière UV, polluant de l'air, solvant organique, xénobiotique.
- Les radicaux libres d'origine endogène ils sont produits principalement dans la chaine respiratoire mitochondriales des cellules des organismes aérobies (**Valéry et al, 2007**).

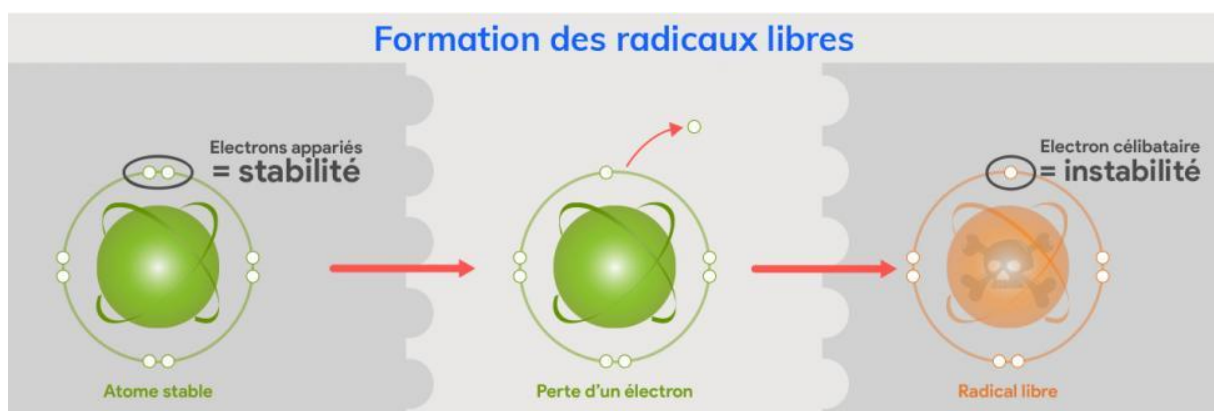


Figure 2 : formation des radicaux libres.

3- Pathologie lié au stress oxydatif

Notre mode vie et nos mauvaises habitudes (obésité, exercice physique intense, alimentations) augmente de façon anormale la génération d'espèce oxygénées activée (EOA) qui provoque le stress oxydatif dans notre organisme.

A long terme ceci permettre à l'apparition avec l'âge et vieillissement de nombreuse pathologie comme apparitions des cancers ou les maladies cardio-vasculaires, le diabète, insuffisance rénale, maladies d'Alzheimer et bien d'autres pathologie (**Figure 3**) (**Haleng et al., 2007**).

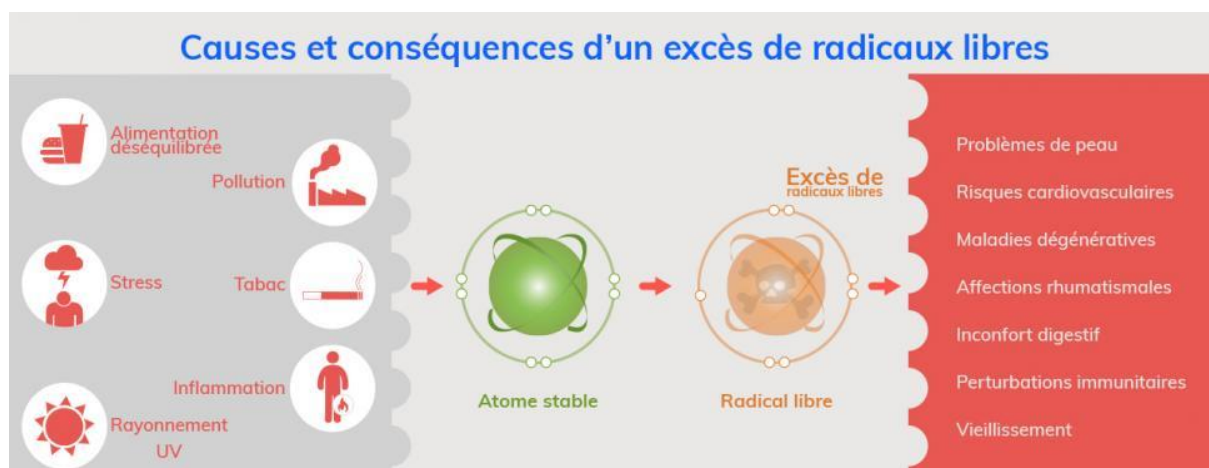


Figure 3 : facteurs et conséquence du stress oxydatif.

4- Moyens de lutte contre le stress oxydatif

Les antioxydantes sont des composé chimique synthétisés par l'organisme ou le plus souvent apportés par l'alimentation et qui permet de neutralisée les ERO pour maintenir à un taux faible dans les cellules, ils empêchent ou en réduisant le déclenchement d'un stress oxydant pour former des composés stable (**favier, 2003**).

5- Classification des antioxydantes

6.1- Antioxydantes endogènes enzymatiques

- **Catalases (CAT)**

La catalase es un enzyme responsable de la réduisent le peroxyde d'hydrogène H_2O_2 en libèrent le O_2 dans l'eau dans les conditions physiologiques, elle est principalement localisée dans les peroxysomes, mais aussi dans les mitochondries et le cytoplasme (pour les cellules dépourvus de cet organite exemple : les globules rouges) (**Lindau et Shaffer, 1993**).

- **Superoxyde Dismutase (SOD)**

Les superoxydes dismutase ou SOD sont des antioxydantes enzymatique ubiquitaires présent dans la plupart des organismes eucaryotes. Ces métalloprotéines représentent l'une des premières lignes de défense contre le stress oxydatif en assurant l'élimination de l'anion superoxyde par une réaction de réduction en le convertissant en hydrogène moléculaire et en oxygène (Haleng et al., 2007). Il existe plusieurs SOD qui diffèrent par leur cofacteur (cuivre, zinc), leur structure et localisation cellulaire (Behrend et al., 2003).

- **Glutathion peroxydase(GPX)**

la coenzyme sélénium (sélénoprotéines) est localisés dans la matrice mitochondriale et le cytoplasme .elle a pour activité de réduisent les peroxydes organiques (ROOH) et le peroxyde d'hydrogène (H₂O₂) (Valko et al., 2006).

6.2- Antioxydante endogène non enzymatique

- **Glutathion**

Le glutathion est tripeptide (γ -glutamyl-cystéine) ubiquitaire) ubiquitaire produit dans divers tissus. Il est présent majoritairement dans nombreux compartiment intracellulaires sous une forme réduite (Valko et al., 2006) , il fait l'objet d'interaction avec d'autre composant du système antioxydante ,Tel que la vitamine C et E. Un rapport GSH/GSSG élevé est important pour assurer une protection contre le stress oxydant (Valko et al., 2006).

- **Bilirubine**

La bilirubine est un produit terminal de la dégradation de l'hème et résulte principalement du catabolisme de l'hémoglobine par les cellules réticuloendothéliales. Elle est capable de piéger les radicaux pyroxyde et l'oxygène singlet et les radicales hydroxyle .la bilirubine protégeant l'albumine et les acides gras liés à l'albumine contre les attaques radicalaires (Haleng et al., 2007).

6.3- Les antioxydantes exogènes

- **Vitamine C**

La vitamine C ou l'acide ascorbique est un composée organique hydrosoluble est considérée comme étant l'antioxydante naturel le plus puissant. C'est une vitamine indispensable pour l'homme car "le gène de la gulonolactone oxydase, l'enzyme finale de la voie de synthèse de l'acide ascorbique, a subi des mutations qui le rendent non fonctionnel. Elle inhibe la

peroxydation lipidique en régénérant la vitamine E à partir de la forme radicalaire issue de sa réaction avec des radicaux lipidiques (**Haleng et al., 2007**).

- **Oligoéléments**

Les oligoéléments ou les éléments-trace (zinc, sélénium, manganèse, cuivre) constituent des cofacteurs nécessaires aux activités des enzymes, D'autres constituants de l'alimentation comme et la vitamine B agissent comme antioxydantes indirects en régulant l'homocystéine et le chrome qui améliore de la sensibilité à l'insuline ou en combattant l'inflammation comme magnésium (**katyal, 1986**).

III. 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.

Matériel végétal

1.1- Choix et récolte des dattes

Les dattes sont un fruit très consommé en Algérie, surtout lorsqu'elles sont jeûne. On s'est axé sur les dattes Hmira dans cette étude, car ce palmier dattier n'a été introduit que récemment en Algérie. Les noyaux étudiés proviennent des dattes de la variété Hmira. Algérienne wilaya d'ADRAR qui y a été récolté en 2021 et acheté à l'état frais au commerce.

Les noyaux de dattes font partie des fruits qui sont souvent jetés, ignorant complètement leurs effets bénéfiques sur la santé. Notre recherche s'est basée sur ce principe, afin de démontrer les richesses de ces noyaux en composés antioxydantes.

1.2- Préparation du matériel

Les noyaux utilisés proviennent de datte Hmira fraîches, décortiquées à la main. Ils sont nettoyés et séchés, puis réduits en poudre à l'aide d'un broyeur électrique. la poudre est tamisée afin d'éliminer les gros morceaux.

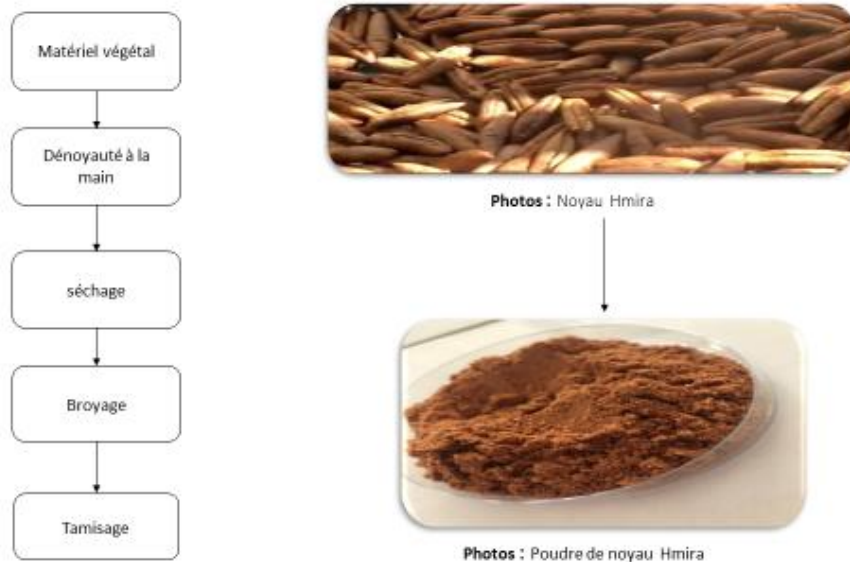


Figure 4 : Etapes de la préparation de la poudre de noyau de dattes Hmira.

Extraction d'huiles de noyaux de datte :

- Peser le ballon vide =172.067g.
- Verser 400ml d'Hexane dans le ballon.
- Peser 80g de la poudre de la variété Hmira.
- Verser 80g de Hmira dans la cartouche, puis dans le montage par méthode d'extraction de soxhlet (délipidation).
- Laisser chauffer au max jusqu'à le solvant bouillon puis en baisse la température.
- Formation de la couleur jaune dans le solvant indique la présence de la matière grasse.
- La durée d'extraction 05heure.
- Récupération de solvant, puis en met à l'évaporation à 40°C.
- Récupération d'huile fixe (**Figure 4,5**).

Le rendement en huile est calculé à l'aide de la formule suivant :

$$\text{Rendement \%} = (P1-P2/P3)*100$$

P1 : poids ballon après évaporation(g)

P2 : poids ballon vide(g)

P3 : poids initiale de la matière végétale(g)

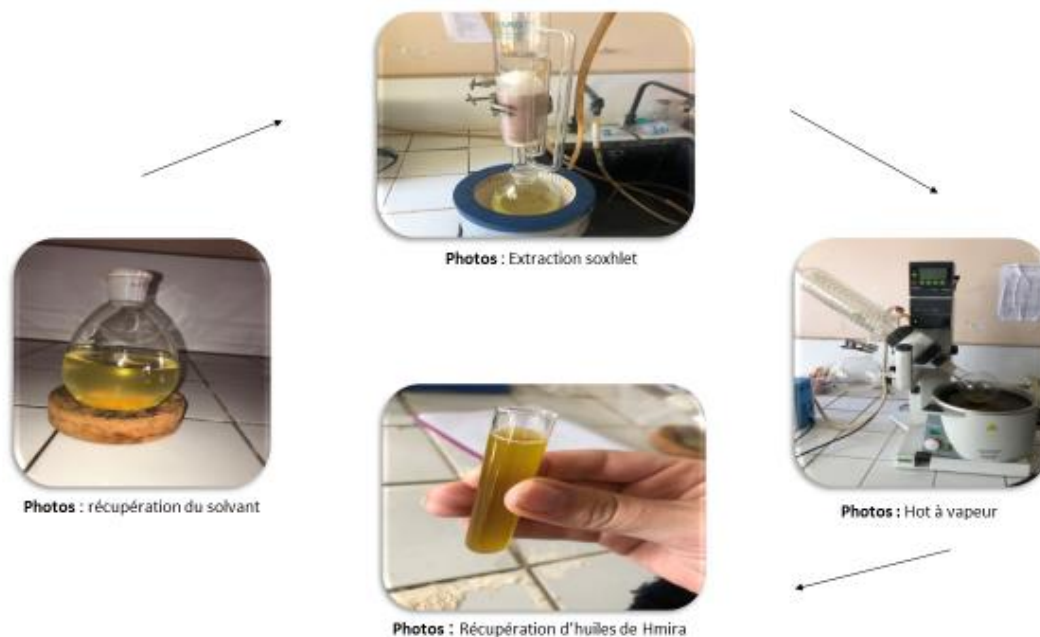


Figure 5 : Etapes d'Extraction d'huiles de dattes Hmira.

1.3- Extraction des composés phénoliques

Après récupération d'huile on a pesé 2 g d'huile, puis on a ajouté un mélange d'hexane et méthanol à des volume équivalente de 4ml par une extraction liquide-liquide par centrifugation 3000 tours dans 15 min. Formation de deux phase, on prend la phase hydro-méthanolique insérer à haut à vape de 40°C.jusqua l'extrait séchée en verse 3.5ml de méthanol pour obtenir une solution pour le dosage des composés phénoliques (**Figure 6**).

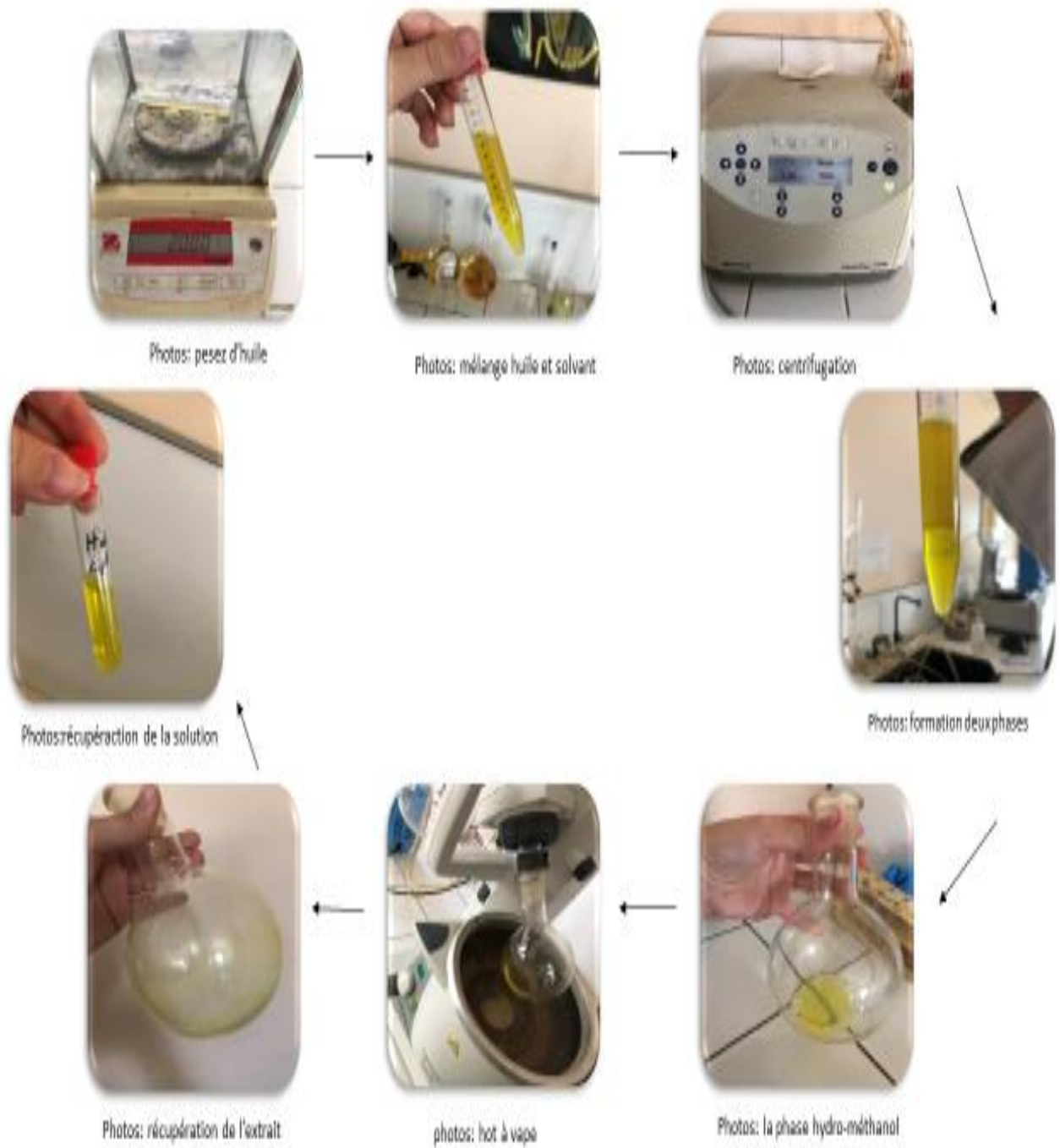


Figure 6 : les étapes d'extraction les composés phénoliques.

2. Evaluation expérimentaux et quantification de certain composé phénolique

2.1- Dosage des polyphénols totaux

Le réactif utilisé, "Folin-Ciocalteu ", est un mélange de complexes d'acide phosphomolybdique ($H_3PM_{12}O_{40}$) et d'acide phosphotungstique ($H_3PW_{12}O_{40}$) de couleur jaune. Le principe de la méthode est basé sur l'oxydation des composés phénoliques par ce réactif. Cette oxydation entraîne la formation d'un nouveau complexe molybdène-tungstène de couleur bleu qui absorbe à 750 nm. Ce dosage est réalisé par la comparaison de l'absorbance observée à celle obtenue par étalon d'acide gallique de concentration connue. Le dosage des polyphénols est réalisé selon la méthode décrite par **Vermerris et al. (2006)**.

Une prise de 100 μ l de l'extrait est mélangée avec 2ml d'une solution de carbonate de sodium à 2% fraîchement préparée, le tout est agité par un vortex. Après 5 min, 100 μ l du réactif de Folin-Ciocalteu (1N) sont additionnés au mélange, le tout est laissé à température ambiante pendant 30 min et la lecture est réalisée contre un blanc à l'aide d'un spectrophotomètre à 750 nm.

Une gamme étalon à base de l'acide gallique est également préparée à des concentrations allant de 0 à 250 μ g/ml. Les teneurs en polyphénols totaux des extraits sont alors exprimées en milligramme équivalent acide gallique par gramme d'huile (mg EAG/g H) (**Tableau4**).

Tableau 4 : Protocole de dosage des polyphénols totaux

Tubes	Blanc	1	2	3	4	Extrait		
						1000	500	250
[A. gallique] (μ g/ml)	0	62.5	125	250	500			
Volume A gallique	0	100	100	100	100	/	/	/
V Extrait	/	/	/	/	/	100	100	100
V $NaCO_3$	2	2	2	2	2	2	2	2
INCUBATION 6 MIN A L'OBSCURITTE								
V Folin 1N	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.4
INCUBATION 30 MIN A L'OBSCURITTE puis lecture à 750 nm								

2.2- Dosage des flavonoïdes totaux

Le principe de la méthode est basé sur l'oxydation des flavonoïdes par deux réactifs incolores, le chlorure d'aluminium (AlCl_3) et le nitrite de sodium (NaNO_2). Elle entraîne la formation d'un complexe brunâtre qui absorbe à 510 nm. La comparaison de l'absorbance observée à celle obtenue par un étalon de catéchine de concentration connue permet d'évaluer la teneur totale en flavonoïdes. La quantification des flavonoïdes est faite selon une méthode colorimétrique décrite par (**Dewanto et al., 2002**).

Une prise de 250 μl d'extrait diluée dans 1ml d'eau distillé est ajoutée à 75 μl d'une solution de NaNO_2 à 15%. après incubation pendant 6 min à température ambiante, 75 μl d'une solution fraîchement préparée de chlorure d'aluminium (AlCl_3 , 10%) est ajouté au mélange. après repos à température ambiante pendant 6 min, 1 ml de soude (NaOH , 4%) est ajouté au mélange, 2.5ml d'eau distillée est ajouté avec une bonne agitation, après une incubation de 15min . l'absorbance de cette préparation est mesurée contre un blanc à 510 nm.

Une gamme étalon à base de catéchine est également préparée à des concentrations allant de 0 à 500 $\mu\text{g}/\text{mg}$. Les teneurs en flavonoïdes des extraits sont alors exprimées en milligramme équivalent catéchine par gramme d'huile (mg EC/g H) (**Tableau 5**).

Tableau 5 : protocole de dosage des flavonoïdes.

Tubes	Blanc	1	2	3	4	Extrait 1mg/ml
[catéchine] ($\mu\text{g}/\text{ml}$)	0	62.5	125	250	500	/
V catéchine (μl)	250	250	250	250	250	/
V Extrait (μl)	/	/	/	/	/	250
V ED (μl)	1000	1000	1000	1000	1000	1000
V NaNO_2 15% (μl)	75	75	75	75	75	75
Incubation 6 min a température ambiante						
V AlCl_3 10% (μl)	75	75	75	75	75	75
INCUBATION 6 MIN A TEMPERATURE AMBIANTE						
V NaOH 4% (μl)	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Eau distillée (μl)	2500	2500	2500	2500	2500	2500
Incubation 15 min a l'obscurité puis lecture à 510 nm						

2.3- Dosage des tanins condensés

Les tanins condensés en présence d'acide chlorhydrique se dépolymérisent et par réaction avec la vanilline, se transforment en anthocyanidols de couleur rouge, mesurables par spectrophotométrie à 510 nm. Une prise 50 µl d'extrait est ajoutée à 1.5 ml de vanilline à 4% et 0.75 ml de chlorure d'hydrogène (HCl) concentré. Après homogénéisation, le mélange est mis en incubation pendant 15 min à température ambiante. L'absorbance est mesurée contre le mélange est mis en incubation pendant 15 min à température ambiante. L'absorbance est mesurée contre un blanc à 510 nm. les teneurs en tanins condensés, déterminées en se référant à une gamme étalon de catéchine (0 à 500 µg/ml), sont exprimées en milligramme équivalent catéchine par gramme d'huile (mg EC/g H), sont exprimées en milligramme équivalent catéchine par gramme d'huile (mg EC/g H) (**Tableau 6**) (**Sun et al., 1998**).

Tableau 6 : protocole de dosage des tanins.

Tubes	Blanc	1	2	3	4	Extrait 1000 (µg/ml)
[catéchine] (µg/ml)	0	62.5	125	250	500	/
Volume catéchine (µl)	0	50	50	50	50	/
V Vanilline 4 % (µl)	1500	1500	1500	1500	1500	1500
V Hcl (µl)	750	750	750	750	750	750
Incubation 15 min a température ambiante puis lecture à 510 nm						

3. Evaluation des activités biologiques, *in vitro*

3.1- Détermination de l'activité antioxydante

3.1.1- Le piégeage du radical DPPH

Le DPPH (2,2 diphényle-1-picrylhydrazyle) est généralement le substrat le plus utilisé pour l'évaluation rapide et directe de l'activité antioxydante en raison de sa stabilité en forme radicale libre et la simplicité de l'analyse. Il absorbe dans le visible à une longueur d'onde de 515 à 520 nm. La méthode de DPPH présente plusieurs avantages du fait qu'elle soit indépendante, simple et rapide. Le teste consiste à mettre le radicale DPPH (de couleur violette), en présence des molécules dite " antioxydantes" afin de mesurer leur capacité à réduire ce radical. la forme réduite (de couleur jaune) n'absorbe plus, ce qui se traduit par une diminution de l'absorbance à cette longueur d'onde.

A différentes concentrations allant de 0.033 à 0.416 mg/ml, 25µl de chaque échantillon, sont ajoutés à 975 µl d'une solution méthanolique de DPPH à $6.34 \times 10^{-5}M$ (0.0025g dans 100 ml dans le solvant est un éthanol plus n butanol).pour chaque concentration un blanc est préparé. En ce qui concerne le contrôle négatif, ce dernier est préparé. En parallèle, en mélangeant 25µl du solvant avec 975 µl d'une solution méthanolique de DPPH à la même concentration utilisée. Après 30 min d'incubation 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 des absorbances est effectuée à 517 nm à l'aide d'un spectrophotomètre (**Figure 7**).

Les témoins positif utilisé est le butylhydroxyanisol (BHA) est le buthydroxytoluene (BHT). Les résultats sont exprimés en pourcentage d'inhibition qui est calculé suite à la diminution de l'intensité de la coloration du mélange, à l'aide de la formule suivante :

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

PI : pourcentage d'inhibition.

D.O témoin : absorbance du témoin négatif

D.O extrait : absorbance de l'extrait.

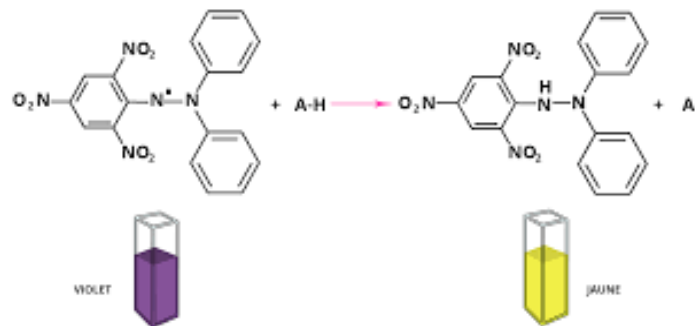


Figure 7 : piégeage de radiale de DPPH.

3.1.2- Piégeages du radiale ABTS+

Le radical ABRS⁺ préformé est généré par l'oxydation de la molécule stable d'ABTS⁺ avec persulfate de potassium (**Re et al., 1999**). Cette formation se traduit par l'apparition d'une coloration verte bleu intense. En présence d'un donneur d'hydrogène (agent antioxydante), le passage du radical ABTS⁺ à la forme non radicalaire s'accompagne de la disparition de cette coloration mesurée à une longueur d'onde de 734 nm.

Le radical $ABTS^+$ est un produit par réaction entre une solution aqueuse d' $ABTS^+$ (14 mM) et une solution de persulfate de potassium ($K_2S_2O_8$ 4.9 mM), utilisé comme oxydant. Ce mélange est agité pendant 16 h à l'obscurité puis diluée par éthanol jusqu'à obtenir une absorbance à 734 nm de 0.700 ± 0.02 . Une prise (975 μ l) de cette solution $ABTS^+$ est ensuite 25 μ l d'extraits à différentes concentrations allant de 0.066 à 0.333 mg /ml. Après 10min d'incubation à température ambiante, l'absorbance du mélange est mesurée à 734 nm contre un blanc (témoin négatif) est comparée à celle de l'antioxydante de synthèse : Trolox (L'acide 3,4-dihydro-6-hydroxy-2,5,7,8-tétraméthyl-2H-1-benzopyran-2-carboxylique) (**figure 8**) (Re et al., 1999).

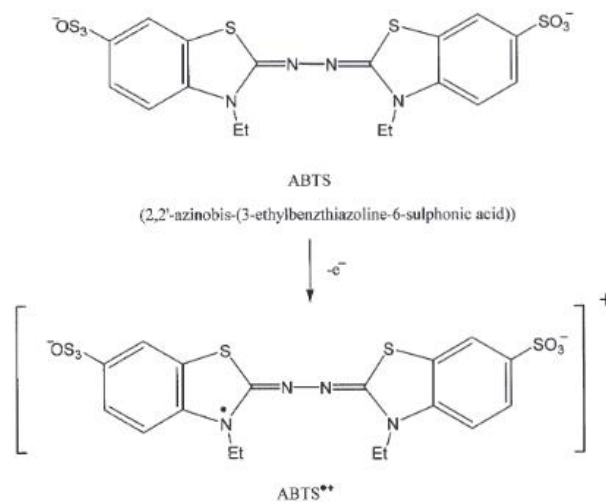


Figure 8 : génération du radical ABTS par un oxydant.

IV. Résultats et discussion

1- Extraction de l'huile de dattes

Dans notre étude, nous avons réalisé l'extraction d'huiles à partir des noyaux de dattes de la variété Hmira. La méthode utilisée était l'extraction par Soxhlet, pendant 05 heures. Cette méthode d'extraction nous a permis d'obtenir un rendement de 12,18%, ce qui représente un pourcentage important. L'huile obtenue présente une couleur jaune claire.

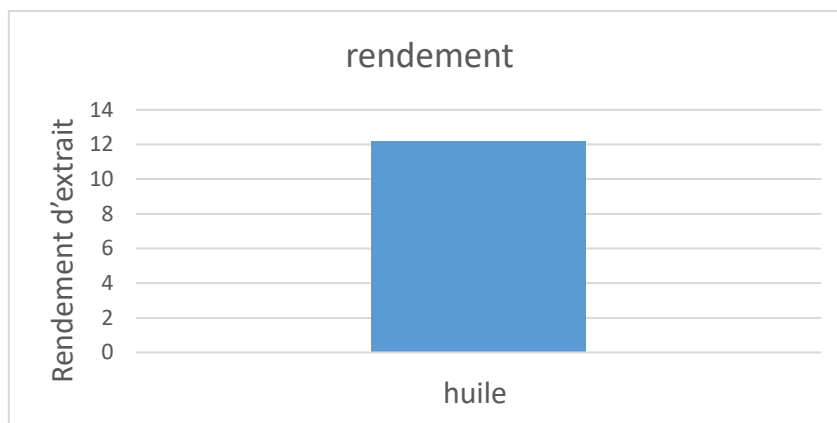


Figure 9 : le rendement d'huile

Ce résultat est supérieur à celui obtenu par **Ben Mohamed et al. (2018)**, qui ont obtenu un rendement de 8,8%. Cette différence peut être due en fonction de plusieurs facteurs, tels que la variété utilisée, le solvant d'extraction et le temps d'extraction.

2- Evaluation de la teneur en composés phénolique

L'évaluation quantitative des teneurs en polyphénols totaux, flavonoïdes et tanins ont été déterminés en utilisant des courbes d'étalonnage établies à partir de l'acide gallique et de la catéchine, respectivement. (**Figures 10, 11, 12**).

L'évaluation quantitative des teneurs en composés phénoliques a été déterminée par des méthodes spectrophotométrique UV-visible. Les résultats obtenus pour les dosages des polyphénols, des flavonoïdes et des tanins sont exprimés en milligramme équivalent d'acide gallique par gramme d'huile (mg EAG/g H), et en milligramme équivalent catéchine par gramme d'huile (mg EC /g H), respectivement.

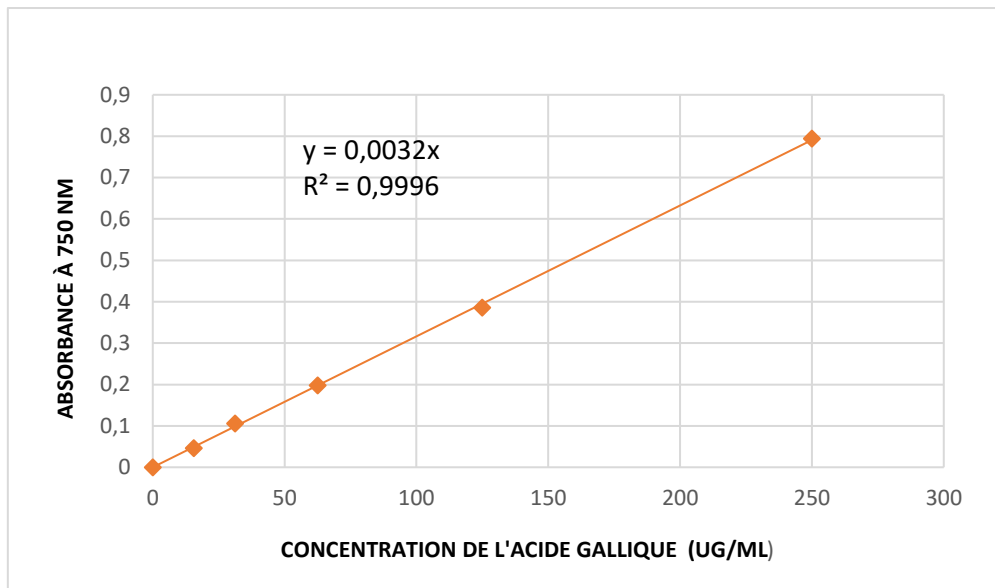


Figure 10 : courbe d'étalonnage de l'acide gallique pour le dosage des polyphénols totaux.

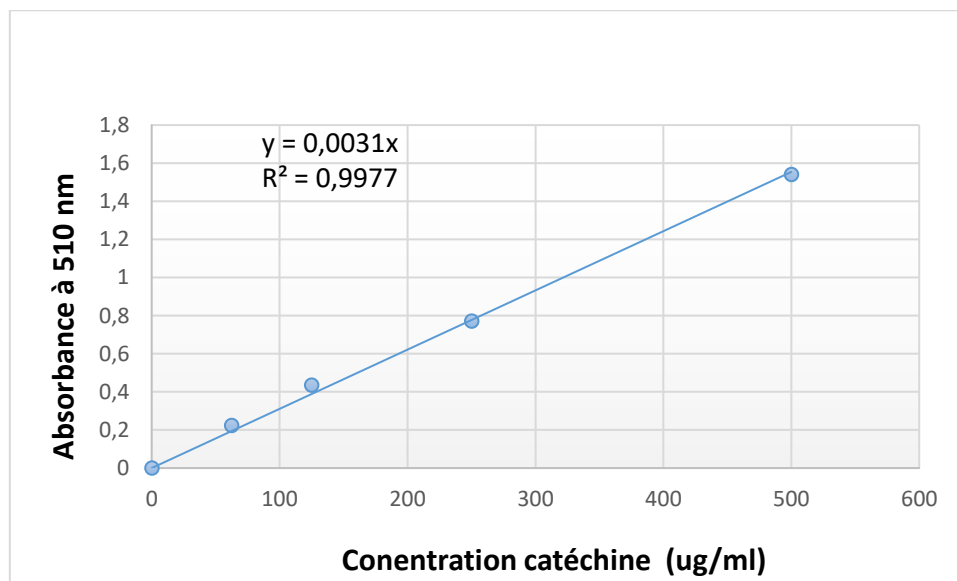


Figure 11 : courbe d'étalonnage de la catéchine pour le dosage des flavonoïdes.

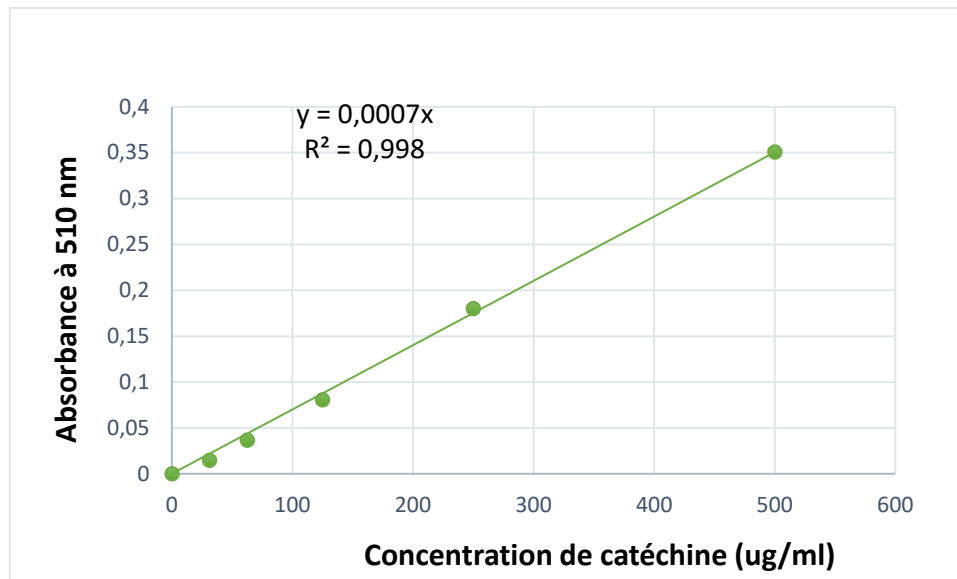


Figure 12 : courbe d'étalonnage de la catéchine pour le dosage des tanins.

Les résultats du dosage quantitatif des composés phénoliques dans l'huile de la poudre de noyau de dattes de la variété de Hmira sont représentés dans le tableau ci-dessous (**tableau7**) :

Tableau 7 : teneurs en composés phénolique dans huile de noyau de datte

Composés phénoliques	Polyphénols totaux (mg EAG/g H)	Flavonoïdes (mg EC /g H)	Tanins condensés (mg EC/g H)
Teneurs	0,611	0,488	0,354

Les résultats de l'huile de datte trouvés par **Mrabet et al. (2020)** sont très proches de notre étude, soit 0,64 mg/g. En outre, **Harchi et al. (2014)** ont trouvé un taux élevé de flavonoïdes dans notre étude, soit 34 mg/100 g d'huile. Cette différence de résultats peut s'expliquer par le solvant utilisé et le type de variété. Selon **Benmohammed et al. (2018)**, l'étude sur la stabilité de l'huile de noyaux de dattes de la variété Deglet Nour montre que l'huile extraite par pressage présente une teneur en polyphénols plus élevée que celle extraite par Soxhlet. De plus, **Besbes et al. (2004)** ont trouvé des teneurs plus élevées dans la variété tunisienne Deglet Nour.

Si nous comparons nos résultats avec les teneurs en polyphénols de l'huile d'olive trouvées par **Gueboudji et al. (2022)**, les teneurs en polyphénols totaux, flavonoïdes et tanins dans l'huile d'olive de la variété algérienne sont respectivement de 10,82 mg EAG/ml, 3,11 mg RE/ml et 2,43 mg TAE/ml. Ces résultats sont supérieurs à ceux de notre huile, qui sont de 0,61 mg/g, 0,48 mg/g et 0,35 mg/g respectivement. Les tanins sont responsables de l'amertume et de l'astringence des fruits et des graines, assurant ainsi une protection contre les attaques

pathogènes (Hammouda et al., 2014). Les tanins sont présents en faible concentration par rapport aux polyphénols et flavonoïdes.

3- Evaluation de la capacité antioxydante

L'évaluation de l'activité antioxydante d'huile de noyau de dattes de Hmira a été déterminée *in vitro* par deux méthodes, DPPH et d'ABTS.

3.1- Piégeage du radical DPPH

La gamme de concentration utilisée est de 0.33 à 0.416 mg/ml. Les valeurs des DO obtenues sont inversement proportionnelles avec la concentration d'huile. Les résultats obtenus sont exprimés en pourcentage d'inhibition du radical libre DPPH en fonction des concentrations d'huile (Figure 13) et des antioxydantes de synthèse (BHA) et (BHT) (Figure 14 et 15).

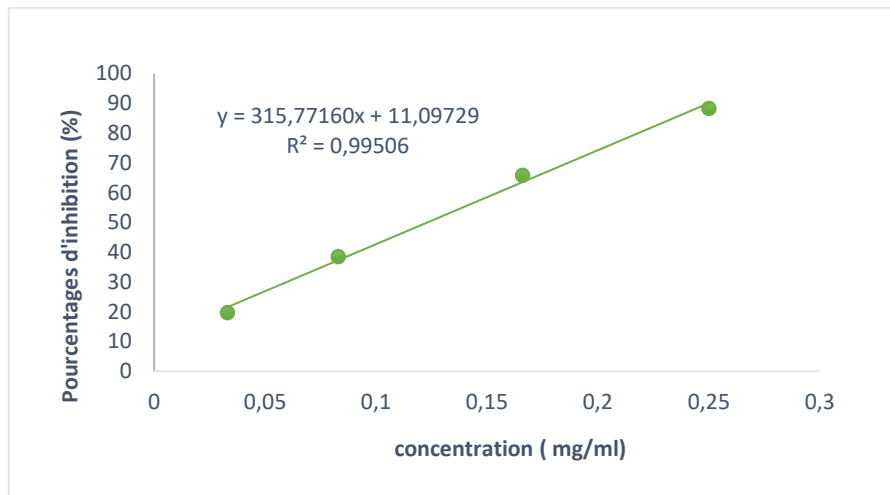


Figure 13 : Pourcentage d'inhibition du radical DPPH en fonction des concentrations d'huiles.

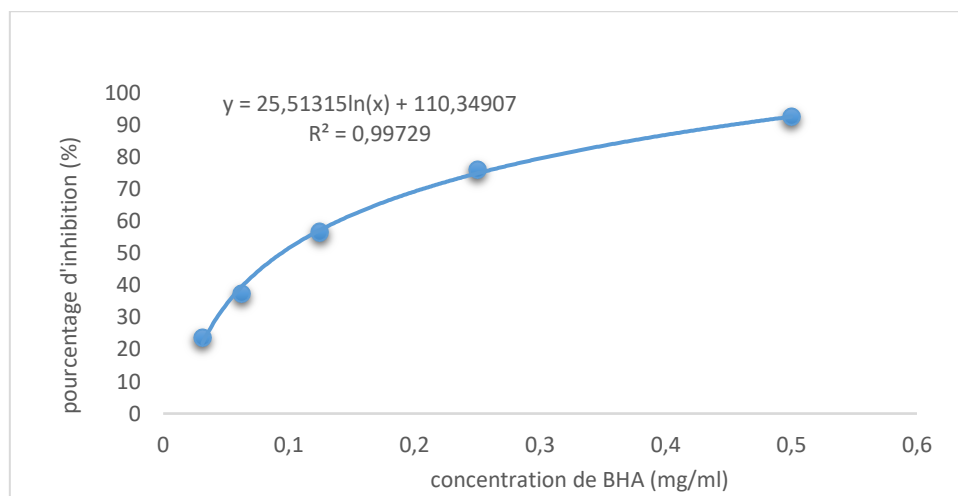


Figure 14 : pourcentage d'inhibition du radical DPPH en fonction des différentes concentrations du BHA.

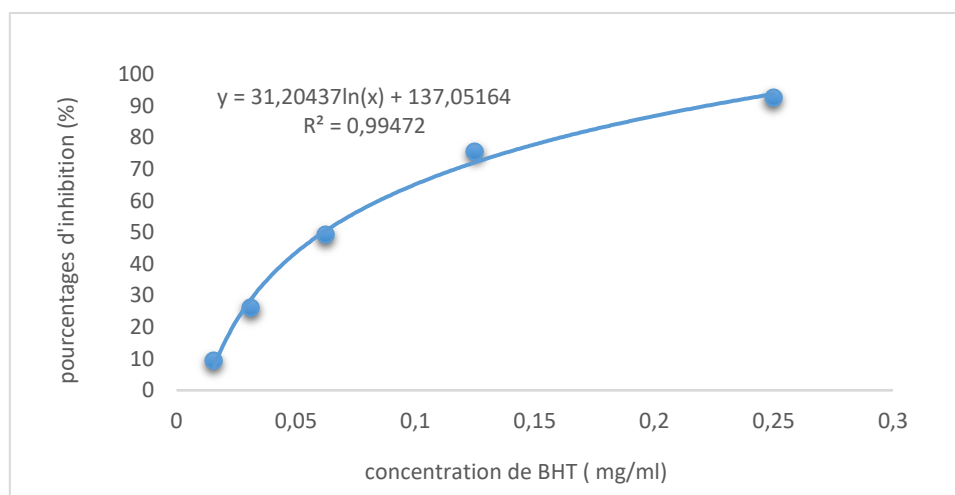


Figure 15 : Pourcentages d'inhibition du radical DPPH en fonction des différentes concentrations du BHT.

Les résultats des concentrations inhibitrices à 50% d'huile et de l'antioxydante de synthèse BHA et BHT sont présentés dans le tableau suivant (**Tableaux 8**).

Tableaux 8 : concentration inhibitrices à 50% d'huile et les deux standards BHA, BHT.

	IC ₅₀ (mg/ml)
Huile	0,123
BHA	0,093
BHT	0,061

Cependant, les résultats de **Boukouada et al. (2014)** ont montré une très faible activité d'élimination des radicaux libres de DPPH pour différentes huiles, avec des valeurs comprises entre 0.14 et 0.33 g/ml. La valeur la plus basse a été observée pour l'huile de graines de la variété Gh, qui correspond à la plus forte activité antioxydante.

Dans une étude menée par **Kechbar et al. (2017)** sur l'activité antioxydante de l'huile d'argan algérienne et de l'huile marocaine, l'IC₅₀ de l'huile marocaine était de 4.4 mg/ml, correspondant à une capacité anti-radicalaire plus élevée parmi les 50 essais. Ces résultats sont nettement inférieurs aux nôtres, qui se situent à 0.123 mg/ml.

3.2- Piégeage du radical ABTS⁺

Le radical ABTS est utilisé pour évaluer l'activité antioxydante des produits naturels. La gamme de concentrations d'huile testée est comprise entre 0.066 à 0.333 mg/ml. Pour le

standard Trolox, les concentrations utilisées sont de 15.625 à 125 µg/ml. Les D.O obtenus lors des dosages ont permis de tracer des courbes présentant une allure linéaire, des pourcentages d'inhibition en fonction des concentrations d'huile et de Trolox (**Figure16, 17**) :

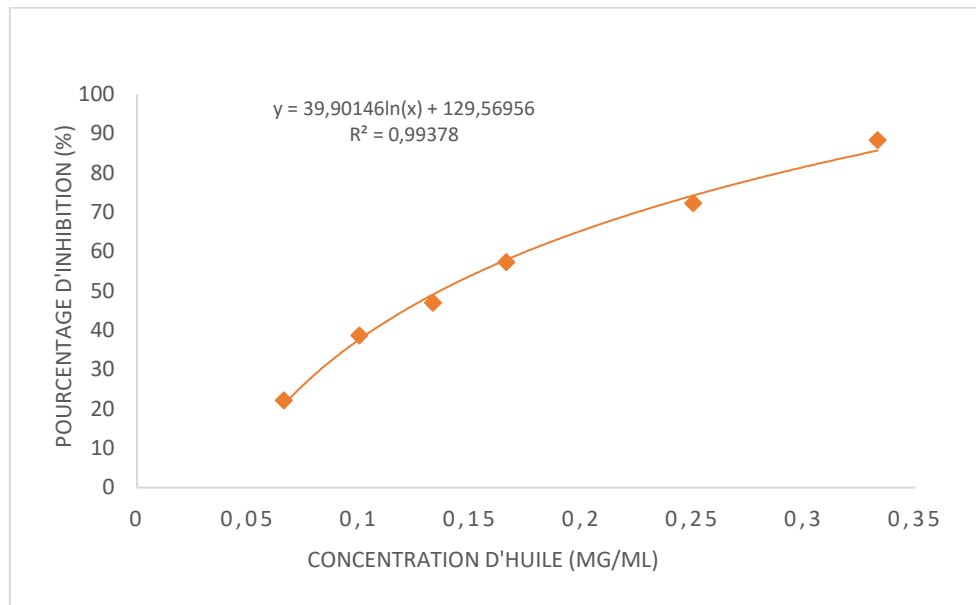


Figure 16 : Pourcentage d'inhibition du radical ABTS⁺ en fonction des différentes concentrations d'huile.

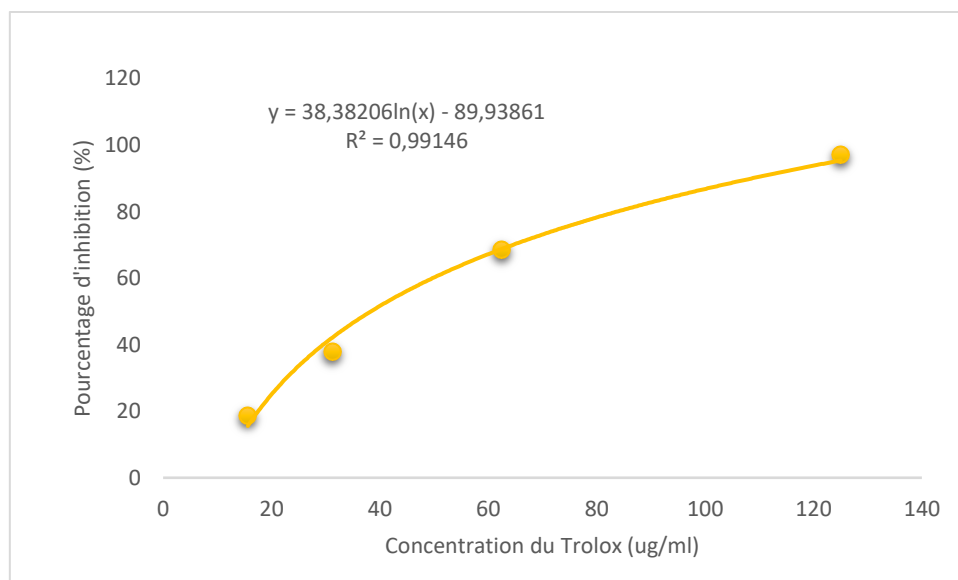


Figure 17 : Pourcentage d'inhibition du radical ABTS⁺ en fonction des différentes concentrations du Trolox.

La différence de l'activité anti radicalaire est mise en évidence en utilisant l'IC₅₀ qui est inversement proportionnel au potentiel anti-radicalaire d'un antioxydante (**Tableau 9**). En

d'autres termes, plus la valeur de La IC_{50} est faible, plus l'activité anti-radicalaire de l'antioxydante est élevée.

Tableau 9 : concentration inhibitrices à 50% d'huile et du Trolox.

	Huile	Trolox
IC_{50} ($\mu\text{g/ml}$)	136	38,31

D'après les résultats des IC_{50} , on remarque que l'activité anti-radicalaire de l'huile de noyau est trois fois inférieure à celle du Trolox. Toutefois, nos résultats ne concordent pas avec ceux obtenus par **Saafi et al. (2009)**, qui ont observé un potentiel de réduction élevé du radical ABTS dans les quatre variétés de palmiers dattiers cultivées en Tunisie.

Il est important de noter que différentes variables peuvent influencer les résultats des tests d'activité antioxydante, notamment les conditions de l'étude, les méthodes d'extraction, les conditions de conservation des échantillons, etc. Il est donc possible que les différences observées entre nos résultats et ceux de **Saafi et al. (2009)** soient dues à ces variations.

V. Conclusion et perspectives

L'Algérie est l'un des principaux producteurs mondiaux de datte, avec des régions agricoles propices à leur culture, notamment dans les oasis du sud du pays. Les dattes sont un fruit très apprécié de la population locale, connus par son gout sucré et ces diverses propriétés médicinales. L'objectif principal de notre étude est la valorisation et la mise en évidence les sous-produits d'huile de noyaux de datte variété Hmira cultivée dans les régions subsaharienne de l'Est algérien.

L'extraction par soxhelet a permis d'éliminer la matière grasse à l'aide d'hexane, tandis qu'un mélange d'hexane ; et de méthanol en volumes équivalents a été utilisé pour optimiser l'extraction des composés phénoliques par centrifugation. L'analyse par spectrophotométrie des polyphénols, des flavonoïdes et des tanins condensés, respectivement par les méthodes du Folin-Ciocalteu, trichlorure d'aluminium et vanilline Hcl a donné les résultats suivants : 0,611 mg EAG/g H; 0,487 mg EC /g H; 0,354 mg EC/g H. Il a donc été conclu donc la composition photochimique d'huile de noyaux de datte est fortement liée au stade de maturation des dattes, aux variétés, ainsi qu'à la polarité des solvants utilisés et aux méthodes d'extraction adoptées.

L'évaluation de l'effet d'huile de noyaux de datte Hmira contre le stress oxydant est un objectif principal de notre étude, ce qui rendait indispensable son étude *in vitro*. Pour cela les différentes tests DPPH, ABTS ont permis de quantifier le potentiel antioxydante d'huile de noyaux de datte Hmira.

L'activité anti-radicalaire contre le DPPH est très efficace par rapport au standard BHA et BHT, avec des valeurs d'IC₅₀ de 0,123 mg/ml, 0,0939 mg/ml, et 0,0614 mg/ml, respectivement. En revanche, cette huile présente une capacité moindre à piéger le radicale ABTS par rapport au Trolox et aux travaux réalisés antérieurement, avec des valeurs d'IC₅₀ de 136µg/ml; et 38.31µg/ml, respectivement.

Les perspectives de ce travail sont nombreuses, bien que ces résultats restent préliminaires et nécessitent des études complémentaires approfondies à différents, notamment une caractérisation fine et poussée de cette plante à l'aide d'autres techniques. Les perspectives d'application de sous-produits de datte dans l'industrie alimentaire, cosmétique (comme des masque, crème etc..) et agroalimentaire, ainsi que dans le domaine pharmaceutique.

Références bibliographiques

- Ahmed, S., Eltaweil, M. A. O., El-Maghraby, & H. A. (2016). Combustion characteristics of date palm seed biomass. *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects*, 38(17), 2576-2583.
- Al-Alawi, R. A., Al-Mashiqri, J. H., Al-Nadabi, J. S., Al-Shihi, B. I., & Baqi, Y. (2017). Date palm tree (*Phoenix dactylifera* L.): natural products and therapeutic options. *Frontiers in plant science*, 8, 845
- Al-Farsi, A. A., Morris, C. A., Baron, A. M., & C. H. Shahidi, & C. H. (2018). Influence of date fruit powder addition on the nutritional, physicochemical and sensory characteristics of biscuits. *LWT - Food Science and Technology*, 92, 18-24.
- Al-Farsi, M., Siddiqui, M. W., & Al-Balushi, K. (2016). Effect of different drying methods on the physicochemical and sensory properties of date paste. *Food chemistry*, 199, 702-706.
- Alkaabi, A., Al-Dabbagh, M. A., Toupin, M. A., Rashedi, S. R., Al-Dosari, & H. A. (2015). Date fruit consumption may promote lipid oxidation and reduce serum glucose in humans. *Lipids in Health and Disease*, 14(1), 1-7.
- Ardekani, M. R., Ebrahimzadeh, H. R., Khodaparast, & M. H. (2015). Physicochemical and sensory properties of soy milk-based beverages containing date paste. *Journal of Food Science and Technology*, 52(10), 6691-6699.
- Belguedj M. (2001). Caractéristiques des cultivars de dattes dans les palmeraies du Sud-est Algérien, N° 11, INRAA. El-Harrach, Alger : 289 p.
- Besbes, S., Blecker, C., Deroanne, C., Lognay, G., Drira, N. E., & Attia, H. (2005). Heating effects on some quality characteristics of date seed oil. *Food chemistry*, 91(3), 469-476
- Boukouada, M., Ghiaba, Z., Gourine, N., Bombarda, I., Saidi, M., & Yousfi, M. (2014). Chemical composition and antioxidant activity of seed oil of two Algerian date palm cultivars (*Phoenix dactylifera*). *Natural product communications*, 9(12), 1934578X1400901230.
- Chan, T. S., Galati, G., Pannala, A. S., Rice-Evans, C., & O'Brien, P. J. (2003). Simultaneous detection of the antioxidant and pro-oxidant activity of dietary polyphenolics in a peroxidase system. *Free radical research*, 37(7), 787-794.

- Cheriet, F., et Benziouche, S. E. (2012). Structure et contraintes de la filière dattes en Algérie. *New Medit: Mediterranean Journal of Economics, Agriculture and Environment= Revue Méditerranéenne d'Economie Agriculture et Environnement*, 11(4), 49.
- Dewanto, V., Wu, X., & Liu, R. H. (2002). Processed sweet corn has higher antioxidant activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(17), 4959-4964.
- Djerbi, M. (1994). Précis de phoeniciculture. *Ed. FAO, Rome*, 24(4).
- Dubost, D. (1991). *Ecologie, aménagement et développement agricole des oasis algériennes* (Doctoral dissertation, Tours).
- Espiard, E. (2002). Introduction to the industrial transformation of fruits. *Introduction to the industrial transformation of fruits*.
- Favier, A. (2003). Le stress oxydant. *L'actualité chimique*, 108(10), 863-832.
- Favier, A. (2006). Stress oxydant et pathologies humaines. *Annales pharmaceutiques françaises*. 64(6): 390-396.
- Gueboudji, Z., Addad, D., Kadi, K., Nagaz, K., Secrafi, M., Yahya, L. B., ... & Abdelmalek, A. (2022). Biological activities and phenolic compounds of olive oil mill wastewater from Abani, endemic Algerian variety. *Scientific Reports*, 12(1), 1-16.
- Haleng, J., Pincemail, J., Defraigne, J. O., Charlier, C., & Chapelle, J. P. (2007). Le stress oxydant. *Revue médicale de Liège*, 62(10).
- Katyal, J. C., & Randhawa, N. S. (1986). *Les oligo-éléments* (Vol. 7). Food & Agriculture Org.
- Kechebar, M. S. A. (2017). Caractérisation de l'huile d'argan algérienne et étude de ses activités antioxydantes et antimicrobiennes. *Nutrition & Santé*, 6(2), 83-95.
- Khali, M., Boussena, Z., & Boutekrabt, L. (2015). Effet de l'incorporation de noyaux de dattes sur les caractéristiques technologiques et fonctionnelles de la farine de blé tendre. *Nature & Technology*, (12), 15.
- Mrabet, A., Jiménez-Araujo, A., Guillén-Bejarano, R., Rodríguez-Arcos, R., & Sindic, M. (2020). Date Seeds: A Promising Source of Oil with Functional Properties. *Foods*, 9(6), 787. doi:10.3390/foods9060787

- Munier, P. (1973). The date palm. *Techniques Agricoles et Productions Tropicales*, (24).
- Pasquier, C. (1995). Stress oxydatif et inflammation. *Revue française des laboratoires*, 1995(276), 87-92.
- Patil, B. M., Raju, P. S, Rathore, & S.S. (2019). Influence of date powder on sensory, nutritional and functional properties of bonbons. *Journal of Food Science and Technology*, 56(10), 4741-4747.
- 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.
- Rup, S. (2009). Oxydation catalytique de l'acide oleique sous ultrasons par le tetraoxyde de ruthenium : valorisation de l'acide pelargonique pour la precipitation selective de cations metalliques. Thèse de doctorat. Univesrité Lorraine Paul Verlaine - Metz.
- Saafi, E. B., El Arem, A., Issaoui, M., Hammami, M., & Achour, L. (2009). Phenolic content and antioxidant activity of four date palm (*Phoenix dactylifera* L.) fruit varieties grown in Tunisia. *International journal of food science & technology*, 44(11), 2314-2319.
- Soumanou, M. M., Tchobo, F. P., Edoth, A. P., & Accrombessi, G. (2005). Valorisation des huiles végétales d'origine béninoise par alcoololyse enzymatique. *Oléagineux, Corps gras, Lipides*, 12(4), 320-325.
- Valko, M., Rhodes, C., Moncol, J., Izakovic, MM et Mazur, M. (2006). Radicaux libres, métaux et antioxydants dans le cancer induit par le stress oxydatif. *Interactions chimicobiologiques*, 160 (1), 1-40.
- Zovi, O. (2009). *Fonctionnalisation et photopolymérisation de l'huile de lin en vue de l'élaboration de nouveaux matériaux sans émissions de composés organiques volatiles (COV)* (Doctoral dissertation, INSA de Rouen).

ملخص

تمور *Hmira Phoenix dactylifera L.* هي رمز لبلدان شرق الصحراء. لها قيمة دينية وغذائية وطبية واقتصادية. كان الزيت المستخرج من نواة التمر هو موضوع هذه الدراسة لتحديد محتواها من المركبات الفينولية (البوليفينول الكلي الفلافونويد الكلي ، التانينات المكتفة) وتقييم قدرتها المضادة للأكسدة بطريقتين في المختبر. تم إجراء استخلاص الزيت باستخدام جهاز Soxhelet مع الهكسان كمذيب ، متبوعاً بالتبخير لاستعادة الزيت. تتكون الخطوة الثانية من الاستخلاص بالطرد المركزي باستخدام خليط من المذيبات (الميثانول ، الهكسان) بأحجام مكافئة ، متبوعاً بالتبخير. تم تحديد محتويات البوليفينول بواسطة طريقة Folin-Ciocalteu ، والفلافونويد بطريقة ثلاثي كلوريد الألومنيوم ، والعص بالتفاعل مع الفانيلين HCl - تم تقييم نشاط مضادات الأكسدة من خلال اختبارات DPPH و ABTS . محتويات البوليفينول الكلي ، الفلافونويد والعص واعدة للغاية ، بقيم 0.611 مجم / EAG جم زيت ، 0.48 مجم / EC جم زيت و 0.35 مجم / EC جم زيت ، على التوالي. يُظهر اختبار DPPH أعلى نشاط ، بقيمة 0.123 مجم / مل ، بينما يعطي الاصطياد الجذري ABTS قيمة 136 ميكروغرام / مل. لذلك فإن زيت نواة التمر يحتوي على نسبة طبيعية من مضادات الأكسدة ، مما يجعله مكوناً محتملاً لتكوين المكملات الغذائية أو مستحضرات التجميل لعلاج الأمراض المختلفة المتعلقة بالإجهاد التأكسدي.

الكلمات المفتاحية: *Phoenix dactylifera* ، الحميرة، النواة ، المركبات الفينولية ، النشاط المضاد للأكسدة.

Résumé

Les dattes Hmira de *Phoenix dactylifera L.* sont emblématiques des pays orientaux sahariens. Elles ont une valeur religieuse, nutritionnelle, médicinale et économique. L'huile extraite des noyaux de datte Hmira a fait l'objet de cette étude afin de déterminer sa teneur en composés phénoliques (polyphénols totaux, flavonoïdes totaux, tanins condensés) et d'évaluer sa capacité antioxydante par deux méthodes *in vitro*.

L'extraction de l'huile a été réalisée en utilisant l'appareil de Soxhelet avec de l'hexane comme solvant, suivi d'une évaporation pour récupérer l'huile. La deuxième étape consiste en une extraction par centrifugation en utilisant un mélange de solvants (méthanol, hexane) en volumes équivalents, suivi d'une évaporation. Les teneurs en polyphénols ont été déterminées par la méthode du Folin-Ciocalteu, les flavonoïdes par la méthode du trichlorure d'aluminium, et les tanins par la réaction avec la vanilline-HCl. L'activité antioxydante a été évaluée par les tests du DPPH et de l'ABTS.

Les teneurs en polyphénols totaux, flavonoïdes et tanins se révèlent très prometteuses, avec des valeurs de 0,611 mg EAG/g d'huile, 0,48 mg EC/g d'huile et 0,35 mg EC/g d'huile, respectivement. Le test du DPPH présente l'activité la plus importante, avec une valeur de 0,123 mg/ml, tandis que le piégeage du radical ABTS donne une valeur de 136 µg/ml.

L'huile de noyaux de datte Hmira présente donc une teneur en antioxydants naturels, ce qui en fait un ingrédient potentiel pour la formulation de compléments alimentaires ou de produits cosmétiques destinés au traitement de diverses maladies liées au stress oxydatif.

Mots clés : *Phoenix dactylifera*, Hmira, noyaux, composés phénoliques, activité antioxydante.

Abstract

Dates Hmira *Phoenix dactylifera L.* is the emblem of the Eastern Saharan countries, it has a religious, nutritional, medicinal, economic value. Hmira date kernel oil were the subject of this work to determine the content of Hmira date kernel oil in phenolic compounds (total polyphenols, total flavonoids, condensed tannins) and to evaluate the antioxidant capacity by different *in vitro* methods. Extraction of oil from date stone by two the extraction the first is by soxhelet by hexane for recovery of the solvent then a hot to vape for the recovery of oil, the second by a mixture with equivalent volume of solvent (methanol, hexane) by a centrifugation go through hot to vape. the polyphenol content is determined by the Folin-Ciocalteu method, the flavonoids by the aluminum trichloride method and the tannins by vanillin HCl. The antioxidant activity is evaluated by DPPH, ABTS. The contents of total polyphenols, flavonoids and tannins are very promising 0.611 mg EAG/g H; 0.48 mg EC /g H; 0.35 mg EC /g H respectively. The DPPH test represents the most important activity 0.123 mg/ml, the trapping of the radical ABTS 136 µg/ml. Hmira date stone oil has a high content of natural antioxidants, which contribute to the development of the food medicinal supplement for the treatment of various diseases related to oxidative stress and cosmetic field.

Key words: *Phoenix dactylifera*, Hmira, seed, phenolic compounds, antioxidant activity.