

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE  
جامعة عمار تليدجي بالأغواط  
UNIVERSITE AMAR TELIDJI LAGHOUAT  
كلية العلوم  
FACULTE DES SCIENCES  
قسم البيولوجيا  
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



## Mémoire

*En vue de l'obtention du diplôme de Master*

*Filière : Sciences Biologiques*

*Option : Biochimie appliquée*

**THEME**

---

# Etude de l'effet antioxydant des extraits du café de noyaux de dattes

---

**Présenté par :** Saadi Nourelhouda, Rouane Rekia, Harzli Fadhila

**Soutenu le 02/07/2022 devant le jury :**

Présidente : Mme Benchikh Imen MCB

Univ Amar Telidji

Examinatrice : Mme Benguechoua Madjda MCA

Univ Amar Telidji

Encadrante : Mme Nia Samira MCB

Univ Amar Telidji



## Dédicace

Je dédie ce Modeste travail à :

Ma **mère** et mon **père**

Qui ont été la raison de mon succès et qui m'ont apporté le soutien et la motivation tout au long des années d'études.

Mes chères sœurs et mon frère

Toute ma famille

Mes chères amies

***Nourelhouda***



## Dédicace

Je dédie ce travail à mes **parents**

Mon **père** qui m'a pris par la main pour la réussite

Ma **mère** qui m'accompagnait de ses prières.

Mon fils **Ali** la lumière de ma vie

Mes frères et mes sœurs

Mes oncles et toute ma famille

Mes chères amies.

*Rekia*



## Dédicace

Je dédie ce Modest travail à :

Ma **mère** et mon **père**

Mes frères **Omar, Oussama** et **Saad** et ma petite sœur **Aya**

Mme **Nia Samira**

Mes collègues **Rekia** et **Nourelhouda**.

*Fadhila*

## ***Remerciements :***

Nous tenons à remercier en premier lieu la grâce de Dieu qui nous a donné la patience et la force pour surmonter les obstacles que nous avons rencontrés dans ce travail.

Nous sommes heureux d'adresser nos sincères remerciements à notre encadrante Mme **Nia Samira** enseignante en biologie qui nous a grandement soutenu tout au long de la réalisation de ce mémoire par sa guidance, ses précieux conseils, sa disponibilité et ses efforts durant la rédaction.

Un grand remerciement pour le jury qui s'est intéressé à notre thème et a essayé de l'évaluer et le discuter à Mme Benchikh Imen la présidente du jury et Mme Benguechoua Madjda qui a accepté d'être examinatrice pour cette recherche.

Nos remerciements s'adressent également au responsable de laboratoire de biologie, aux travailleurs qui ont mis à notre disposition les matériels nécessaires pour présenter notre travail.

Nous ne pouvons pas oublier de remercier les responsables de la bibliothèque des sciences pour l'intérêt et toute personne qui a contribué directement ou indirectement pour finir cette recherche.

## *Résumé :*

---

Cette étude a porté sur l'activité antioxydant des extraits du café des noyaux de dattes commercial, elle débute par l'extraction des composés phénoliques en utilisant quatre solvants (Dichlorométhane, Acétate d'éthyle, Ethanol, Méthanol) dont l'extrait de dichlorométhane montre le rendement le plus élevé (22%) par rapport aux autres extraits. Ces composés ont été quantifiés par le réactif de Folin-ciocalteau par la méthode spectrophotométrique UV-visible qui est utilisée aussi pour la quantification des flavonoïdes par le trichlorure d'aluminium. Les résultats obtenus montrent que les quatre extraits sont moyennement riches en phénols totaux (varie de  $0.95 \pm 0.05$  à  $16.12 \pm 1.27$  mg/g en équivalent d'acide gallique) et moyennement riche en flavonoïdes (varie de  $0.016 \pm 0.001$  à  $1.31 \pm 0.14$  mg/g en équivalent de la quercétine).

L'activité anti-oxydante est évaluée dans cette étude par le test DPPH qui repose sur la capacité des antioxydants de piéger les radicaux libres, ce test révèle que les extraits phénoliques du café des noyaux de dattes présentent un pouvoir antioxydant remarquable, les valeurs d'EC50 les plus faibles ont été obtenues dans les extraits éthanolique et méthanolique ce qui correspond à une meilleure activité anti-oxydante.

**Les mots clés :** Activité anti-oxydante, café des noyaux de datte, polyphénols, flavonoïdes, test DPPH.

## *Abstract:*

---

This study focused on the antioxidant activity of extracts coffee from commercial date seeds, it begins with the extraction of phenolic compounds using four solvents (Dichloromethane, Ethyl acetate, Ethanol, Methanol) while the extract of dichloromethane shows the highest yield (22%) compared to other extracts. These compounds were quantified by the Folin-Ciocalteu reagent by the UV-visible spectrophotometric method which is also used for the quantification of flavonoids by aluminum trichlorid. The results obtained show that the four extracts are moderately rich in total phenols (varies from  $0.95\pm 0.05$  to  $16.12\pm 1.27$  mg/g in gallic acid equivalent) and moderately rich in flavonoids (varies from  $0.016\pm 0.001$  to  $1.31\pm 0.14$  mg /g in quercetin equivalent).

The antioxidant activity is evaluated in this study by the DPPH test which is based on the ability of antioxidants to scavenge free radicals, this test reveals that the phenolic extracts of coffee from date seeds have a remarkable antioxidant power, the values of The lowest EC50 were obtained in the ethanolic and methanolic extracts, which corresponds to a better antioxidant activity.

**Key words :** Antioxidant activity, date seeds coffee, phenols, flavonoids, DPPH test.

ركزت هذه الدراسة على النشاط المضاد للأكسدة لمستخلصات قهوة أنوية التمور التجارية، بدءاً باستخلاص المركبات الفينولية باستخدام أربعة محاليل (ثنائي كلورو ميثان، أسيتات إيثيل، إيثانول، ميثانول) حيث مستخلص ثنائي كلورو ميثان يظهر أعلى عائد (22%) مقارنة بالمحاليل الأخرى. تم قياس كمية هذه المركبات بواسطة كاشف الفولان سيوكالتوبطريقة القياس الطيفي المرئي للأشعة فوق البنفسجية والتي استخدمت أيضاً لتقدير مركبات الفلافونويد بواسطة ثلاثي كلوريد الألومنيوم. أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن المحاليل الأربعة غنية بشكل معتدل في إجمالي الفينولات (تتراوح من  $0.05 \pm 0.95$  إلى  $1.27 \pm 16.12$  مغ/غ في مكافئ لحمض الغاليك) وغنية بشكل معتدل بالفلافونويد (تتراوح من  $0.016 \pm 0.001$  إلى  $1.31 \pm 0.14$  مغ/غ مكافئة للكيرسيتين).

تم تقييم النشاط المضاد للأكسدة في هذه الدراسة عن طريق اختبار (د د ب ش) الذي يعتمد على قدرة مضادات الأكسدة على اصطياد الجذور الحرة، ويكشف هذا الاختبار أن المستخلصات الفينولية لقهوة نواة التمر لها قوة ملحوظة كمضاد للأكسدة، تم الحصول على قيم أدنى للـ اس50 في المستخلصات الإيثانولية والميثانولية والتي تتوافق مع نشاط أفضل مضاد للأكسدة.

**الكلمات المفتاحية:** النشاط المضاد للأكسدة، قهوة نواة التمر، متعدد الفينولات، الفلافونويدات، اختبار (د ب ب ش).

## Liste des figures :

<b>Figure 1 :</b> Une coupe transversale de datte .	5
<b>Figure 2:</b> Stades de maturation de datte.	6
<b>Figure 3:</b> La morphologie du noyau de datte .	7
<b>Figure 4:</b> Structure des acides phénoliques.	9
<b>Figure 5:</b> Structure de coumarine.	10
<b>Figure 6 :</b> Structure de lignane.	10
<b>Figure 7:</b> Structure de lignine.	11
<b>Figure 8:</b> Structure de stilbène.	11
<b>Figure 9:</b> structure de flavonoïde.	12
<b>Figure 10 :</b> Structure de tanin.	12
<b>Figure 11:</b> Formation des radicaux libres.	14
<b>Figure 12:</b> causes et conséquences d'un excès des radicaux libres.	14
<b>Figure 13:</b> Classification des antioxydants.	15
<b>Figure 14:</b> Les étapes d'extraction des composés phénoliques.	19
<b>Figure 15:</b> Protocol de dosage de polyphénols.	20
<b>Figure 16:</b> Protocol de dosage des flavonoïdes.	20
<b>Figure 17:</b> La réaction de réduction de DPPH.	21
<b>Figure 18:</b> La courbe d'étalonnage de l'acide gallique.	25
<b>Figure 19:</b> La courbe d'étalonnage de quercétine.	26
<b>Figure 20:</b> Teneur en polyphénols et flavonoïdes des extraits.	28
<b>Figure 21:</b> Courbe de la variation du pourcentage d'inhibition en fonction de la concentration de la vitamine C.	29
<b>Figure 22:</b> Courbe de la variation du pourcentage d'inhibition en fonction de la concentration de la quercétine.	29
<b>Figure 23:</b> Courbe de la variation du pourcentage d'inhibition en fonction de la concentration de l'extrait de dichlorométhane.	30
<b>Figure 24:</b> Courbe de la variation du pourcentage d'inhibition en fonction de la concentration de l'extrait de l'acétate d'éthyle.	30
<b>Figure 25:</b> Courbe de la variation du pourcentage d'inhibition en fonction de la concentration de l'extrait de méthanol.	31
<b>Figure 26:</b> Courbe de la variation du pourcentage d'inhibition en fonction de la concentration de l'extrait de l'éthanol.	31
<b>Figure 27:</b> Variation des valeurs d'IC50 en fonction de la teneur en polyphénols	33
<b>Figure 28:</b> Variation des valeurs d'IC50 en fonction de la teneur en flavonoïdes.	34

## Liste des tableaux :

<b>Tableau 1:</b> La variation du poids et des dimensions de datte .....	5
<b>Tableau 2:</b> Composition des noyaux de datte en (%) .....	7
<b>Tableau 3 :</b> Réactifs chimiques utilisés.....	17
<b>Tableau 4:</b> Aspect, couleur et rendement de chaque extrait du café de noyaux de dattes. ....	24
<b>Tableau 5:</b> Teneur en phénols totaux des extraits en (mg EAG/g MS). ....	25
<b>Tableau 6:</b> Teneur en flavonoïdes des extraits en (mg EQ/g) MS. ....	27
<b>Tableau 7:</b> pourcentage des flavonoïdes en (%) dans les polyphénols. ....	27
<b>Tableau 8:</b> Les valeurs d'IC50 en (mg/ml) des extraits.....	32

## Liste des abréviations :

**AAO** : Activité anti-oxydante.

**AO** : Antioxydant.

**AG** : Acide gallique.

**ADN** : Acide désoxyribonucléique.

**AE** : Acétate d'éthyle.

**AlCl<sub>3</sub>** : Trichlorure d'aluminium.

**BHA** : Butylhydroxyanisole.

**BHT** : Butylhydroxytoluène.

**CAT** : Catalase.

**CoQ10** : Coenzyme Q10.

**CND** : Café du noyau de datte

**DCM** : Dichlorométhane.

**DPPH** : 2, 2-diphenyl-1-picrylhydrazyl.

**EtOH** : Ethanol

**ERO** : Espèces réactifs de l'oxygène.

**ERN** : Espèces réactifs de l'azote.

**EC** : Efficient concentration.

**FAO**: Food and Agriculture Organization.

**GPX** : Glutathion peroxydase

**PG** : Gallate propylée.

**I%** : Pourcentage d'inhibition.

**IC50** : Concentration inhibitrice à 50%.

**MeOH** : Méthanol.

**mg EAG/g MS** : milligramme équivalent d'acide gallique par gramme de matière sèche.

**ND** : Noyaux de datte.

**PH** : potentiel d'hydrogène.

**RL** : Radical libre.

**SOD** : Superoxyde dismutase.

**TBHQ** : Tétrabutylhydroquinone.

## TABLE DE MATIERES

<i>Introduction</i> .....	1
<i>Revue bibliographique</i>	
<b>I. Généralités sur le palmier dattier, dattes et leurs noyaux</b>	
<b>1. Palmier dattier</b>	
1.1. Position systématique.....	4
1.2. Répartition géographique des palmiers dattiers dans l'Algérie .....	4
<b>2. Dattes</b>	
2.1. Définition.....	5
2.2. Stade de maturation.....	5
2.3. Classification des dattes.....	6
2.4. Composition en nutriments des dattes.....	6
<b>3. Noyaux de datte</b>	
3.1. Définition.....	7
3.2. Composition biochimique des noyaux de datte.....	7
3.3. Valorisation des noyaux de datte.....	8
<b>II. Polyphénols</b>	
1. Définition.....	9
2. classification.....	9
<b>III. Activité anti-oxydante</b>	
1. Définition.....	13
2. Stress oxydatif.....	13
3. Radicaux libres.....	13
4. Antioxydants.....	14
<i>Matériels et méthodes</i>	
1. Matériels.....	17
2. Méthodes.....	18
2.1. Extraction des composés phénoliques.....	18
2.2. Dosage des phénols totaux.....	19
2.3. Dosage des flavonoïdes.....	20
2.4. Evaluation de l'activité anti-oxydante par le test DPPH .....	21
<i>Résultats et discussion</i>	
1. Extraction des composés phénoliques.....	24
2. Dosage des phénols totaux.....	24

3. Dosage des flavonoïdes.....	26
4. Evaluation de l'activité anti-oxydante par le teste DPPH.....	28
<b>Conclusion.....</b>	<b>36</b>
<b>Références.....</b>	<b>38</b>
<b>Annexes.....</b>	<b>43</b>

# *Introduction*

Depuis l'antiquité, l'être humain s'intéresse à utiliser les plantes médicinales pour la thérapie ce qu'on appelle la médecine traditionnelle qui est encore prolongé jusqu'à présent et qui est efficace malgré le développement de la thérapie actuelle. Les plantes médicinales constituent une source large des molécules chimiques naturelles peu coûteuses capables d'utiliser dans les préparations pharmaceutiques [1]. Parmi ces plantes qui est la plus connue dans le milieu oasien c'est le palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L) [2].

Le palmier dattier couvre une importante surface dans l'Algérie grâce à sa situation géographique et considérée l'une des plantes les plus importants qui ont un rôle économique, sociale et écologique [3].

Depuis quelques années, l'intérêt des antioxydants devient de plus en plus important vis-à-vis leur capacité de protéger le corps humain contre l'endommagement due au stress oxydatif [4]. Généralement les antioxydants les plus importants qui peuvent apportés par notre alimentation sont les composés phénoliques.

Plusieurs études épidémiologiques montrent que la consommation régulière des fruits et des légumes peut réduire le risque des maladies chroniques tel que : le cancer, la maladie de Parkinson et les maladies cardiovasculaires grâce à leur richesse en antioxydants [5], parmi ces aliments on distingue les dattes.

La production des dattes n'est pas seulement consacrée à sa consommation sous forme secs mais aussi d'améliorer l'utilisation de ses déchets (noyaux) au niveau industriel. Malheureusement environ 10% à 15% des dattes leurs noyaux sont jetés ou utilisés comme aliment de bétail [6].

Les noyaux des dattes sont des sous-produits contiennent principalement des protéines, des glucides, des sels minéraux et des phénols, ils ont plusieurs propriétés médicinales étonnantes comme la prévention des reins et de foie contre la toxicité, la protection contre la complication diabétique et à combattre les infections virales [7].

La valorisation des déchets organiques comme les noyaux des dattes a attiré l'attention de beaucoup de chercheurs dans l'industrie agro-alimentaire, cosmétique, énergétique et pharmacologique pour la protection de l'environnement et l'exploitation économique [8]. Ces noyaux constituent une biomasse locale, disponible et bon marché, ses potentialités d'utilisation sont immenses et peuvent intervenir dans plusieurs transformations sous différentes formes : charbon actif, engrais pour le sol et comme un agent dépolluant...etc [9].

L'utilisation des noyaux des dattes dans la fabrication d'une boisson succédante du café ordinaire est l'une des procédés d'exploitation des sous-produits de la transformation des

dattes c'est le café des noyaux des dattes décaféiné moins fort, plus doux et son goût dépend de la Variété des noyaux des dattes [10].

Ce travail est structuré en trois parties, initié par une synthèse bibliographique mettant l'accent sur les dattes, les composés phénoliques, l'activité anti-oxydante.

La deuxième partie concerne la méthodologie suivie : L'extraction et la quantification des polyphénols du café de noyaux des dattes et l'étude de leur pouvoir antioxydant par le test DPPH.

Enfin, la dernière partie regroupe l'ensemble des résultats obtenus et leurs discussions, suivie d'une conclusion générale.

# *Revue bibliographique*

## I. Généralités sur le palmier dattier, dattes et leurs noyaux :

### 1. Palmier dattier :

Le palmier dattier est un arbre ancien qui est cultivé par l'homme depuis au moins 6000 ans [11]. Cette plante a attiré l'attention des arabes où un Cheikh arabe a dit : « le palmier dattier, reine des arbres doit avoir ses pieds dans l'eau courante et sa tête dans le ciel brûlant,[12] il a une importance économique, sociale et religieuse dont il est mentionné plus de 20 fois dans le Coran [13]. Le palmier dattier est une plante médicinale, monocotylédones et dioïque qui porte des arbres mâles appelés « dokkar » et des arbres femelles appelés « nakhla » [14]. Il est caractérisé par leur capacité d'adaptation aux conditions des climats arides les plus sévères et appartient à la famille Arecaceae (palmaceae) Genre "Phoenix" qui contient 14 espèces où dans lesquels on trouve (*Phoenix dactylifera*) [15] Qui est le nom scientifique du dattier présenté par Linné en 1734 provient du mot latin Phoenix qui signifie dattier chez les phéniciens et dactylifera dérive du terme grec "dactylos" qui signifie doigt allusion faite à la forme du fruit [16].

**1.1. Position systématique :** le palmier dattier (*Phoenix dactylifera*) est classé botaniquement comme suivant [17] :

**Groupe :** spadiciflores

**Embranchement :** angiospermes

**Classe :** monocotylédones

**Ordre :** palmale

**Famille :** palmacée

**Sous-famille :** coryphoidées

**Tribu :** phoenicée

**Genre :** Phoenix

**Espèce :** *Phoenix dactylifera* L. النخلة

### 1.2. Répartition géographique des palmiers dattiers dans l'Algérie :

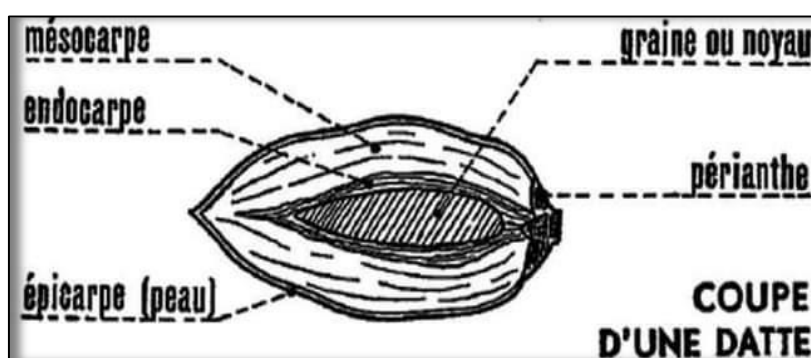
La palmeraie Algérienne couvre principalement le sud-est d'Algérie (El oued, Ouargla et Biskra) avec 67% de palmier dattier et 21% dans le sud-ouest (Adrar et Bechar) ainsi 10% dans le sud Algérien est occupé [18]. D'après le FAO, L'Algérie est classé dans le 3ème rang de production de datte avec 1029596 tonnes en 2016. En vue qualitatif l'Algérie prend le 1er rang dans la production de variété Deglet-nour qui est la plus acceptable par les

consommateurs et sur le marché national qu'international[19].

## 2. Dattes :

### 2.1. Définition :

La datte est une baie de forme allongée, oblongue ou arrondie composée d'un noyau à une consistance dure entourée par une pulpe constituée d'une enveloppe cellulosique fine dite péricarpe couvrant d'un mésocarpe charnu de consistance variable et d'un endocarpe fibreux de teinte plus claire [20].



**Figure 1 :** Une coupe transversale de datte.

Les dimensions de datte sont très variables selon la variété (**le tableau 1**) :

**Tableau 1:** La variation du poids et des dimensions de datte [22].

Poids	4-36 g
Longueur	2-7.5 cm
Diamètre	1.3-4 cm
Volume	5-19 cm <sup>3</sup>

### 2.2. Stade de maturation :

Plusieurs modifications internes et externes produisent aux dattes au niveau de la texture, la composition chimique, la teneur en sucre pendant la maturation [23].

**Hababouk** : ce stade commence après la pollinisation jusqu'à la 5ème semaine, la datte a une couleur verte jaunâtre et une forme sphérique et une croissance lente [24].

**Kimri** : ce stade dure de neufs semaines jusqu'à quatorze semaines, la datte présente la couleur verte et la croissance rapide avec une teneur d'eau et de sucre élevée [25].

**Khalal** : couleur jaune ou rouge selon la variété avec une teneur d'humidité 50-85% [26],

Dans ce stade il ya une diminution de la teneur d'eau et une augmentation de la concentration de sucre [10].

**Routab** : la datte présente une couleur brune claire avec 30-45% teneur d'humidité [26]. Elle a une saveur sucrée due aux monosaccharides s'accompagnant la perte de la turgescence suite à la diminution de la teneur en eau [27].

**Tamr** : c'est le dernier stade au cours de la maturation de datte dans lequel le fruit est très résistante à l'infection des microorganismes, stade Tamr est caractérisé par une faible humidité < 25% [28].



**Figure 2:** Stades de maturation de datte.

Les dattes sont principalement consommées sous forme de fruit frais au stade «Tamr» cependant, elles peuvent également être consommées aux stades Khalal et Rutab [29].

### 2.3 Classification des dattes :

La classification selon leur consistance à maturité et la texture de fruit est valable pour les variétés d'Algérie, trois catégories ont été distinguées :

- **Dattes moelles** : taux d'humidité  $\geq 30\%$ , elles contiennent comme sucre fructose et glucose par exemple : Ghars.
- **Dattes demi-moelles** : de 20% d'humidité, à base de saccharose tel que : Deglet-Nour.
- **Dattes sèches** : < 20% d'humidité, ce type de datte riche en saccharose [30].

### 2.4. Composition en nutriments des dattes :

Une grande partie des dattes récoltées est consommée fraîche tandis que les dattes de qualité inférieure sont utilisées dans l'industrie de transformation pour produire les produits tels que : jus, confiture, poudre et sirop.....etc [31].

Environ 65-70% de datte est composée des carbohydrates (glucose, fructose et saccharose) [32], elle contient aussi des protéines, des acides aminés (proline, glycine, alanine...etc)

[33]et des fibres (cellulose, bêta-glucane et l'amidon...etc.) [34]. Les composés phénoliques les plus abondants dans les dattes sont les acides caféique, gallique, cinnamique, et férulique qui ont une forte anti-oxydation [35]. Ce fruit est une bonne source de calcium, potassium, magnésium [36] et vitamine A, B et C [37].

## 5. Noyaux de datte :

### 5.1. Définition :

Le noyau "Àlfa" représente un déchet majeur et constitue environ 11%-18% de poids de datte [29] et généralement oblongue et cannelée ventralement, contenant un petit embryon et un albumen entouré par une enveloppe cellulosique [38].

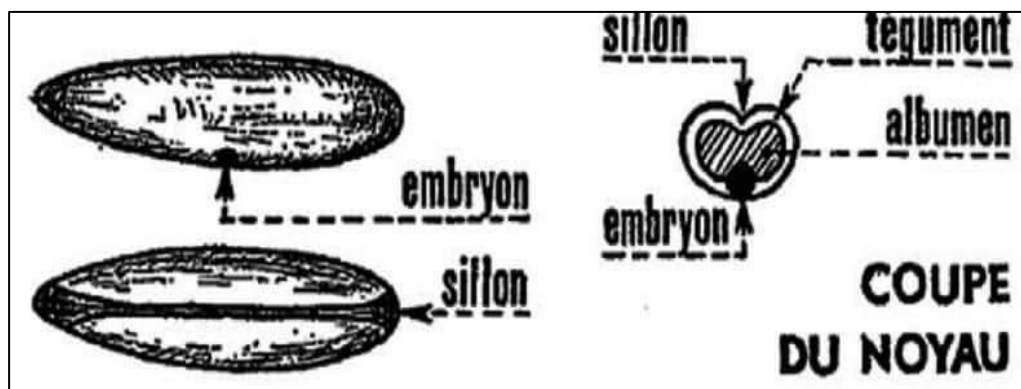


Figure 3: La morphologie du noyau de datte [17].

### 5.2. Composition :

La composition biochimique varie d'un noyau à l'autre dans les dattes selon la variété de datte et le stade de maturation et les conditions environnementales, les noyaux de datte contiennent une large gamme des composés fonctionnels nutritifs tels que les fibres, les graisses, les protéines, les cendres et les minéraux (magnésium, sodium, potassium, nickel, fer, phosphore) [39].

Tableau 2: Composition des noyaux de datte en (%) [7].

graisses	5-13.2%
Protéines	2.3-6.4%
cendres	0.9-1.8%
fibres	22.5-80.2%

Il est considéré comme une source riche en carbohydrates et fibres (cellulose, hémicellulose et lignine) [40], la teneur en composés phénoliques dans les noyaux des dattes est plus élevée

[7]. Ces substances effectuent plusieurs fonctions d'un point de vue biologique telles que les activités anti-oxydantes, antibactériennes et antivirales [41]. Au total neuf acides phénoliques ont été détecté dans les noyaux dont quatre sont des dérivés hydroxylés de l'acide benzoïque (acide gallique, acide protocatéchuïque, acide p-hydroxybenzoïque et acide vanillique) et les autres comme des dérivés d'acide cinnamique (acide caféique, acide p-coumarique, acide o-coumarique, acide férulique, acide m-coumarique) [10].

### 5.3. Valorisation des noyaux de datte :

Les noyaux des dattes sont soit jetés causant un problème environnemental, soit incorporés dans l'alimentation animale. Le manque d'utilisation de ce sous-produit reste une réelle perte pour l'économie grâce à sa valeur nutritive [42].

**En cosmétique :** comme une huile pour le traitement des manifestations cutanées du vieillissement [43]. Les noyaux carbonisés ajoutés à l'encre solide sont utilisés comme un dentifrice chez les chinois.

**En médecine :** permet de soulager la fièvre aussi pour diminuer le risque du cancer et le traitement de diabète [44].

**En pharmacologie :** ils favorisent la protection contre l'hypotoxicité et interviennent dans la régulation du taux de l'œstrogène et testostérone dans le plasma [45] ; [46].

**En industrie :** la préparation du charbon actif d'origine botanique par la création des adsorbants à faible coût à partir des déchets organique (noyaux des dattes) pour la décontamination des eaux pollués [47].

**En alimentation :** un essai de valorisation par incorporation dans la farine de blé tendre commercial pour améliorer leur valeur nutritive. La farine des noyaux des dattes ne contient pas de gluten et peut destiner pour le régime alimentaire pauvre en gluten (les malades cœliaque) [3]. Les noyaux des dattes sont valorisés pour la production de la levure alimentaire[48].

Une nouvelle utilisation comprend la poudre des noyaux des dattes torréfiés comme une boisson sans caféine substitut de café normale célèbre au-Moyen-Orient surtout chez l'arabe [49]. Cette boisson alternatif " **café des noyaux des dattes**" d'une saveur et d'un arôme agréable satisfait les consommateurs notamment les personnes sensibles à la caféine et qui préfèrent profiter de la saveur et l'arôme du café sans des effets indésirables de la caféine [7] ; [50].

## I. Polyphénols :

### 1. Définition :

Le terme « polyphénol » désigne l'ensemble des composés phénoliques des végétaux [51]. Les polyphénols sont des micronutriments abondants dans notre régime alimentaire. Ils sont essentiels à la physiologie des plantes, car ils sont impliqués dans diverses fonctions importantes (croissance, structure, défense, pigmentation, etc.) [52];[53]. Ce sont des métabolites secondaires caractérisés par la présence d'un cycle aromatique à six carbones.

### 2. Classification :

Selon le nombre de carbone, le degré d'hydroxylation et d'oxydation et les liaisons de ces composés de base avec d'autres molécules, différents groupes majeurs ont été distingué [54] :

**Phénols simples (C<sub>6</sub>)** : ce sont des composés aromatiques qui possèdent un ou plusieurs groupements hydroxyles. Ils sont rares dans la nature.

**Acides phénoliques** : ils sont présents dans les plantes agricoles et médicinales à une faible toxicité [55], caractérisés par la présence au moins d'une fonction carboxylique, ils sont dérivés de l'acide benzoïque et de l'acide cinnamique [56] :

➤ **Acides hydroxy benzoïques** : ce sont des dérivés de l'acide benzoïque, ils ont une structure (C<sub>6</sub>-C<sub>1</sub>), ils sont très présentes dans le règne végétal sous forme combiné à l'état d'ester ou d'hétéroside dont ils sont libérés par hydrolyse alcaline [57] .

➤ **Acides hydroxy cinnamiques** : caractérisés par une structure (C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub>) avec une distribution très large dans le règne végétal.

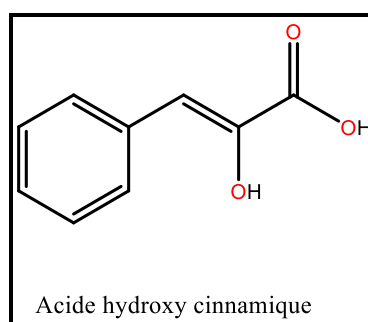
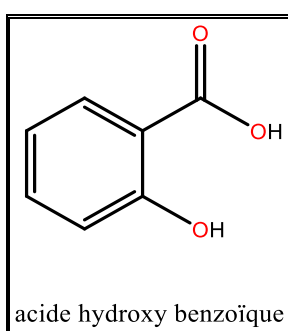
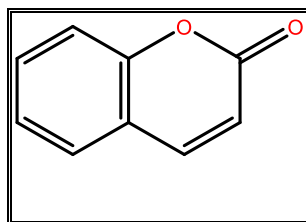


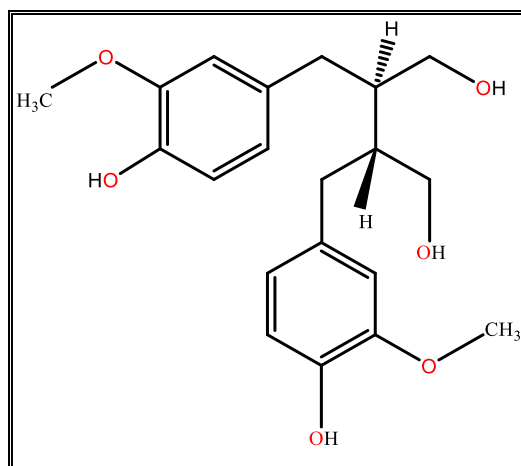
Figure 4: Structure des acides phénoliques.

**Coumarines** : ce sont des hétérocycles oxygénés ayant comme structure de base le benzo-2-pyrone [58], ils présentent chez les végétaux sous forme de cristaux blancs ou jaunâtre [59].

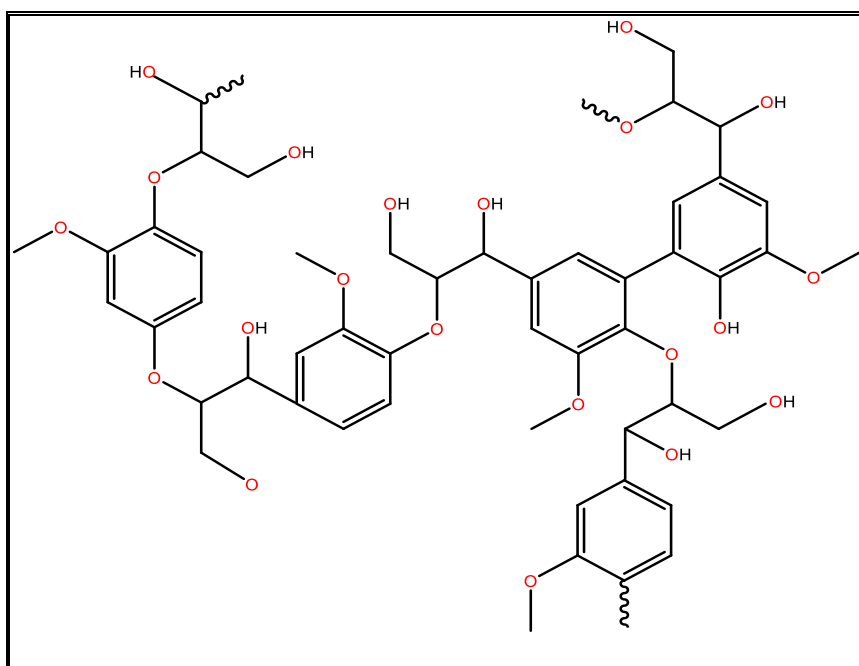


**Figure 5:** Structure de coumarine.

**Lignanes** : présentent une structure  $(c_6-c_3)_2$ , ils ont été isolés à partir d'essence résineuse, formés de deux unités phénylpropane liées parmi lesquels peuvent former des molécules **lignine**  $(c_6-c_3)_n$  [60].

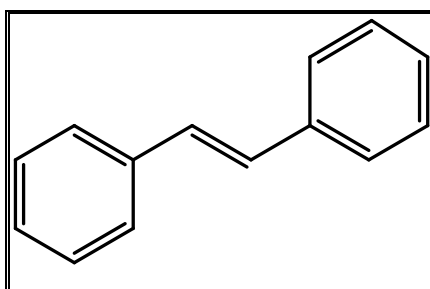


**Figure 6 :** Structure de lignane.



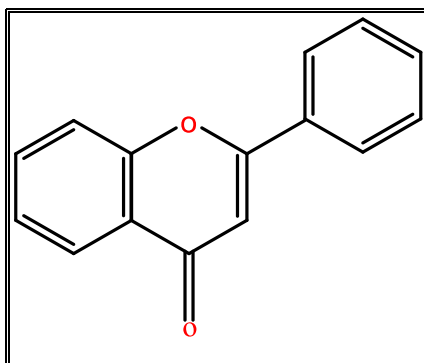
**Figure 7:** Structure de lignine.

**Stilbènes:** présentant un squelette ( $C_6-C_2-C_6$ ), leur existence est faible dans l'alimentation [61], le stilbène le plus couramment étudié est le resvératrol [62].



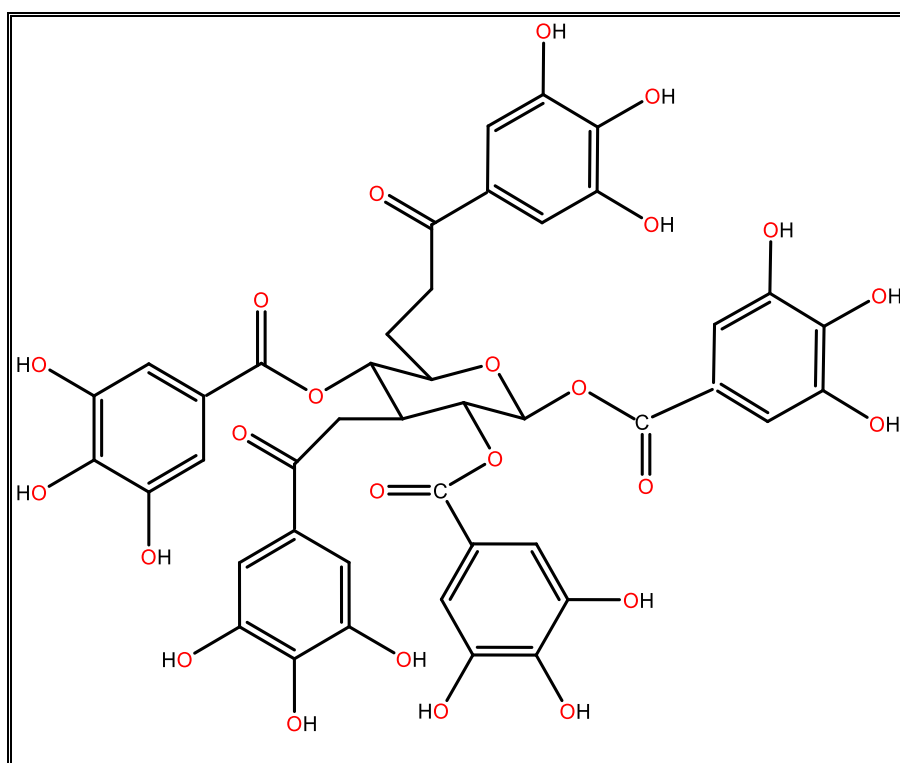
**Figure 8:** Structure de stilbène.

**Flavonoïdes :** Ils présentent un squelette carboné commun  $C_6-C_3-C_6$  qui compose deux cycles benzènes A et B liés par un chaîne de trois carbones sous forme d'un hétérocycle C oxygéné [63] et se divisent en 6 groupes selon le degré d'oxydation et la nature des substituants portés sur le cycle C : les flavones, les flavonones, les flavonols, isoflavones, les anthocyanidines et les catéchines [64]. Les flavonoïdes sont des substances plus répandues chez les végétaux, responsables pour la pigmentation des feuilles, fleurs et fruits[65] .



**Figure 9:** structure de flavonoïde.

**Tanins :** leur structure complexe est constituée d'une unité monomérique répétitive à haute poids moléculaire [59], trouvés dans l'écorce, les feuilles, le bois, les fruits, les racines. Ils partagent la capacité de précipiter les alcaloïdes, les protéines[66], les tanins classiquement subdivisés en deux groupes : condensée et hydrolysable [67].



**Figure 10 :** Structure de tanin.

## II. Activité anti-oxydante :

### 1. Définition :

Récemment, l'activité anti-oxydante a occupé une grande importance en raison de son intérêt dans la prévention contre les maladies cardio-vasculaires, neurodégénératives, inflammatoires et cancer, où elle limite l'oxydation par neutralisation des radicaux libres à l'action des antioxydants, donc lutte contre le stress oxydatif [68].

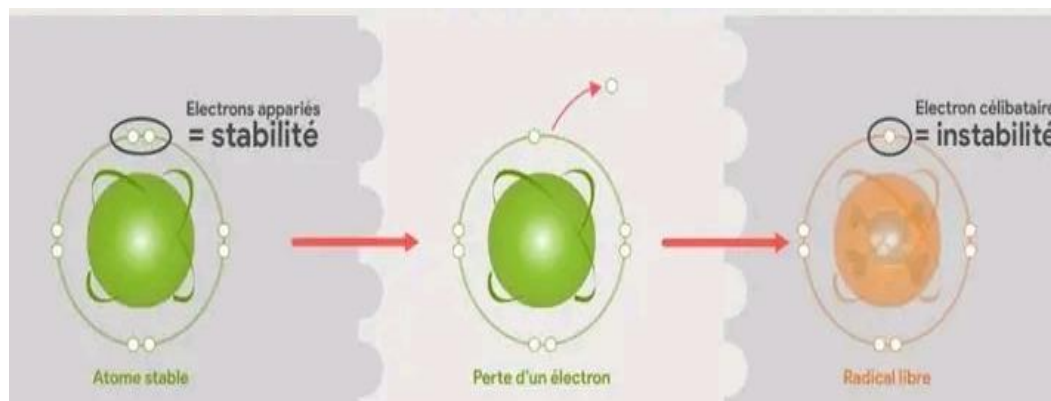
### 2. Stress oxydatif :

Le stress oxydatif est défini comme un déséquilibre entre la production des radicaux libres et la quantité des antioxydants disponible et utilisable par l'organisme pour s'en défendre. Ce déséquilibre chronique fait partie des facteurs qui accélèrent le vieillissement et diminuent les performances physiques et mentales. Où ces RL endommagent l'ADN, dégradent les membranes cellulaires et altèrent les fonctions des protéines [68].

### 3. Radicaux libres :

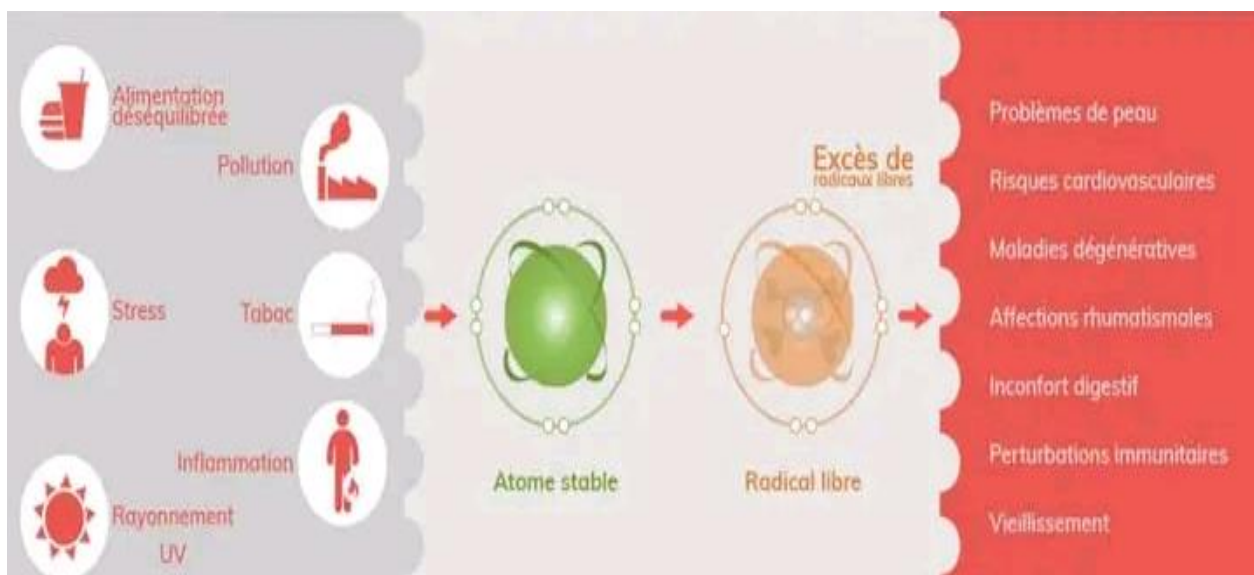
Lors de la transformation des nutriments en énergie par la mitochondrie ou ce qu'on appelle l'oxydation (processus naturel), entre 3 à 5% des molécules oxydantes sont produites accidentellement, ce sont les RL [69].

Ils sont définis comme des molécules qui manquent un électron au niveau de la couche électronique externe, ce qui les rend instables et deviennent très réactives, donc ils vont chercher de s'associer à d'autres molécules pour retrouver un état stable [70]. Ils sont des espèces réactives de l'oxygène ERO et de l'azote ERN, mais ceux qui dérive de l'oxygène sont les plus importants en pathologie humaine, ils sont produits par toutes les cellules aérobies et jouent un rôle important dans le vieillissement ainsi que dans les maladies liées à l'âge et dans le processus de signalisation, en excès ils sont responsables au stress oxydatif [71]; [72].



**Figure 11:** Formation des radicaux libres.

Certains facteurs peuvent augmenter considérablement la production des RL (**Figure 12**) :



**Figure 12:** causes et conséquences d'un excès des radicaux libres.

#### 4. Antioxydants :

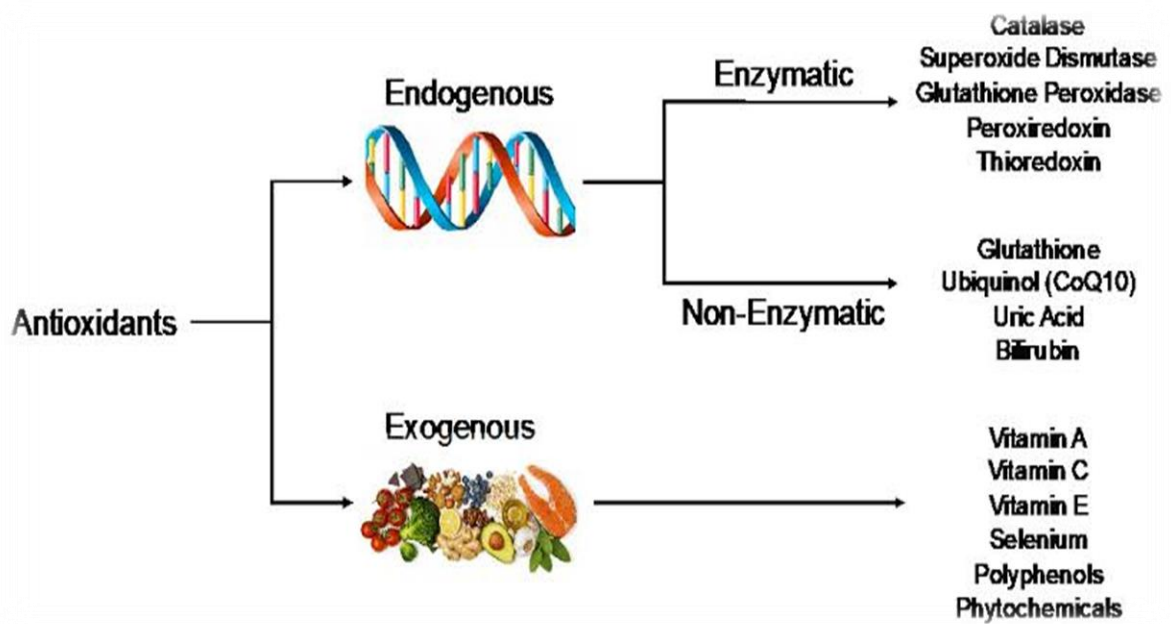
Un antioxydant est un agent qui empêche ou ralentit l'oxydation en neutralisant les RL, donc stoppe le stress oxydatif.

➤ Certaines de ces AO sont fabriquées par l'organisme (**endogène**) qui sont :

\* **Des AO enzymatiques** : le superoxydedismutase (SOD), catalase (CAT), la glutathion Peroxydase (GPX), la thiorédoxine (TRX).

\* **Des AO non enzymatiques** : le glutathion, acide urique...etc.

➤ Des AO qui sont apportés par l'alimentation (**exogènes**) comme l'acide ascorbique (vitamine C), le tocophérol (vitamine E),  $\beta$  carotène (provitamine A) et certains oligo-éléments : le Zinc, le silinium, le manganèse encore les composés phénoliques [73].



**Figure 13:** Classification des antioxydants.

➤ Les AO de synthèses : dans l'industrie alimentaire, ils sont utilisés pour la conservation des aliments, tel que le butylhydroxyanisole (BHA), butylhydroxytoluène (BHT), gallate propylée (PG) et le tétrabutylhydroquinone (TBHQ) [74].

# *Matériels et méthodes*

## Matériels et méthodes :

Ce travail a été réalisé au sien du laboratoire pédagogique de biochimie, département de biologie, université de Laghouat pour but d'étudier l'activité anti-oxydante du café des noyaux des dattes, passant par une série des expériences successives basées sur des Protocoles déjà faites.

### 1. Matériels :

#### Matière végétale :

Nous intéressons dans cette étude à une matière végétale très répandu dans le monde vient du palmier dattier, les noyaux des dattes qui sont torréfiés et broyés en un café mise en marché, et qui devient acceptable par les consommateurs ; café de noyaux des dattes.

#### Les produits utilisés :

**Tableau 3 :** Réactifs chimiques utilisés.

Produit	Formule chimique	Firme
Hexane	$C_6H_{14}$	Sigma-Aldrich
Dichlorométhane	$CH_2Cl_2$	
Acétate d'éthyle	$C_4H_8O_2$	
Ethanol	$C_2H_6O$	
Méthanol	$CH_4O$	
Acide gallique	$C_7H_6O_5$	
Quercétine	$C_{15}H_{10}O_7$	
DPPH	$C_{18}H_{12}N_5O_6$	
Carbonate de Sodium	$Na_2CO_3$	
Trichlorure d'aluminium	$AlCl_3$	
Vitamine C	$C_6H_8O_6$	Analar Normapur

On a utilisé comme des appareils : balance, rota-vapeur et spectrophotomètre pour la lecture des absorbances.

## 2. Méthodes :

### 2.1. Extraction des composés phénoliques :

L'objectif de l'étape d'extraction est de séparer les substances phénoliques de la poudre solide et de les faire passer en solution.

Pour l'extraction des composés phénoliques du café des noyaux de dattes, on a employé la macération, l'une des méthodes d'extraction les plus utilisés.

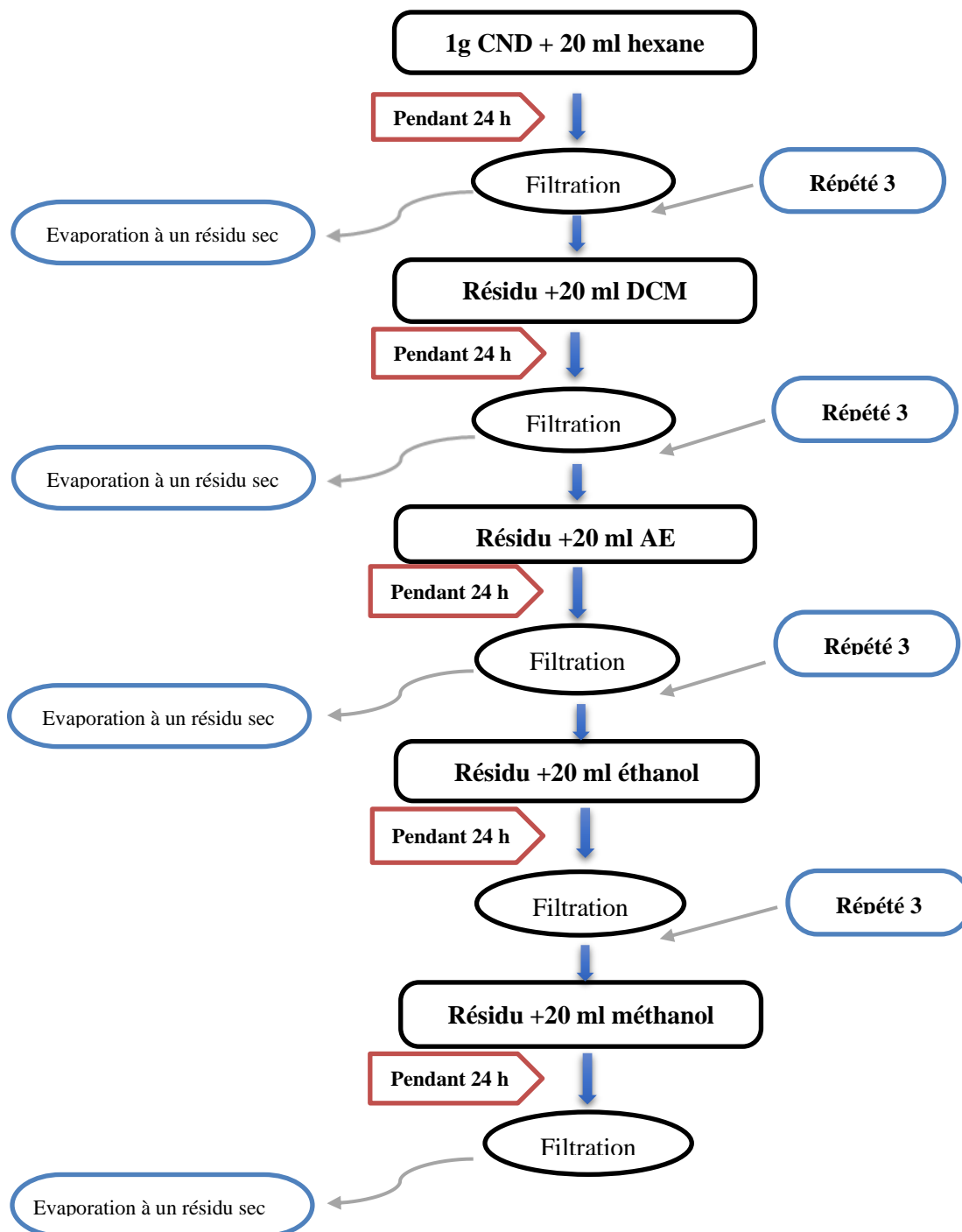
La macération a été réalisée par une série des solvants à polarité croissante : dichlorométhane, acétate d'éthyle, éthanol, méthanol successivement à température ambiante et à l'obscurité, le détail de la méthode d'extraction est présenté dans la figure 14.

L'extraction des polyphénols du café des noyaux de datte nous a permis de calculer le rendement qui est déterminé par le rapport entre la masse du résidu sec en gramme avec celle de la matière végétale aussi en gramme par la formule suivante :

$$R(\%) = \frac{m(\text{résidu sec})\text{g}}{m(\text{matière végétal})\text{g}} \times 100$$

R : rendement (%)

m : la masse (g)



**Figure 14:** Les étapes d'extraction des composés phénoliques.

## 2.2. Dosage des phénols totaux :

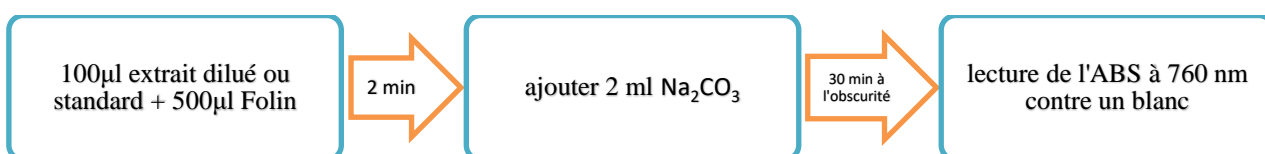
### •Principe :

La méthode la plus utilisée dans l'analyse quantitative des composés phénoliques dans les extraits végétaux est de Folin-Ciocalteu qui est basé sur la capacité de ces composés à réduire le mélange acide phosphotungstique ( $H_3PW_{12}O_{40}$ ) et acide phosphomolybdique ( $H_3PMO_{12}O_{40}$ )

du réactif de Folin qui a un couleur jaune en un complexe bleu stable d'oxydes de tungstène et de molybdène [75]. La coloration produite, dont l'absorption est mesurée à 760 nm est proportionnelle à la quantité des polyphénols présents dans l'extrait végétal [76].

▪**Mode opératoire :**

Pour déterminer la quantité des composés phénoliques dans nos extraits on a suivi le protocole suivant : 100µl de chaque extrait (ou de standard Ag 0.5g/l) est mélangé avec 500µl de réactif de Folin (10%), après deux minutes 2ml Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (5%) est ajouté, ce mélange est incubé pendant 30 minutes à l'obscurité puis la lecture des absorbances est faites à une longueur d'onde 760 nm à l'aide d'un spectrophotomètre UV-visible (**Figure 15**).



**Figure 15:** Protocol de dosage de polyphénols.

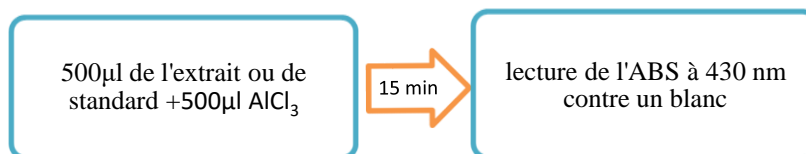
**2.3. Dosage des flavonoïdes :**

▪**Principe :**

Le dosage des flavonoïdes est réalisé par une méthode colorimétrique au trichlorure d'aluminium AlCl<sub>3</sub> qui forme un complexe jaunâtre avec les flavonoïdes qui absorbe dans le visible à 430nm [77]. Ce complexe forme par chélation des métaux (Al) par les flavonoïdes dont Al perd deux électrons pour s'unir à deux atomes d'oxygène de la molécule de flavonoïde comme donneur d'électrons[78].

▪**Mode opératoire :**

Un volume de 500µl de trichlorure d'aluminium AlCl<sub>3</sub> 2% est ajouté à 500µl de l'extrait (ou quercétine 0,1g/l), après incubation pendant 15min, la lecture de l'absorbance est faite à l'aide d'un spectrophotomètre UV-visible à 430nm (**figure 16**)



**Figure 16:** Protocol de dosage des flavonoïdes.

#### 2.4. Evaluation de l'activité anti-oxydante par le test DPPH :

L'activité anti-oxydante a été estimée par le test DPPH qui est basé sur la capacité des antioxydants à piéger le radical 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl [79], ce test est considéré comme le plus simple, le plus rapide et le plus efficace à cause de la grande stabilité du radical DPPH [80].

##### •Principe :

La méthode de DPPH est introduite par Mardsen Blois, Université de Stanford [81]. Cette méthode permet de suivre la cinétique de décoloration de DPPH de couleur violette au jaune où il devient un accepteur d'un électron ou d'un atome d'hydrogène provenant par un antioxydant [82].

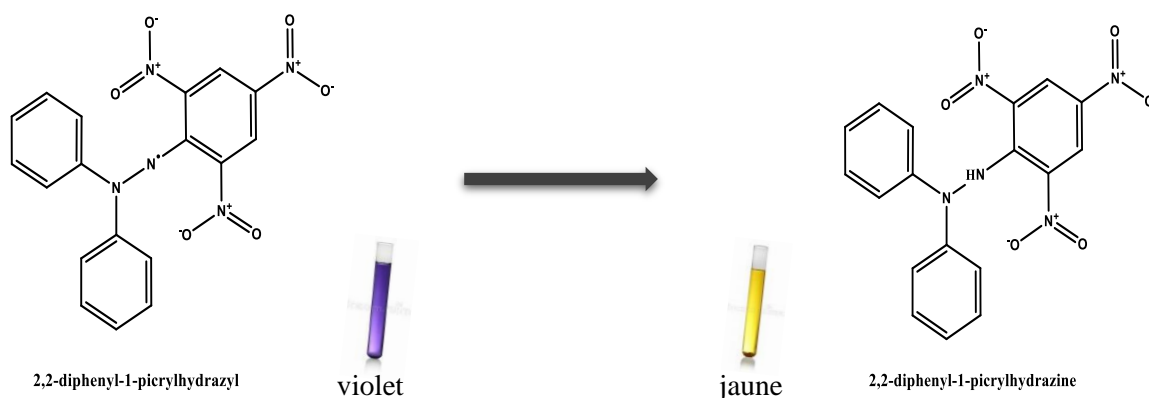
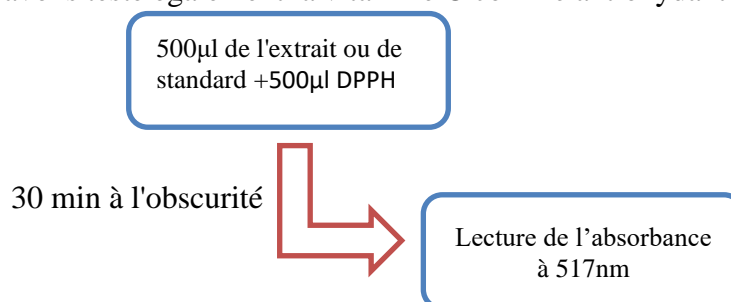


Figure 17: La réaction de réduction de DPPH.

##### •Mode opératoire :

Après une préparation d'une série de concentrations par dilution dans le méthanol, 500µl de chaque est ajouté à 500µl DPPH (250µM). Le mélange réactionnel est agité vigoureusement, puis il est maintenu à l'obscurité pendant 30 min à une température ambiante pour que la réaction s'accomplisse, l'absorbance du milieu réactionnel a été mesurée à 517 nm contre un blanc. Nous avons testé également la vitamine C comme antioxydant de référence.



**Pourcentage d'inhibition :**

L'approche la plus simple dans l'interprétation des données, est de tracer le pourcentage d'inhibition en fonction de la concentration de l'antioxydant, Le pouvoir d'inhibition est exprimé en %, et calculé selon la formule suivante [83] :

$$I\% = [(A_0 - A) / A_0] \times 100$$

$A_0$  : Absorbance de contrôle

$A$  : Absorbance d'échantillon

**Paramètre IC<sub>50</sub> :**

Appelé aussi EC<sub>50</sub> c'est la concentration d'antioxydant nécessaire pour réduire la concentration du radical libre DPPH de 50%. Plus IC<sub>50</sub> est basse plus l'activité anti-oxydante est élevée, ce paramètre est obtenu graphiquement à partir de la courbe du pourcentage d'inhibition en fonction de la concentration de l'échantillon [84].

**Étude statistique**

Les analyses de la variance ont été effectuées par le logiciel statistique Microsoft office Excel. Toutes les expériences ont été faites en triple, les résultats ont été présentés par la moyenne avec son écart type (n=3) pour chaque cas.

## *Résultats et discussion*

## Résultats et discussions :

### 1. Extraction des composés phénoliques :

Le (tableau 4) présente les rendements des extraits, leurs couleurs et leurs aspects, Les extraits phénoliques obtenus présentent généralement un aspect poudreux et un seul extrait visqueux, de couleur jaune et rouge.

**Tableau 4:** Aspect, couleur et rendement de chaque extrait du café de noyaux de dattes.

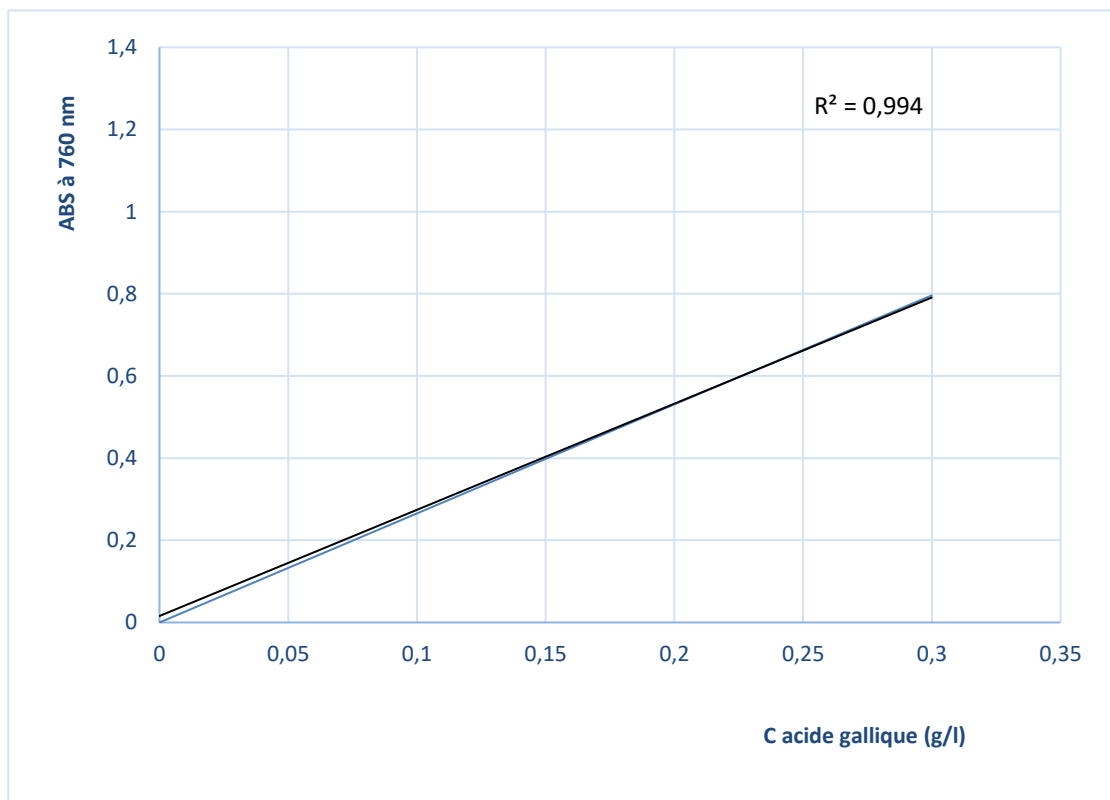
Solvants	DCM	AE	EtOH	MeOH
Rendement en %	22	5	5	12
Couleur	jaune	Jaunâtre	Rouge claire	Rouge claire
Aspect	visqueux	poudre	poudre	poudre

Les rendements obtenus varient de 5% à 22%, l'extrait DCM (22%) présente le rendement le plus élevé suivi par l'extrait MeOH (12%) tandis que les extraits AE et EtOH ont présenté le même rendement (5%). Cette différence est due à la nature des substances phénoliques contenues dans chaque extrait, de leur solubilité et la polarité de chaque solvant [85].

Il est nécessaire de noter que l'extraction des composés phénoliques à partir du matériel végétal est influencée par plusieurs facteurs liés soit aux procédures d'extraction employées en tenant compte du type de solvants, la durée d'extraction, et le type du contact matière solvant, la taille des particules de l'échantillon, l'agitation et la température, comme elle peut être liées aux composés à extraire particulièrement leurs natures chimiques, leurs polarités et leurs masses moléculaires.

### 1. Dosage des phénols totaux :

La teneur en phénols totaux de chaque extrait du café des noyaux de dattes a été déterminé à partir de la courbe d'étalonnage (Figure 18) et exprimée en milligrammes par un gramme de la matière végétale sèche équivalent en acide gallique. Les résultats obtenus sont indiqués dans le (tableau 5).



**Figure 18:** La courbe d'étalonnage de l'acide gallique.

**Tableau 5:** Teneur en phénols totaux des extraits en (mg EAG/g MS).

Extrait	Teneur en phénols totaux
DCM	16,12 ± 1,27
AE	0,95 ± 0,05
EtOH	14,21 ± 0,63
MeOH	6,98 ± 0,55

Les résultats montrent clairement que la meilleure teneur (16,11mgEAG/g MS) a été observée dans l'extrait DCM suivi par l'extrait éthanolique (14,20 mg EAG/g MS) et l'extrait méthanolique (6,982 mg EAG/g MS), tandis que l'extrait AE présente la plus faible teneur (0,94 mg EAG/g MS). Ces valeurs sont inférieures à des résultats d'une étude réalisée sur le café arabica et robusta qui a trouvé des valeurs entre 186mg/g MS et 282mg /g MS respectivement [86] du même, ils sont inférieurs à des résultats obtenus dans une autre étude sur le café où les teneurs en phénols totaux varient entre 119 et 587,7 mg EAG/g MS [87].

Une autre étude sur la poudre des noyaux des dattes indique que les teneurs en composés phénoliques de deux extraits ; éthanolique et méthanolique sont 120,4mg EAG/g et 226,8mg

EAG/g respectivement. Ces valeurs sont supérieures à nos résultats[88]. Tandis qu'il y avait des endroits où notre taux de phénols était supérieur. C'est ce qu'a montré une autre étude sur les noyaux de variété Medjool dont la teneur en phénols totaux est 0,1462mg EAG/g MS [41] du même les teneurs en composés phénoliques des extraits méthanoliques du café des noyaux de dattes sont très supérieures à celles trouvées dans une autre étude sur les noyaux de sept variétés algériennes qui varient entre 0,272mg EAG/g MS et 0,385mg EAG/g MS[89].

Cette variation de résultats pourrait être due à la torréfaction qui influe significativement sur la qualité, la structure et la composition chimique (teneur en phénols totaux et flavonoïdes...etc) des noyaux de dattes.

Le degré et la durée de torréfaction affecte sur la teneur en phénols totaux [42]. La teneur peut être variée aussi selon le temps d'extraction et le type de solvant.

## 2. Dosage des flavonoïdes :

La quantification des flavonoïdes dans les extraits a été estimée en utilisant la courbe d'étalonnage (Figure 19) et les résultats sont exprimés en équivalents de mg de la quercétine / g de matière végétale sèche, les résultats obtenus sont consignés dans le tableau 6.

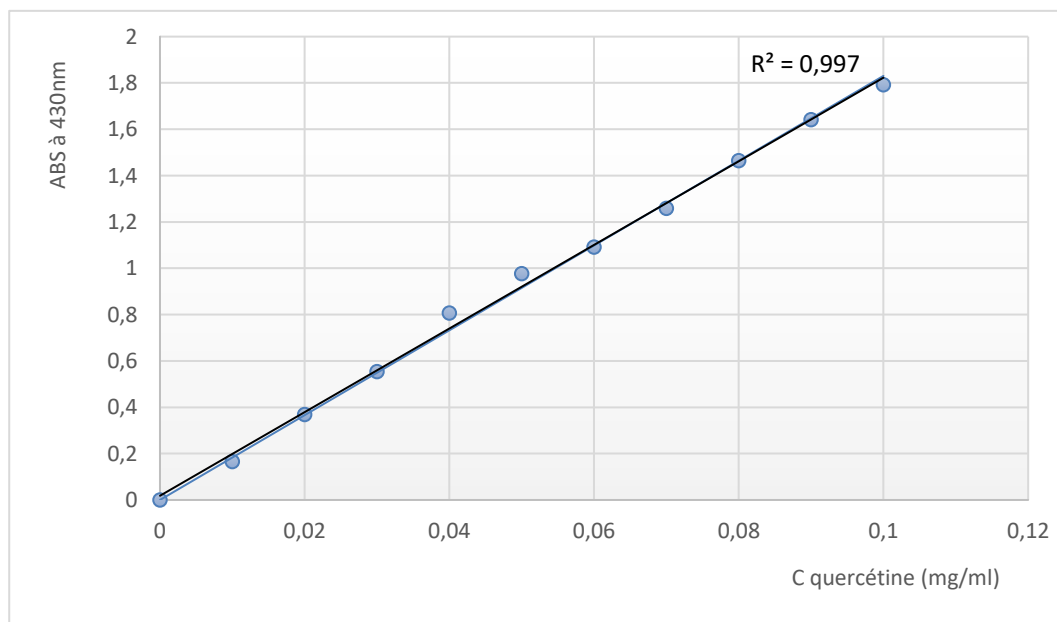


Figure 19: La courbe d'étalonnage de quercétine.

Les résultats obtenus montrent que les teneurs en flavonoïdes varient entre 0.016mg/g MS et 1.31mg/g MS, la meilleure teneur est enregistrée dans l'extrait éthanolique suivi par l'extrait méthanolique tandis que les extraits de dichlorométhane et d'acétate d'éthyle ont présenté respectivement des faibles teneurs : 0,05mg EQ/g MS et 0,01mg EQ/g MS.

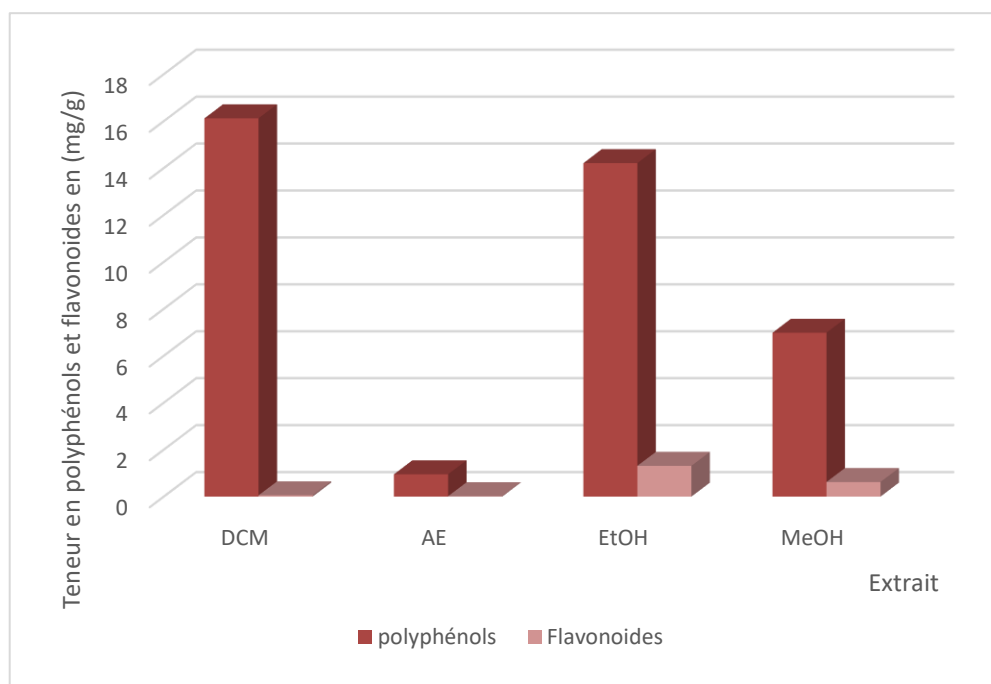
Nous avons comparé nos résultats à une autre étude où la teneur en flavonoïdes des noyaux de dattes est 6,52mg EQ/g MS [90], cette valeur est supérieure à nos teneurs en flavonoïdes du même nous avons trouvé que nos teneurs en flavonoïdes sont inférieurs à celle d'une autre étude sur la poudre des noyaux de dattes (33.5mg EQ/g MS) [91]. Cette variation des teneurs en flavonoïdes peuvent être due à la torréfaction des noyaux de dattes lors de la préparation du café.

**Tableau 6:** Teneur en flavonoïdes des extraits en (mg EQ/g) MS.

Extrait	Teneur en flavonoïdes
DCM	0,053 ± 0,006
AE	0,016 ± 0,0015
EtOH	1,31 ± 0,14
MeOH	0,62 ± 0,08

**Tableau 7:** pourcentage des flavonoïdes en (%) dans les polyphénols.

Extrait	Pourcentage
DCM	0,33
AE	01,68
EtOH	09,22
MeOH	08,88



**Figure 20:** Teneur en polyphénols et flavonoïdes des extraits.

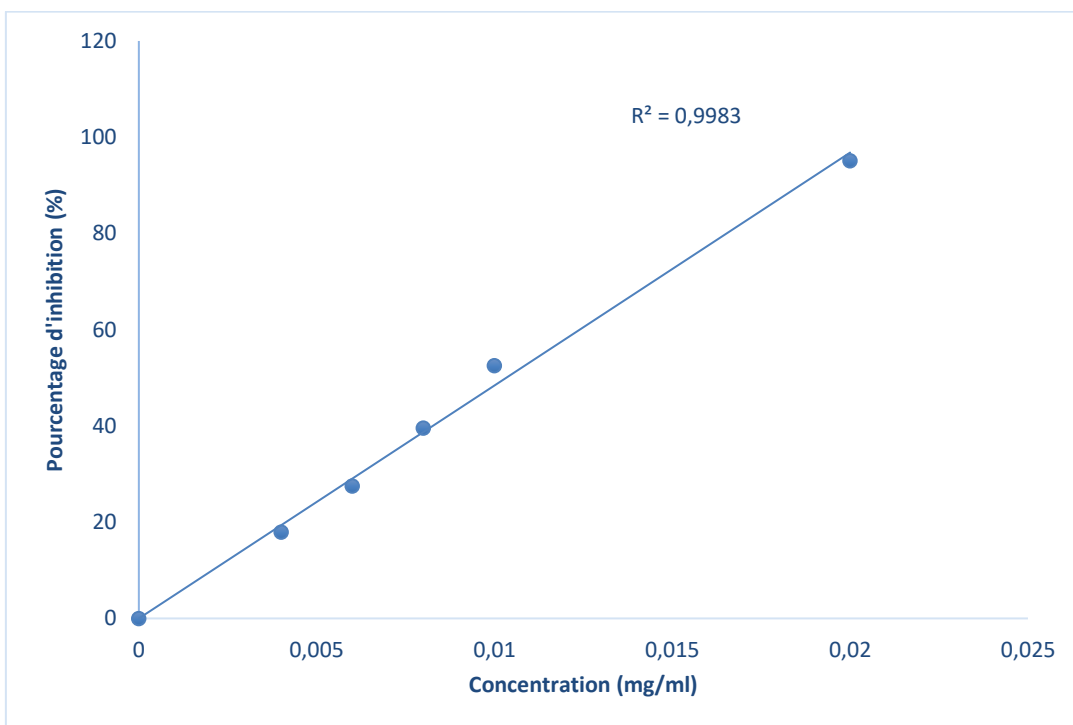
Les valeurs des teneurs en flavonoïdes présentent des pourcentages variant entre 0,33% et 9,22% des polyphénols totaux. Ce sont les extraits éthanolique et méthanolique qui présentent des pourcentages très élevés.

Les teneurs obtenus en flavonoïdes des extraits du café des noyaux de dattes sont très inférieures à celles des phénols totaux ce qui indique que les extraits contiennent en plus des flavonoïdes d'autres composés phénoliques possédant d'autres structures chimiques que celles des flavonoïdes (acide phénoliques, tanins, stilbènes...).

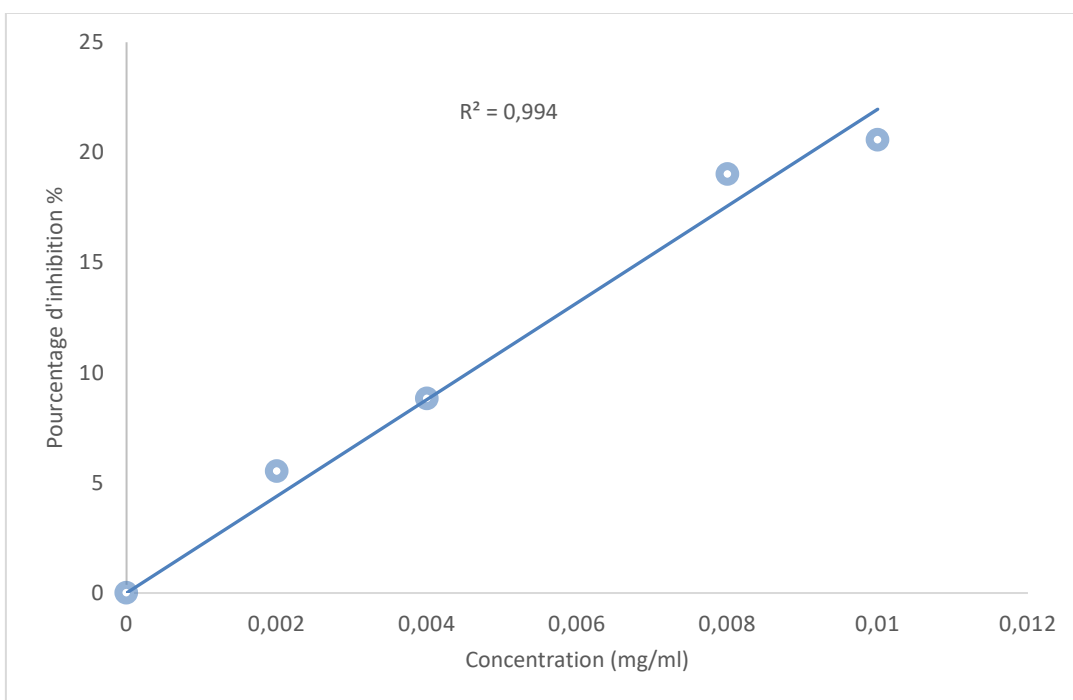
### 3. Evaluation de l'activité anti-oxydante par le test DPPH :

Afin d'évaluer l'activité anti-oxydante par ce test, nous avons déterminé en premier lieu le pourcentage d'inhibition.

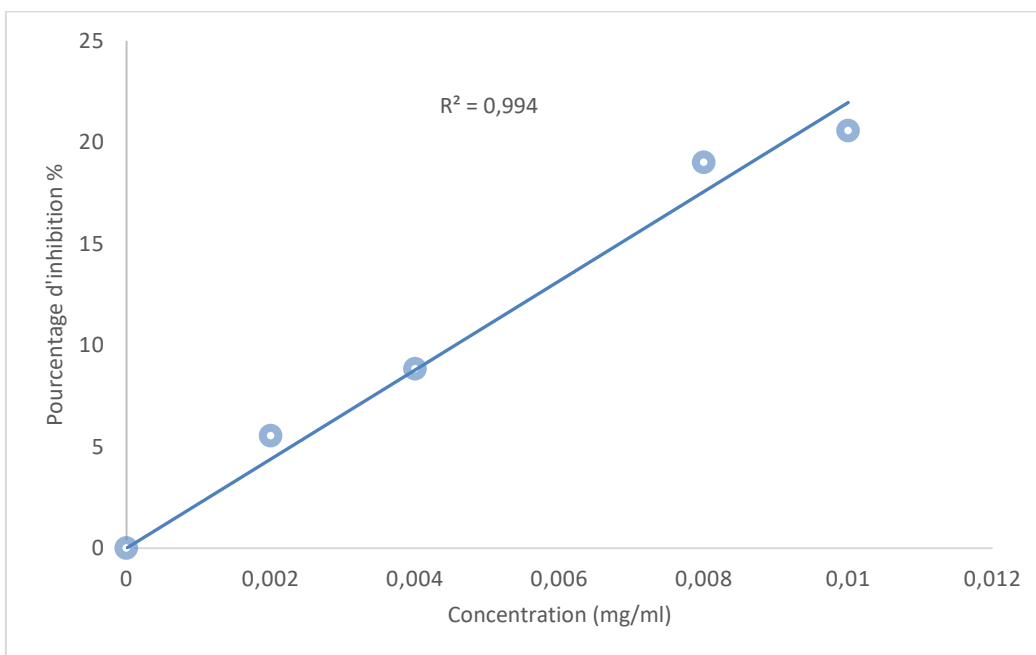
Les capacités anti-oxydantes de différents extraits ont été représentées par les valeurs d'EC50 qui l'on définit par la concentration de l'inhibiteur nécessaire pour diminuer 50% des radicaux libres dans le milieu réactionnel, dont la valeur la plus faible correspond à l'efficacité la plus élevée : elle est exprimée en  $\text{mg.ml}^{-1}$ . Ces valeurs ont été déterminées pour tous les extraits à partir des figures représentant les variations du pouvoir antioxydant (% d'inhibition) en fonction de la concentration de chaque extrait. Le tableau 7 résume les différents résultats obtenus.



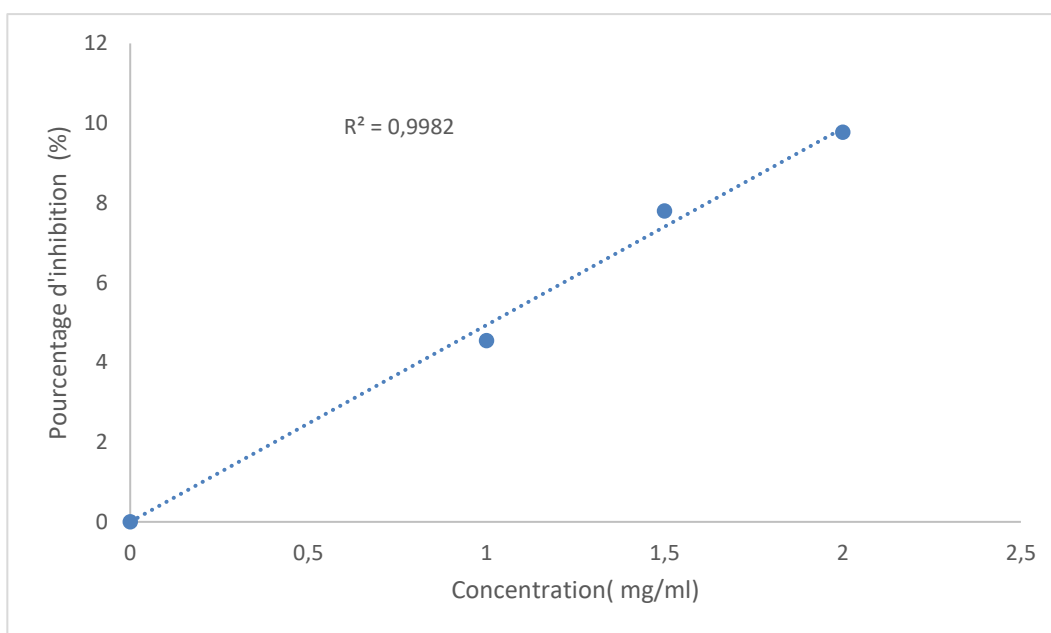
**Figure 21:** Courbe de la variation du pourcentage d'inhibition en fonction de la concentration de la vitamine C.



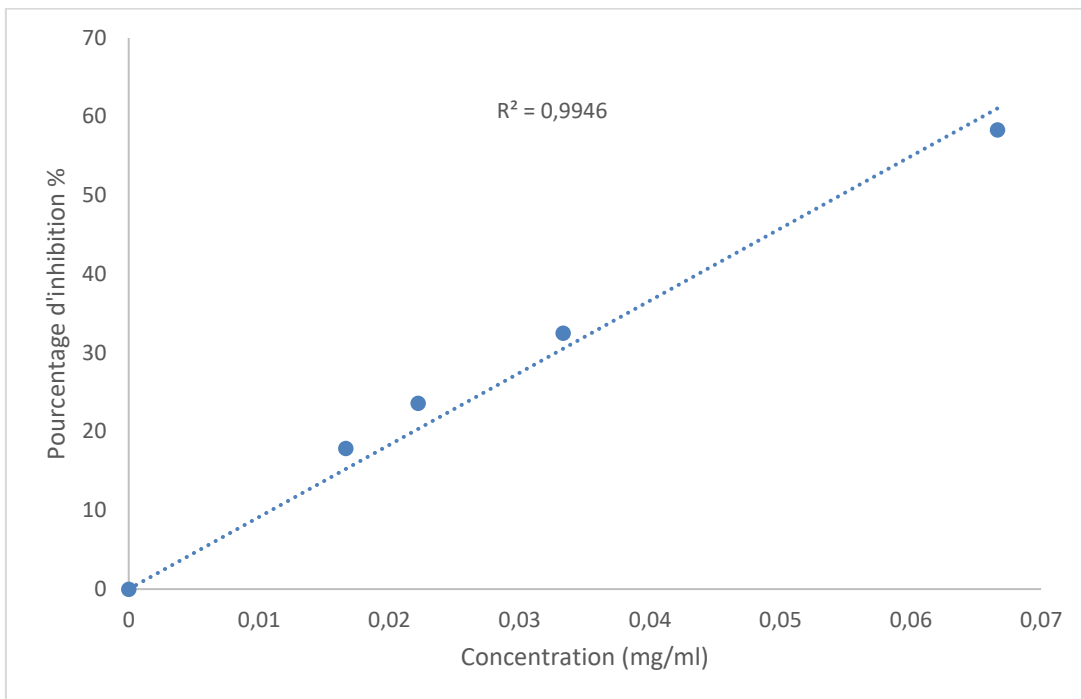
**Figure 22:** Courbe de la variation du pourcentage d'inhibition en fonction de la concentration de la quercétine.



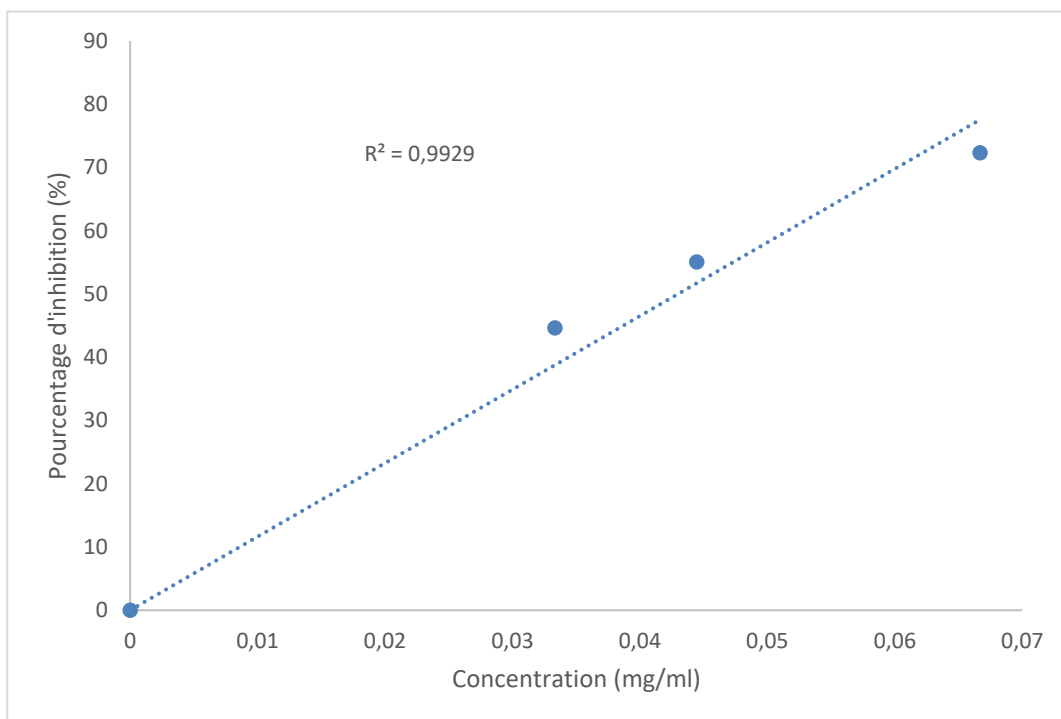
**Figure 23:** Courbe de la variation du pourcentage d'inhibition en fonction de la concentration de l'extrait de dichlorométhane.



**Figure 24:** Courbe de la variation du pourcentage d'inhibition en fonction de la concentration de l'extrait de l'acétate d'éthyle.



**Figure 25:** Courbe de la variation du pourcentage d'inhibition en fonction de la concentration de l'extrait de méthanol.



**Figure 26:** Courbe de la variation du pourcentage d'inhibition en fonction de la concentration de l'extrait de l'éthanol.

**Tableau 8:** Les valeurs d'IC50 en (mg/ml) des extraits.

Extrait/ standard	IC50
DCM	18,07±0,77
AE	10,00± 0,17
EtOH	0,043 ± 0,000
MeOH	0,055 ± 0,000
Vit C	0,0097 ± 0.0000
Quercétine	0,023±0.000

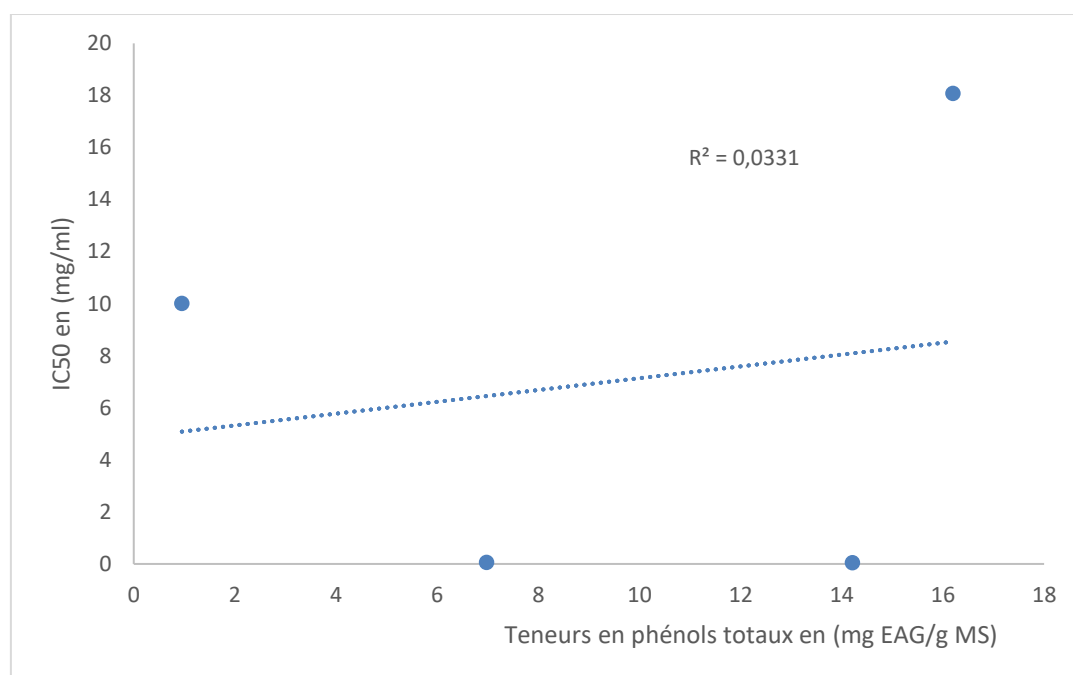
Les polyphénols ont une multitude d'activité biologique dépendant de leur structure chimique. Ils constituent une importante famille d'antioxydants [92]. Ces composés sont considérés comme piègeurs des radicaux libres réactifs et chélateurs d'ions métalliques [93].

Les résultats présentés dans le (**Tableau 8**) montrent que les valeurs d'IC50 varient de 0.043 mg/ml à 21.45mg/ml, l'activité antiradicalaire de nos extraits est inférieure à celle de l'acide ascorbique et de la quercétine, les extraits éthanolique et méthanolique sont les plus puissants. Ceci, semble être dû à la nature des composés phénoliques qui existent au niveau de ces extraits à savoir ; les flavonoïdes et les tanins qui peuvent participer à rehausser les valeurs de leur pouvoir antioxydant. Les extraits de dichlorométhane et d'acétate d'éthyle ont montré des pouvoirs antioxydants faibles par rapport aux autres extraits.

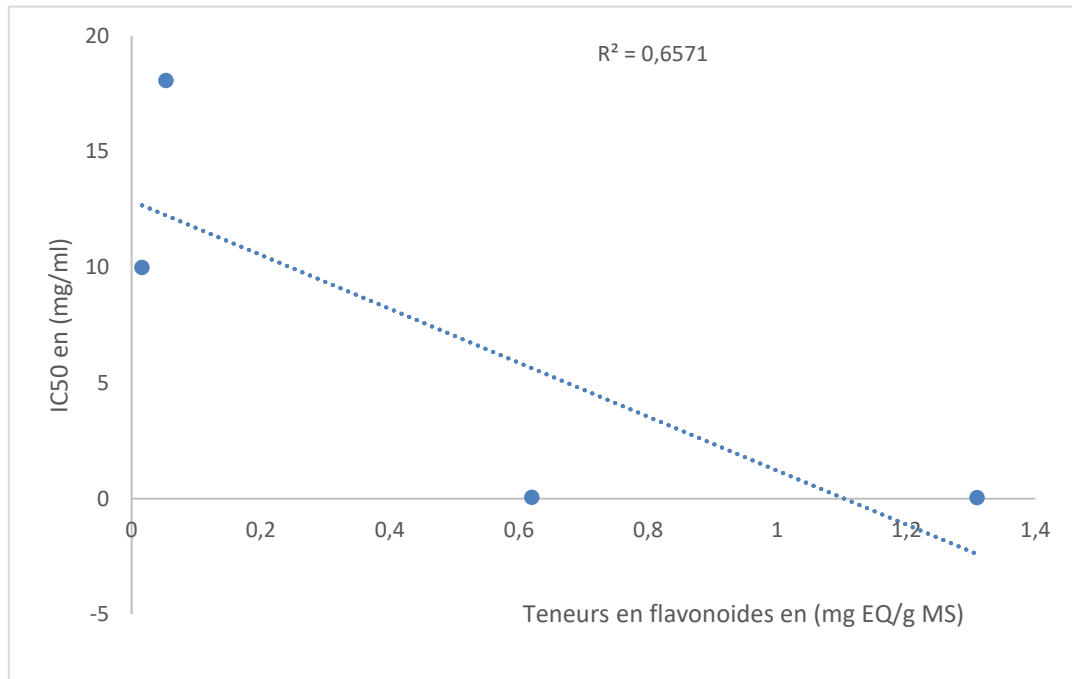
Les valeurs d'IC50 des extraits éthanolique et méthanolique signifient que le potentiel de piégeage du radical DPPH de ces deux extraits est nettement important par rapport aux extraits éthanolique et méthanolique des noyaux Ajwa où l'IC50 évalué est de 410mg/ml [94] aussi par rapport aux extraits des noyaux Bousthammi avec IC50 égal à 0,112 g/l et aux extraits des noyaux de deglet-Nour où l'IC50 égal à 1012,60µg/ml [95].

Actuellement les antioxydants synthétiques ont été soupçonnés de provoquer des dommages pour la santé. L'ensemble des résultats montrent que les extraits du café des noyaux de dattes peuvent remplacer les antioxydants de synthèse.

Nous avons essayé de trouver une corrélation linéaire entre les valeurs d'EC<sub>50</sub> et les teneurs en phénols totaux et en flavonoïdes (**Figures 27 et 28**) mais nous avons obtenu une mauvaise corrélation entre l'activité anti-oxydante et la quantité des phénols totaux (le coefficient de corrélation R<sup>2</sup> est très faibles), tandis que le pouvoir antioxydant est moyennement concordé avec le contenu en flavonoïdes (R<sup>2</sup>=0.65). Ceci indique que la concentration de composés phénoliques n'est pas le seul facteur lié à l'activité anti-oxydante mais cette dernière dépend aussi de leur structure chimique, en particulier le nombre et la position des groupes hydroxyle et la nature des substitutions sur les noyaux aromatiques.



**Figure 27:** Variation des valeurs d'IC<sub>50</sub> en fonction de la teneur en polyphénols



**Figure 28:** Variation des valeurs d'IC50 en fonction de la teneur en flavonoïdes.

# *Conclusion*

L'utilisation des sous-produits de l'industrie agro-alimentaire est une approche intéressante pour l'exploitation efficace des produits agricoles. Les noyaux de dattes sont valorisés en cosmétique, en médecine et l'industrie à grande échelle afin de les transformer en produits utiles à grande valeur ajoutée. La fabrication d'une boisson substitut de café traditionnel à partir des noyaux des dattes est l'une des procédés qui sont développées pour minimiser les effets secondaires qui dérivent du café.

Cette étude a donc pour objectif d'apporter une contribution à la valorisation des noyaux de dattes. Elle vise à évaluer l'activité anti-oxydante du café de noyaux de dattes.

L'extraction des différents composés phénoliques du café de noyaux de dattes par quatre solvants à différentes polarités à savoir : le dichlorométhane, l'acétate d'éthyle, l'éthanol et le méthanol nous a permis de calculer le rendement de chaque extrait, les valeurs de ces rendements sont très variables selon le solvant d'extraction dont le rendement le plus remarquable est celui de l'extrait de dichlorométhane.

La quantification par des méthodes spectrophotométriques nous a permis de déterminer les teneurs en phénols totaux par le réactif du Folin-Ciocalteu et en flavonoïdes par le trichlorure d'aluminium.

Les teneurs en phénols totaux et en flavonoïdes sont variables entre les différents extraits du café de noyaux de dattes. La teneur la plus élevée en polyphénols est constatée dans l'extrait dichlorométhanique suivi par les extraits éthanolique et méthanolique tandis que la faible teneur est observée dans l'extrait de l'acétate d'éthyle.

Concernant les flavonoïdes, la teneur la plus élevée est enregistrée dans l'extrait éthanolique suivi par les extraits obtenus par le méthanol, le dichlorométhane et l'acétate d'éthyle.

L'évaluation de la capacité anti-oxydante de tous les extraits du café de noyaux de dattes par le test *in vitro* ; DPPH montre que les extraits phénoliques étudiés possèdent une activité anti-oxydante remarquable et surtout les extraits éthanolique et méthanolique.

Ces résultats restent préliminaires, Pour plus d'efficacité, de nombreuses perspectives peuvent être envisagée :

- Elargir le panel de l'activité anti-oxydante *in vitro* et *in vivo* et étudier d'autres tests biologiques : enzymatique, anti tumorale, anticancéreuse et anti inflammatoire.
- Identifier les principes actifs responsables à ces propriétés pharmacologiques.
- Utiliser des autres méthodes d'extraction pour extraire des autres types de composés ont une efficacité dans le traitement des pathologies infectieuses.

# *Références bibliographiques*

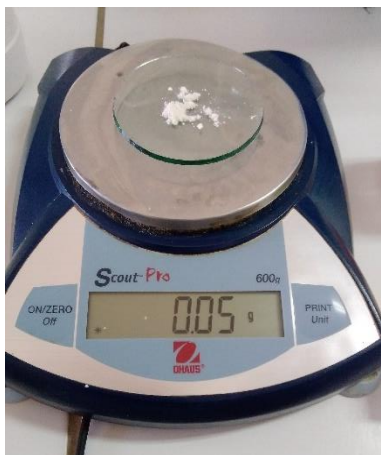
- [1] O. BOUDEN, Etude des activités biologiques d'une plante médicinale, 2020.
- [2] M.S. Baliga, B.R.V. Baliga, S.M. Kandathil, H.P. Bhat, P.K. Vayalil, A review of the chemistry and pharmacology of the date fruits (*Phoenix dactylifera* L.), *Food research international* 44(7) (2011) 1812-1822.
- [3] M. Khali, Z. Boussena, L. Boutekrabt, Effet de l'incorporation de noyaux de dattes sur les caractéristiques technologiques et fonctionnelles de la farine de blé tendre, *Nature & Technology* (12) (2015) 15.
- [4] A. Nehlig, Les propriétés antioxydantes du café, *Hegel* (2) (2016) 220a-221.
- [5] E.B. SAAFI-BENSALAH, A. ELAREM, M. HAMMAMI, A.N. HELAL, L. ACHOUR, Influence de la saison de récolte et du stockage sur les activités antioxydantes des dattes de l'espèce *Phoenix dactylifera* L. de TUNISIE.
- [6] A. Mrabet, A. Jiménez-Araujo, R. Guillén-Bejarano, R. Rodríguez-Arcos, M. Sindic, Date seeds: A promising source of oil with functional properties, *Foods* 9(6) (2020) 787.
- [7] M. Al-Farsi, C. Alasalvar, M. Al-Abid, K. Al-Shoaily, M. Al-Amry, F. Al-Rawahy, Compositional and functional characteristics of dates, syrups, and their by-products, *Food chemistry* 104(3) (2007) 943-947.
- [8] F. Lecheb, Extraction et caractérisation physico-chimique et biologique de la matière grasse du noyau des dattes, Boumerdès, Université M'hamed bougara. Faculté des Sciences de L'ingénieur, 2010.
- [9] S. Acourene, M. Tama, Physicochemical characterization of principal the date cultivars of the area of Zibans, *Rech. Agro* 1 (1997) 59-66.
- [10] M.A. Al-Farsi, C.Y. Lee, Optimization of phenolics and dietary fibre extraction from date seeds, *Food chemistry* 108(3) (2008) 977-985.
- [11] M.S. Copley, P.J. Rose, A. Clapham, D.N. Edwards, M.C. Horton, R.P. Evershed, Detection of palm fruit lipids in archaeological pottery from Qasr Ibrim, Egyptian Nubia, *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences* 268(1467) (2001) 593-597.
- [12] N.K. Sinha, J. Sidhu, J. Barta, J. Wu, M.P. Cano, *Handbook of fruits and fruit processing*, John Wiley & Sons 2012.
- [13] S.K. Marwat, K. Usman, E.A. Khan, S. Ghulam, J. Baloch, A.M. Tauqeer, F.U. Rehman, Ethnobotanical studies on dwarf palm (*Nannorrhops ritchieana* (Griff.) Aitchison) and date palm (*Phoenix dactylifera* L.) in Dera Ismail Khan, KPK, Pakistan, *American Journal of Plant Sciences* 3(8) (2012) 1162.
- [14] N. Chaibi, Potentialités androgénétiques du palmier dattier, *Phoenix dactylifera* (2002).
- [15] A.H. El-Far, B.E. Oyinloye, M. Sepehrimanesh, M.A.G. Allah, I. Abu-Reidah, H.M. Shaheen, I. Razeghian-Jahromi, A.E. Noreldin, S.K. Al Jaouni, S.A. Mousa, Date palm (*Phoenix dactylifera*): novel findings and future directions for food and drug discovery, *Current drug discovery technologies* 16(1) (2019) 2-10.
- [16] M. Djerbi, Précis de phoeniculture, Ed. FAO, Rome (1994) 23-191.
- [17] P. Munier, Le palmier dattier. Ed. G, P. Maisonneuve & Larousse. Paris (1973).
- [18] E. Messar, Le secteur phoenicole algérien; situation et perspectives à l'horizon 2010, *Options méditerranéennes* 2 (1996) 210-221.
- [19] FOOD Agriculture Organization, (2007).
- [20] E. Espiard, Introduction à la transformation industrielle des fruits (Ed) TEC &DOC, France (2002) 259-265.
- [21] (<https://bienetre.madomey.fr/2021/02/05/les-antioxydants-et-la-lutte-contre-les-radicaux-libres/>).
- [22] A. Allaith, Antioxidants in date fruits and the extent of the variability of the total phenolic Content: Review and Analysis, *Antioxidants* (2019) 1-8.
- [23] I.S. Al-Mssallem, S. Hu, X. Zhang, Q. Lin, W. Liu, J. Tan, X. Yu, J. Liu, L. Pan, T. Zhang, Genome sequence of the date palm *Phoenix dactylifera* L, *Nature communications* 4(1) (2013) 1-9.
- [24] E.A. Eltayeb, A.S. Al-hasni, S.A. Farooq, Changes in soluble sugar content during the development of fruits in some varieties of Omani date palm (*Phoenix dactylifera*), *Pakistan Journal of Biological Sciences (Pakistan)* (1999).
- [25] M.U. Nasir, S. Hussain, S. Jabbar, F. Rashid, N. Khalid, A. Mehmood, A review on the nutritional content, functional properties and medicinal potential of dates, *Sci. Lett* 3(1) (2015) 17-22.
- [26] S. Navarro, Postharvest treatment of dates, *Stewart Postharvest Review* 2(2) (2006) 1-9.

- [27] F. Ben-Abbes, Etude de quelques propriétés chimiques et biologiques d'extraits de dattes phoenix dactylifera L, 2018.
- [28] M. Sarraf, M. Jemni, I. Kahramanoğlu, F. Artés, S. Shahkoomahally, A. Namsi, M. Ihtisham, M. Brestic, M. Mohammadi, A. Rastogi, Commercial techniques for preserving date palm (Phoenix dactylifera) fruit quality and safety: A review, Saudi Journal of Biological Sciences 28(8) (2021) 4408-4420.
- [29] M. Siddiq, S.M. Aleid, A.A. Kader, Dates: postharvest science, processing technology and health benefits, John Wiley & Sons 2013.
- [30] D. BENAHMED, Analyse des aptitudes technologiques des poudres de dattes (phoenix dactylifera-l) améliorées par la spiruline. étude des propriétés rhéologiques, nutritionnelles et antibactériennes, Université de Boumerdès-M'hamed Bougara, 2012.
- [31] W. Barreveld, Date palm products, 1993.
- [32] S. Ghnimi, S. Umer, A. Karim, A. Kamal-Eldin, Date fruit (Phoenix dactylifera L.): An underutilized food seeking industrial valorization, NFS journal 6 (2017) 1-10.
- [33] I. Hamad, H. AbdElgawad, S. Al Jaouni, G. Zinta, H. Asard, S. Hassan, M. Hegab, N. Hagagy, S. Selim, Metabolic analysis of various date palm fruit (Phoenix dactylifera L.) cultivars from Saudi Arabia to assess their nutritional quality, Molecules 20(8) (2015) 13620-13641.
- [34] M.I. Hussain, M. Farooq, Q.A. Syed, Nutritional and biological characteristics of the date palm fruit (Phoenix dactylifera L.)—A review, Food Bioscience 34 (2020) 100509.
- [35] M. Ramchoun, C. Alem, K. Ghafoor, J. Ennassir, Y.F. Zegzouti, Functional composition and antioxidant activities of eight Moroccan date fruit varieties (Phoenix dactylifera L.), Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences 16(3) (2017) 257-264.
- [36] A.A. Alghamdi, A.M. Awadelkarem, A. Hossain, N.A. Ibrahim, M. Fawzi, S.A. Ashraf, Nutritional assessment of different date fruits (Phoenix dactylifera L.) varieties cultivated in Hail province, Saudi Arabia, Biosci. Biotechnol. Res. Commun 11(2) (2018).
- [37] A. Younas, S.A. Naqvi, M.R. Khan, M.A. Shabbir, M.A. Jatoy, F. Anwar, M. Inam-Ur-Raheem, N. Saari, R.M. Aadil, Functional food and nutra-pharmaceutical perspectives of date (Phoenix dactylifera L.) fruit, Journal of food biochemistry 44(9) (2020) e13332.
- [38] A.M. Adeosun, S.O. Oni, O.M. Ighodaro, O.H. Durosolorun, O.M. Oyedele, Phytochemical, minerals and free radical scavenging profiles of Phoenix dactylifera L. seed extract, Journal of Taibah University Medical Sciences 11(1) (2016) 1-6.
- [39] A. Golshan Tafti, N. Solaimani Dahdivan, S. Yasini Ardakani, Physicochemical properties and applications of date seed and its oil, International Food Research Journal 24(4) (2017).
- [40] M.K. Reddy, H.D. Rani, C.N. Deepika, S. Samrawat, V. Akshara, K. Rajesh, Study on physicochemical properties of oil and powder of date palm seeds (Phoenix dactylifera), Int J Curr Microbiol App Sci 6(12) (2017) 486-492.
- [41] R. Salomón-Torres, J.A. Sol-Urbe, B. Valdez-Salas, C. García-González, R. Krueger, D. Hernández-Balbuena, S. Norzagaray-Plasencia, J.P. García-Vázquez, N. Ortiz-Urbe, Effect of four pollinating sources on nutritional properties of medjool date (Phoenix dactylifera L.) seeds, Agriculture 10(2) (2020) 45.
- [42] M. Fikry, Y.A. Yusof, A.M. Al-Awaadh, R.A. Rahman, N.L. Chin, E. Mousa, L.S. Chang, 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) (2019) 61.
- [43] Jauve, Fascicule de brevet européen, (2006).
- [44] S. Khalid, N. Khalid, R.S. Khan, H. Ahmed, A. Ahmad, A review on chemistry and pharmacology of Ajwa date fruit and pit, Trends in food science & technology 63 (2017) 60-69.
- [45] S.A. Jassim, M.A. Naji, 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) (2010) 57-62.
- [46] A.A. Al-Qarawi, H.M. Mousa, B. Ali, H. Abdel-Rahman, S.A. El-Mougy, Protective effect of extracts from dates (Phoenix dactylifera L.) on carbon tetrachloride-induced hepatotoxicity in rats, Int J Appl Res Vet Med 2(3) (2004) 176-180.
- [47] R.K. SAHMARANI, L'université Libanaise, Université de Lille, France, 2019.
- [48] I.T. Kemassi H, Babahani S, valorisation des noyaux de dattes de la région d'Ouargla (sud algérien) par des procédés biotechnologiques pour la production de levure alimentaire Actes du 5ème meeting International sur l'agriculture et les cultures oasiennes : Biotechnologie végétale en zones arides et oasiennes Zarzis (Tunisie) (2016).

- [49] S. Niazi, I.M. Khan, S. Rasheed, F. Niazi, M. Shoaib, H. Raza, M.W. Iqbal, An overview: Date palm seed coffee, a functional beverage, *Int. J. Publ. Health Health Syst* 2 (2017) 18-25.
- [50] D.M. El Sheikh, E.A. El-Kholany, S.M. Kamel, Nutritional value, cytotoxicity, anti-carcinogenic and beverage evaluation of roasted date pits, *World J. Dairy Food Sci* 9(2) (2014) 308-316.
- [51] J.-J. Macheix, A. Fleuriet, C. Jay-Allemand, Les composés phénoliques des végétaux: un exemple de métabolites secondaires d'importance économique, PPUR presses polytechniques 2005.
- [52] A. Valavanidis, T. Vlachogianni, Plant polyphenols: Recent advances in epidemiological research and other studies on cancer prevention, *Studies in Natural Products Chemistry* 39 (2013) 269-295.
- [53] C.-H. Yoon, S.-J. Chung, S.-W. Lee, Y.-B. Park, S.-K. Lee, M.-C. Park, Gallic acid, a natural polyphenolic acid, induces apoptosis and inhibits proinflammatory gene expressions in rheumatoid arthritis fibroblast-like synoviocytes, *Joint Bone Spine* 80(3) (2013) 274-279.
- [54] I. Rejeb, Study of irradiation effect on curcuma polyphenols; Etude de l'effet de l'irradiation sur les polyphénols du curcumin, (2008).
- [55] N. Zouaoui, M. Barkat, Effet des polyphénols sur la résistance à l'infestation fongique dans le grain de blé dur, (2011).
- [56] J.-L. Guignard, Biochimie végétale: Jean-Louis Guignard, Masson 1996.
- [57] J. Ribéreau-Gayon, É. Peynaud, P. Sudraud, P. Ribéreau-Gayon, *Traité d'oenologie: sciences et techniques du Vin*, (1972).
- [58] A. Lacy, R. O'Kennedy, Studies on coumarins and coumarin-related compounds to determine their therapeutic role in the treatment of cancer, *Current pharmaceutical design* 10(30) (2004) 3797-3811.
- [59] J. Bruneton, Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales (Lavoisier (ed.), Tec et Doc édition 1, 1999.
- [60] M.E. García Pérez, Caractérisation de composés phénoliques des extraits de ramilles du bouleau jaune: étude de leur capacité antioxydante, (2008).
- [61] K.B. Pandey, S.I. Rizvi, Plant polyphenols as dietary antioxidants in human health and disease, *Oxidative medicine and cellular longevity* 2(5) (2009) 270-278.
- [62] C. Manach, A. Scalbert, C. Morand, C. Rémésy, L. Jiménez, Polyphenols: food sources and bioavailability, *The American journal of clinical nutrition* 79(5) (2004) 727-747.
- [63] A.R. Tapas, D. Sakarkar, R. Kakde, Flavonoids as nutraceuticals: a review, *Tropical journal of Pharmaceutical research* 7(3) (2008) 1089-1099.
- [64] A. Scalbert, G. Williamson, Dietary intake and bioavailability of polyphenols, *The Journal of nutrition* 130(8) (2000) 2073S-2085S.
- [65] T. Stevanovic, P.N. Diouf, M.E. Garcia-Perez, Bioactive polyphenols from healthy diets and forest biomass, *Current Nutrition & Food Science* 5(4) (2009) 264-295.
- [66] O.D. Stefanović, J.D. Tešić, L.R. Čomić, Melilotus albus and Dorycnium herbaceum extracts as source of phenolic compounds and their antimicrobial, antibiofilm, and antioxidant potentials, *Journal of food and drug analysis* 23(3) (2015) 417-424.
- [67] Y. Kim, H. Han, Intention to pay conventional-hotel prices at a green hotel—a modification of the theory of planned behavior, *Journal of Sustainable Tourism* 18(8) (2010) 997-1014.
- [68] D. Komsijska, Oxydative stress and post-stroke depression, *Tr Jof Scie* 3 (2018) 249-253.
- [69] C. Carrio, STRESS OXYDATIF: POURQUOI LE COMBATTRE ET COMMENT AUGMENTER LE GLUTATHION, 29/10/2021. <https://www.christophe-carrio.com/fr/blog/stress-oxydatif-pourquoi-le-combattre-et-comment-augmenter-le-glutathion-n265>.
- [70] Y. Dacosta, Les phytonutriments bioactifs: 669 références bibliographiques, Ed. Yves Dacosta 2003.
- [71] I. Liguori, G. Russo, F. Curcio, G. Bulli, L. Aran, D. Della-Morte, G. Gargiulo, G. Testa, F. Cacciatore, D. Bonaduce, Oxidative stress, aging, and diseases, *Clinical interventions in aging* 13 (2018) 757.
- [72] F. Paredes, J. Roca, Bioquímica. Influencia de los radicales libres en el envejecimiento celular, línea], en: *OFFARM* 21(7) (2002) 96-100.
- [73] J. Haleng, J. Pincemail, J.-O. Defraigne, C. Charlier, J.-P. Chapelle, Le stress oxydant, *Revue médicale de Liège* 62(10) (2007).
- [74] R. Yu, S. Mandlekar, A.-N.T. Kong, Molecular mechanisms of butylated hydroxyanisole-induced toxicity: Induction of apoptosis through direct release of cytochrome c, *Molecular pharmacology* 58(2) (2000) 431-437.
- [75] V.L. Singleton, J.A. Rossi, Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-

- phosphotungstic acid reagents, American journal of Enology and Viticulture 16(3) (1965) 144-158.
- [76] N. Boizot, J.-P. Charpentier, Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre forestier, Cahier des Techniques de l'INRA (2006) 79-82.
- [77] M. Didi, aaaaaa, Scientific Study and Research (2020).
- [78] P. Ribéreau-Gayon, Les composés phénoliques des végétaux, (1968).
- [79] C. Alem, J. Ennassir, M. Benlyas, A.N. Mbark, Y.F. Zegzouti, Phytochemical compositions and antioxidant capacity of three date (*Phoenix dactylifera* L.) seeds varieties grown in the South East Morocco, Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences 16(4) (2017) 350-357.
- [80] B. Bozin, N. Mimica-Dukic, I. Samojlik, A. Goran, R. Igc, Phenolics as antioxidants in garlic (*Allium sativum* L., Alliaceae), Food chemistry 111(4) (2008) 925-929.
- [81] M.S. Blois, Antioxidant determinations by the use of a stable free radical, Nature 181(4617) (1958) 1199-1200.
- [82] P. Molyneux, The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity, Songklanakarin J. sci. technol 26(2) (2004) 211-219.
- [83] S. Zeroual, I. Daoud, R. Gaouaoui, S. Ghalem, In vitro and Molecular Docking Studies of DPPH with *Phoenix dactylifera* L.(Deglet-Nour) Crude Fruits extracts and Evaluation of their Antioxidant Activity, Asian Journal of Research in Chemistry 13(1) (2020) 52-59.
- [84] M. Haddoudi, H. Mellouk, B. Bejjany, A. Dani, K. Digua, Valorisation du marc du café: extraction de l'huile et évaluation de son activité antioxydante, Les technologies de laboratoire 8(36) (2014).
- [85] E. Marinova, N. Yanishlieva, Antioxidative activity of extracts from selected species of the family Lamiaceae in sunflower oil, Food Chemistry 58(3) (1997) 245-248.
- [86] J.A. Vignoli, M.C. Viegas, D.G. Bassoli, M. de Toledo Benassi, Roasting process affects differently the bioactive compounds and the antioxidant activity of arabica and robusta coffees, Food Research International 61 (2014) 279-285.
- [87] K.S. Andrade, R.T. Gonçalves, M. Maraschin, R.M. Ribeiro-do-Valle, J. Martínez, S.R. Ferreira, Supercritical fluid extraction from spent coffee grounds and coffee husks: Antioxidant activity and effect of operational variables on extract composition, Talanta 88 (2012) 544-552.
- [88] F. Lecheb, Extraction et caractérisation physico-chimique et biologique de la matière grasse du noyau des dattes: essai d'incorporation dans une crème cosmétique de soin, 2010.
- [89] R. Messaoudi, S. Abbeddou, A. Mansouri, A.C. Calokerinos, P. Kefalas, Phenolic profile and antioxidant activity of date-pits of seven Algerian date palm fruit varieties, International Journal of Food Properties 16(5) (2013) 1037-1047.
- [90] O. Djaoudene, V. López, G. Cásedas, F. Les, C. Schisano, M.B. Bey, G.C. Tenore, *Phoenix dactylifera* L. seeds: A by-product as a source of bioactive compounds with antioxidant and enzyme inhibitory properties, Food & function 10(8) (2019) 4953-4965.
- [91] A.A. Darwish, M.A. Tawfek, E.A. Baker, Texture, Sensory Attributes and Antioxidant Activity of Spreadable Processed Cheese with Adding Date Seed Powder, Journal of Food and Dairy Sciences 11(12) (2020) 377-383.
- [92] S. Bounatirou, S. Smiti, M.G. Miguel, L. Faleiro, M. Rejeb, M. Neffati, M. Costa, A. Figueiredo, J. Barroso, L. Pedro, Chemical composition, antioxidant and antibacterial activities of the essential oils isolated from Tunisian *Thymus capitatus* Hoff. et Link, Food chemistry 105(1) (2007) 146-155.
- [93] R. Negrão, A. Faria, Natural polyphenols as anti-oxidant, anti-inflammatory and anti-angiogenic agents in the metabolic syndrome, Oxidative stress, inflammation and angiogenesis in the metabolic syndrome, Springer2009, pp. 147-180.
- [94] F.K. Arshad, R. Haroon, S. Jelani, H.B. Masood, A relative in vitro evaluation of antioxidant potential profile of extracts from pits of *Phoenix dactylifera* L.(Ajwa and Zahedi dates), Int J Adv Inf Sci Technol 35(35) (2015) 28-37.
- [95] L. BAFFI, B. DJEDID, Contribution à l'étude phytochimique et l'activité antioxydant des noyaux des dattes "Phoenix dactylifera L." variétés «Ghars; Deglet Nour; Mech-Degla», (2020).

# *Annexes*



Balance



Balance de précision



Rota-vapeur



Filtration



Dosage



Spectrophotomètre UV visible (JENWAY)



Verreries