

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**  
**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**  
**Université de Ghardaia**



*Faculté des Sciences de la Nature et de Vie et Sciences de la Terre*

**Département de Biologie**

**Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de**

**MASTER**

**En : Science biologiques**

**Spécialité : Biochimie appliquée.**

**Par : - REBROUB Rebiha.**  
**- HERMA Salma khansa.**

**Thème**

**Evaluation de l'activité antioxydante d'une  
préparation à base des dattes « Rob » de la région de  
Ghardaïa.**

Soutenu publiquement, le 24/06/ 2019, devant un jury composé de :

<b>Mme BENSANIA Wafaa</b>	Maître Assistant A	Univ. Ghardaïa	<b>Président</b>
<b>Mr BELHACHEMI Mohammed Habib</b>	Maître Assistant A	Univ. Ghardaïa	<b>Encadreur</b>
<b>Mme MEZERAI Rebiha</b>	Maître Assistant A	Univ. Ghardaïa	<b>Examineur</b>

**Année universitaire : 2018-2019**

## ***REMERCIEMENTS***

Tout d'abords nous rendons grâce à Allah de nous avoir donné la vie, la force nécessaire pour réaliser ce travail. Louange à Allah, tout puissant, clément et miséricordieux. Un travail de mémoire est le fruit d'un travail collectif. Nous voulons remercier ici toutes les personnes m'ayant aidé de près ou de loin.

Nous remercions très chaleureusement Monsieur le Professeur BELHACHEMI Mohammed Habib, notre directeur de mémoire. Merci pour votre disponibilité et votre encadrement efficace. Merci pour votre compréhension, votre grande gentillesse et pour la confiance que vous nous aviez témoigné tout au long de cette étude, Malgré vos importantes obligations. Soyez assurées de notre profonde gratitude.

Nous remercions particulièrement les membres du jury d'avoir accepté de juger ce travail et en être les examinateurs de cette mémoire.

Nos sincères remerciements s'adressent plus spécialement à monsieur Benkhrara Salaheddine, pour son aide précieuse, sa compétence scientifique et ces conseils techniques. Merci pour ton soutien, ta disponibilité et ta gentillesse.

Nous n'oublions pas de remercier vivement les membres de l'équipe laborantine, en pour leur aide et soutien morale. Nous remercions aussi tous mes collègues de la promotion 2018-2019 et les étudiants de master et nous leur souhaitons beaucoup de réussite.

Finalement, Nous tiens à remercier nos très chers parents, nos frères et nos sœurs pour leur soutien morale et physique, ainsi que tous ceux qui, de près ou de loin, nous ont aidé dans notre tâche.

Merci...

# Dédicace

*A la fin de mon cycle d'étude au niveau de l'université de Ghardaïa, Je dédie le fruit de mon travail à :*

*A mes chers parents :*

*Maman Mebarka et mon père Messaoud*

*Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon instruction et mon bien être.*

*A mes chers et adorable frères et sœurs : Mohammed, Saih, Djemouai, Saïd, Cherif, Seghir, Abdellah et Khadîdja, Mebroka et Fatima.*

*En témoignage de mon affection fraternelle, de ma profonde tendresse et reconnaissance, je vous souhaite une vie pleine de bonheur et de succès et que dieu, le tout puissant, vous protégé et vous garde.*

*A mes amis: Naima, Salma, Meriem, Abir, Rekaia, Zahra, Amal. Fatima, Sassia, Sabah, Sabrina, Fadila et Chaima.*

*En souvenir de notre sincère et profonde amitié et des moments agréables que nous avons passés ensemble. Veuillez trouver dans ce travail l'expression de mon respect le plus profond et mon affection la plus sincère.*

*A toutes les personnes qui ont participé à l'élaboration de ce travail à tous ceux que j'ai omis de citer.*

**Rebiha.....**



# Dédicace

Toutes les lettres ne sauraient trouver les mots qu'il faut...

Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude,

L'amour, le respect et la reconnaissance...

Je dédie ce modeste travail :

A mes très chère parents, symboles de courage et de volonté, qui ont consacré et sacrifié leurs vie pour mon bien être.

Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me portez depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours.

Que ce modeste travail soit l'exaucement de vos vœux tant formulés, le fruit de vos innombrables sacrifices, bien que je ne vous en acquitterai jamais assez.

A ma mère chérie, J'aurais tant aimé que vous soyez présents.

Que Dieu ait vos âmes dans sa sainte miséricorde et son vaste paradis.

A mes très chères et adorables sœurs : Meriem et Semia.

A mes frères : Ahmed, Abd Elwahab, Saber, Islam.

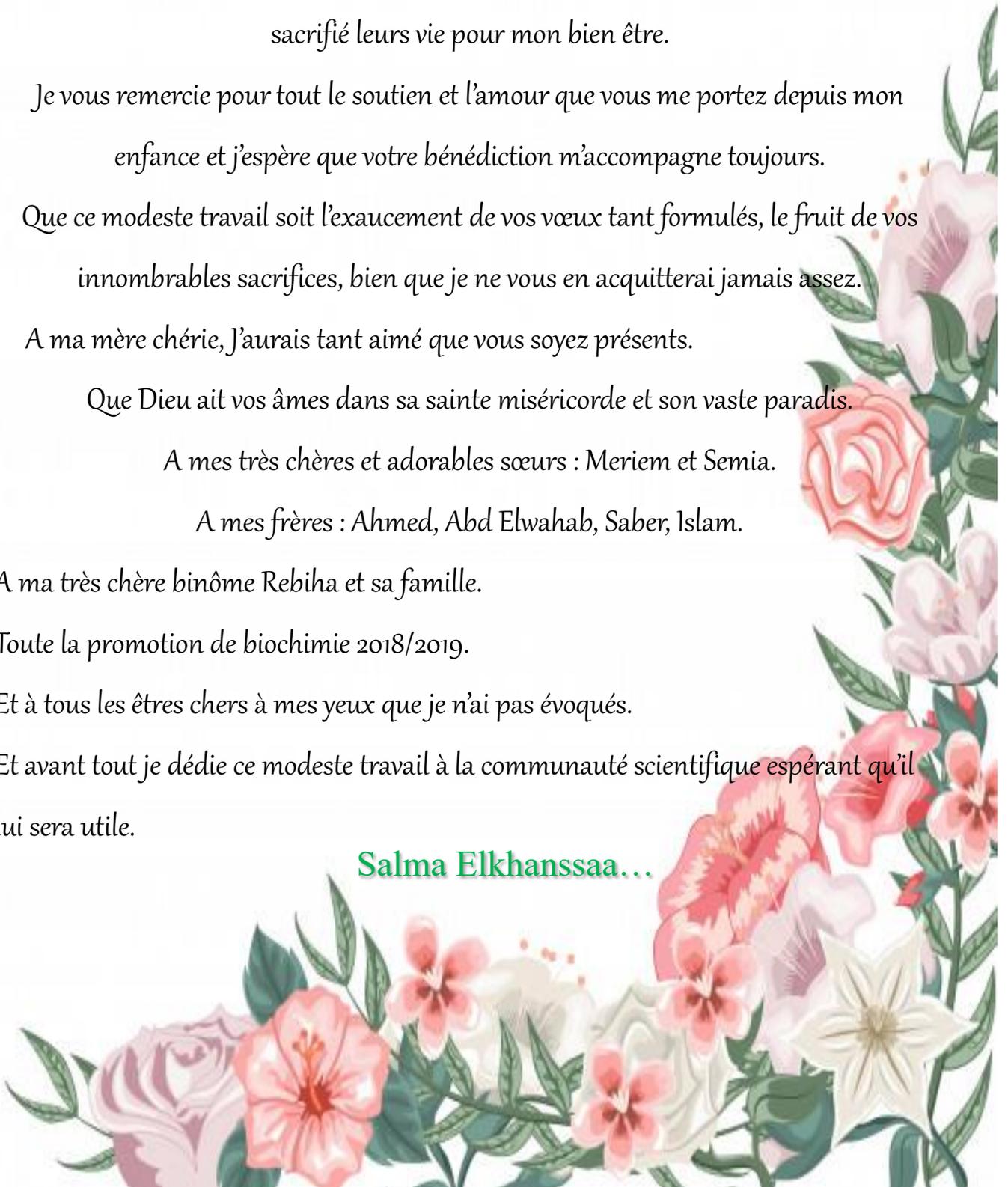
A ma très chère binôme Rebiha et sa famille.

Toute la promotion de biochimie 2018/2019.

Et à tous les êtres chers à mes yeux que je n'ai pas évoqués.

Et avant tout je dédie ce modeste travail à la communauté scientifique espérant qu'il lui sera utile.

**Salma Elkhanssaa...**



## Résumé

Les aliments traditionnels sont des composants très importants du régime alimentaire des populations et la base de leurs habitudes alimentaires et nutritionnelles. En Algérie, les dattes constituent une composante essentielle du régime alimentaire dans la plupart des régions en particulier dans les zones sahariennes.

Dans un souci de préservation et de valorisation de la diversité de ces préparations, nous avons voulu apporter notre étude sur le dosage des polyphénols et l'évaluation de l'activité antioxydante par deux méthodes de mesure (DPPH, ABTS) en comparant deux préparations (traditionnelle, industrielle) à base des dattes « Rob » de la région du Ghardaïa.

Les teneurs en polyphénols totaux sont clairement variables entre les deux extraits. L'extrait traditionnel est généralement plus riche d'une teneur égale à 382,14 mg/ mL par rapport à l'extrait commercial qui présente une teneur de 345,71 mg / mL.

Pour l'activité antioxydante, les résultats des deux techniques montrent que l'extrait commercial présente l'activité la plus élevée d'un  $EC_{50}=3,2$  mg/mL et 3,2 mg/mL, suivi de celle de l'extrait traditionnel ( $EC_{50}=4,5$  mg/mL et 3,6 mg/mL) au test DPPH et ABTS respectivement.

D'après ces résultats, on conclut que le « Rob » est un aliment traditionnel riche en polyphénols, qui sont considérés comme les majeurs antioxydants, bénéfiques pour la santé humaine.

**Mots clés:** Datte, Rob, Stress oxydatif, Activité antioxydante, Polyphénols, Nutrition.

## Summary

Traditional foods are very important components of people's diets and the basis of their dietary and nutritional habits. In Algeria, dates are an essential component of the diet in most regions, especially in Saharan areas.

In order to preserve and enhance the diversity of these preparations, we wanted to bring our study on the determination of polyphenols and the evaluation of antioxidant activity by two measurement methods (DPPH, ABTS) by comparing two (traditional, industrial) preparations based on dates "Rob" from the Ghardaïa region.

The total polyphenols contents are clearly variable between the two extracts.

The traditional extract is generally richer than the commercial extract with a content of 345,71 mg/mL at 382,14 mg/mL.

For antioxidant activity, the results of both techniques show that the commercial extract has the highest activity of an  $EC_{50}=3,2$  mg/mL and 3,2 mg/mL, followed by the traditional extract ( $EC_{50}=4,5$  mg/mL and 3,6 mg/mL) on the DPPH and ABTS test respectively.

Based on these results, it is concluded that "Rob" is a traditional food rich in polyphenols, which are considered major antioxidants, beneficial for human health.

**Keywords:** Date, Rob, Oxidative stress, Antioxidant activity, Polyphenols, Nutrition.

## ملخص

يشكل الغذاء التقليدي عنصرا بالغ الأهمية في غذاء السكان و أساس عاداتهم الغذائية والتغذوية. وفي الجزائر، تشكل التمور عنصرا أساسيا في النظام الغذائي في معظم المناطق وخاصة في المناطق الصحراوية. بهدف حفظ وتقييم تنوع هذه التحضيرات، أردنا أن نجري دراستنا حول جرعة البوليفينول وتقييم النشاط المضاد للأكسدة من خلال طريقتين للقياس (DPPH، ABTS) بمقارنة تحضيرتين (تقليدية، صناعية) مستخلصتين أساسا من التمر "روب" لمنطقة غرداية.

محتويات مجموع البوليفينول متغيرة بشكل واضح بين المستخلصين، اعتبر المستخلص التقليدي الأكثر ثراءً بمحتوى يعادل 382,14 ملغ / مل بالمقارنة مع المستخلص التجاري الذي يقدم محتوى يقدر بـ 345,71 ملغ / مل. أما بالنسبة إلى نشاط مضادات الأكسدة، فتظهر نتائج كلا التقنيتين أن المستخلص التجاري هو الأعلى نشاطاً بـ  $EC_{50} = 3,2$  مل / مل و  $3,2$  مل / مل، ويتبع ذلك استخراج التقليدي ( $EC_{50} = 4,5$  مل / مل و  $3,6$  مل / مل) في اختبار DPPH و ABTS على التوالي.

وقال هذا النتائج، نستنتج أن ال "روب" تحضيرة تقليدية غنية بالبوليفينول، والتي تعتبر من أهم مضادات الأكسدة البالغة الأهمية لصحة الإنسان.

**الكلمات الدالة:** التمور، الربوب، الاجهاد التأكسدي، النشاط المضاد للأكسدة، البوليفينول، التغذية.

## Liste des figures

Figure 1 : Phoenix dactylifera L .....	4
Figure 2 : Schéma de datte et son noyau. ....	5
Figure 3 : Classification de dattes selon leurs consistances.....	6
Figure 4 : Deglet Nour.....	7
Figure 5 : Les variétés communs: (A) Degla-Beïda et (B) Mech-Degla .....	7
Figure 6 : Sirop de datte. ....	10
Figure 7 : Structure de base des acides phénolique. ....	12
Figure 8 : Structure de base des flavonoïdes. ....	13
Figure 9 : Quelques exemples des structures chimiques des stilbène. ....	13
Figure 10: Exemple des tanins hydrolysables. ....	13
Figure 11: Exemple des tanins condensés .....	13
Figure 12: Exemples des lignanes. ....	13
Figure 13: Principaux constituants de la lignine.....	13
Figure 14: L'activité antioxydante des systèmes phénoliques. ....	15
Figure 15: Dosage des polyphénols totaux du E <sub>T</sub> et E <sub>C</sub> . ....	23
Figure 16: Gamme d'étalonnage de l'acide gallique pour le dosage des polyphénols.....	24
Figure 17: Dosage des polyphénols totaux du E <sub>T</sub> et E <sub>C</sub> après 6 min. ....	24
Figure 18: Gamme d'étalonnage de l'acide gallique après 6 min. ....	25
Figure 19: Structure de DPPH et mécanisme de sa réduction par un antioxydant.....	26
Figure 20: Test au DPPH pour l'E <sub>T</sub> et l'E <sub>C</sub> . ....	27
Figure 21: Test au DPPH pour l'Asc et BHT. ....	27
Figure 22: Formation et piégeage du radical ABTS <sup>•+</sup> par un antioxydant donneur de H <sup>•</sup> ..	29
Figure 23: Création de radicaux ABTS <sup>•+</sup> . ....	30
Figure 24: Test à l'ABTS pour l'E <sub>T</sub> et l'E <sub>C</sub> . ....	31
Figure 25: Test à l'ABTS pour l'Asc et l'BHT.....	31
Figure 26: Courbe d'étalonnage des polyphénols par l'acide gallique.....	35
Figure 27: Inhibition du DPPH en fonction des concentrations de E <sub>T</sub> , de E <sub>C</sub> , de Asc et de BHT. ....	36
Figure 28: Les valeurs des EC <sub>50</sub> de DPPH pour E <sub>T</sub> , E <sub>C</sub> , Asc et BHT. ....	37
Figure 29: Inhibition d'ABTS en fonction des concentrations de E <sub>T</sub> , de E <sub>C</sub> , de Asc et de BHT. ....	38
Figure 30: Les valeurs des EC <sub>50</sub> d'ABTS pour E <sub>T</sub> , E <sub>C</sub> , Asc et BHT.....	39
Figure 39: Btana.....	VI
Figure 40: El Khabia .....	VI
Figure 41: (A) Séchage au rayonnement solaire, (B) Séchage à l'air libre.....	VI
Figure 42: Intérieur d'une chambre froide .....	VII
Figure 43: Emballage en boîte de carton.....	VII
Figure 44: Mise en sachet sous vide .....	VII
Figure 46: Conditionnement sous atmosphère modifiée.....	VIII
Figure 47: Triage manuel des dattes .....	VIII

Figure 48 : Rinçage.....	VIII
Figure 49 : Mise au feu .....	IX
Figure 50 : Agitation pendant la cuisson.....	IX
Figure 51 : Filtration des résidus.....	IX
Figure 52 : Concentration de l'extrait par évaporation.....	IX
Figure 53 : Conditionnement .....	IX
Figure 31 : Régression linéaire des absorbances et pourcentages de DPPH en présence des différentes concentrations du BHT.....	XI
Figure 32 : Régression linéaire des absorbances et pourcentages de DPPH en présence des différentes concentrations de l'Asc. ....	XI
Figure 33 : Régression linéaire des absorbances et pourcentages de DPPH en présence des différentes concentrations de l'Ec. ....	XII
Figure 34 : Régression linéaire des absorbances et pourcentages de DPPH en présence des différentes concentrations de l'E <sub>T</sub> . ....	XII
Figure 35 : Régression linéaire des absorbances et pourcentages d'ABTS en présence des différentes concentrations du BHT.....	XIII
Figure 36 : Régression linéaire des absorbances et pourcentages d'ABTS en présence des différentes concentrations de l'Asc. ....	XIII
Figure 37 : Régression linéaire des absorbances et pourcentages d'ABTS en présence des différentes concentrations de l'E <sub>T</sub> . ....	XIV
Figure 38 : Régression linéaire des absorbances et pourcentages d'ABTS en présence des différentes concentrations de l'Ec. ....	XIV

## Liste des tableaux

Tableau 1 : Principaux composant des dattes.....	8
Tableau 2 : Composition biochimique du sirop de dattes .....	11
Tableau 4 : Gamme d'étalonnage de l'Acide Gallique .....	23
Tableau 5 : Teneur en polyphénols déterminées au niveau de E <sub>T</sub> , E <sub>C</sub> .....	35
Tableau 6 : Les concentrations efficaces pour 50% d'inhibition (EC <sub>50</sub> ) de DPPH pour E <sub>T</sub> , E <sub>C</sub> , Asc et BHT.....	37
Tableau 7 : Les concentrations efficaces pour 50% d'inhibition (EC <sub>50</sub> ) d'ABTS pour E <sub>T</sub> , E <sub>C</sub> , Asc et BHT.....	39
Tableau 8 : Absorbance des dilutions des deux extraits E <sub>T</sub> et E <sub>C</sub> .....	X
Tableau 9 : Absorbances et pourcentages de DPPH en présence des différentes concentrations du BHT.....	XI
Tableau 10 : Absorbances et pourcentages de DPPH en présence des différentes concentrations de l'Asc. ....	XI
Tableau 11 : Absorbances et pourcentages de DPPH en présence de différentes concentrations de l'Ec. ....	XII
Tableau 12 : Absorbances et pourcentages de DPPH en présence de différentes concentration de l'E <sub>T</sub> .....	XII
Tableau 13 : Absorbances et pourcentages d'ABTS en présence des différentes concentrations du BHT.....	XII
Tableau 14 : Absorbances et pourcentages d'ABTS en présence des différentes concentrations de l'Asc. ....	XIII
Tableau 15 : Absorbances et pourcentages de ABTS en présence de différentes concentration de l'E <sub>T</sub> .....	XIII
Tableau 16 : Absorbances et pourcentages d'ABTS en présence des différentes concentrations de l'Ec. ....	XIV

## Liste des photos

Photo 1: La variété « Ghars ».....	7
Photo 2: Btana de dattes « Ghars ».....	18
Photo 3: Rob de dattes « Ghars » commercial. ....	18
Photo 4: Dattes rajoutés par de l'eau du robinet.....	19
Photo 5: Mise au feu.....	20
Photo 6: Agitation pendant la cuisson. ....	20
Photo 7: Filtration des résidues. ....	21
Photo 8: Conditionnement. ....	21
Photo 14: Sirop des dattes préparé traditionnellement. ....	34

## Liste des abréviations

**%** : Pourcentage.

**°C** : Degré Celsius.

**ABTS** : acide 2,2'-azino-bis 3-éthylbenzothiazoline-6-sulphonique.

**AG** : acide gallique

**AGE** : Acide gallique équivalent

**Asc** : Acide ascorbique

**Aw** : water activité (l'activité de l'eau)

**BHT**: Hydroxy-Toluène-Butylé.

**Cm** : Centimètre.

**D.O** : Densité Optique.

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

**E<sub>C</sub>** : Extrait Commercial.

**EC<sub>50</sub>** : Concentration Efficace pour 50% d'inhibition.

**E<sub>T</sub>** : Extrait Traditionnel

**g**: Gramme.

**h**: heure

**HPLC** : Chromatographie en phase Liquide à Haute Performance.

**I%** : pourcentage d'Inhibition.

**L** : Litre

**M** : Masse Molaire.

**min** : Minutes.

**nm** : Nanomètre.

**PS**: Pois Sec.

**T** : Température.

**UV** : rayonnements Ultra-Violet.

## Table des matières

### Résumé

Liste des figures ..... i

Liste des tableaux ..... iii

Liste des photos..... iv

Liste des abréviations ..... v

### Introduction

**I. Palmier dattier..... 4**

**II. Dattes ..... 5**

II.1. Classification des dattes ..... 6

II.2. Variétés des dattes..... 6

II.3. Composition biochimique et valeur nutritionnelle de la datte ..... 7

II.4. Valeur nutritionnelle et usage médicinal des dattes..... 8

II.5. Valorisation et transformation des dattes..... 9

**III. Sirop de dattes « Rob »..... 9**

III.1. Caractéristiques physico-chimiques ..... 10

III.2. Composition biochimique et valeur nutritionnelle ..... 11

**IV. Polyphénols et l'activité antioxydante..... 12**

IV.1. Polyphénols ..... 12

IV.2. Activités biologiques des polyphénols ..... 14

IV.3. Activité antioxydante ..... 14

IV.4. Mode d'action des antioxydants..... 15

IV.5. Méthodes de mesure de l'activité antioxydante ..... 16

**V. Matériel et méthodes ..... 18**

V.1. L'obtention de matériel végétal ..... 18

V.2. Elaboration traditionnelle du sirop des dattes « Rob »..... 18

V.3. Produits chimiques ..... 21

V.4. Méthodes ..... 22

V.4.1. Dosage des polyphénols totaux ..... 22

Principe..... 22

Mode opératoire..... 22

V.4.2. Mesure de l'activité antioxydante ..... 25

V.4.2.1. Activité anti radicalaire par le test au DPPH..... 25

V.4.2.2. Activité anti radicalaire par le test à l'ABTS..... 28

**VI. Résultats et discussion ..... 34**

VI.1. Sirop de dattes élaboré ..... 34

VI.2. Détermination de la teneur en polyphénols totaux..... 34

VI.3. La concentration efficace et le pouvoir antioxydant des polyphénols de datte.. 35

VI.3.1. Par le test au DPPH .....	36
VI.3.2. Par le test à l'ABTS.....	38
<b>Conclusion .....</b>	<b>42</b>
<b>Annexes.....</b>	<b>VI</b>



# Introduction



### Introduction

L'occurrence de certaines maladies et l'alimentation est un domaine d'étude qui retient l'attention de nombreux chercheurs. Cependant, l'origine de la plupart des états pathologiques est multifactorielle, mais la possibilité d'influencer leur apparition et leur développement grâce à l'alimentation présente un grand intérêt. L'utilité de certains nutriments semble aujourd'hui reconnue. Il s'agit, des molécules ayant une activité antioxydante, permettant de lutter contre les radicaux libres. A cause de la grande réactivité et de l'action délétère de ces derniers sur les systèmes biologiques, ils sont incriminés dans les mécanismes du vieillissement et interviennent dans la physiopathologie de centaine maladies. Renforcer les moyens de défense, l'organisme dispos des différentes voies de lutte contre le stress oxydant, dont la consommation adéquate d'aliments riches en antioxydants semble la meilleure solution (Benassou *et al.*, 2013).

L'utilisation des molécules antioxydants de synthèse est actuellement remise en cause en raison des risques toxicologiques potentiels. Désormais, de nouvelles sources végétales d'antioxydants naturels sont recherchées. Leur rôle d'antioxydants naturels suscite de plus en plus d'intérêt pour la prévention et le traitement du cancer, des maladies inflammatoires et cardiovasculaires. ils sont également utilisés comme additifs en industrie agroalimentaire, pharmaceutique et cosmétique (Bougandoura et Bendimerad, 2013).

De nombreux travaux réalisés sur différentes espèces végétales, qu'ont montrent un fort potentiel antioxydant corroborant leurs usages traditionnels. En particulier, les dattes ont montré qu'elles contenaient en majorité des composés phénoliques ayant un important pouvoir antioxydant.

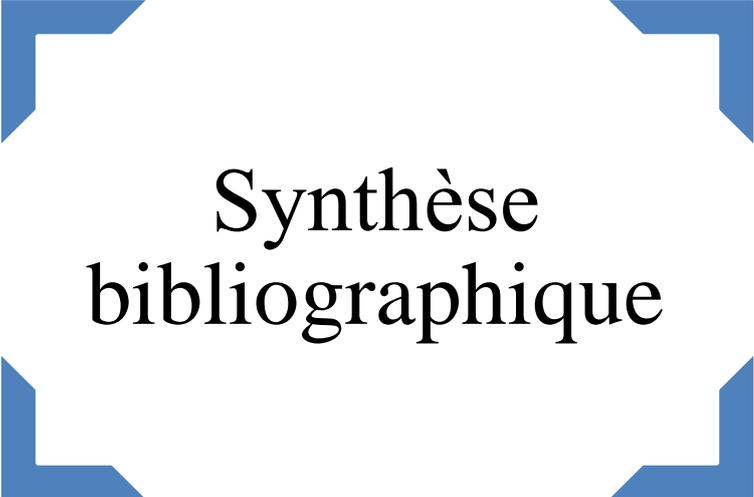
Vue l'importance économique, les dattes sont considérés comme matière première dans l'élaboration de nouveaux produit dont le sucre liquide, des pâtes de datte, des jus, confiseries ainsi que le sirop de datte.

Notre travail a pour l'objectif de tester l'activité antioxydant de polyphénols de sirop des dattes, à l'échelle traditionnelle et industrielle comme des antioxydants naturels afin de préserver la qualité des produits sensibles à l'oxydation, et à l'échelle pharmacologique comme un aliment fonctionnel.

A cet effet, le présent travail porte sur deux parties essentielles:

- La première partie du manuscrit est une synthèse bibliographique, qui présente :
  - le palmier dattier et les différentes caractéristiques des dattes.

- le sirop de dattes.
- les polyphénols et l'activité antioxydante.
- La seconde partie présente la partie pratique qui décrit les démarches expérimentales adoptées pour répondre aux objectifs, elle est réservée aux:
  - matériels et méthodes (la méthode d'élaboration des sirops de dattes, le dosage des polyphénols totaux, ainsi que l'évaluation de l'activité anti-radicalaire par deux méthodes (DPPH, ABTS)
  - Enfin, une conclusion générale qui dresse un bilan de l'importance d'utilisation des sirops de datte comme des antioxydants naturels au domaine de l'industrie.



Synthèse  
bibliographique

## I. Palmier dattier

Le palmier dattier est un important arbre fruitier, non seulement à cause de son importance économique, mais aussi par la haute valeur nutritionnelle de ses fruits, qui représentent une excellente source de glucides et antioxydants (Telli et *al.*, 2010).

Le palmier dattier a été dénommé *Phoenix dactylifera* par Linné en 1753. *Phoenix* dérivé de *Phoinix*, nom du dattier chez les grecs de l'antiquité qui le considéraient comme arbre des phéniciens ; *dactylifera* vient du latin *dactylus*, dérivant du grec *dactylos*, signifiant doigt (en raison de la forme du fruit), associé au mot latin *fero*, porté, en référence aux fruits (Ben Abbes, 2011).

Sur le plan botanique, le dattier est une plante dioïque ( $2n=36$  chromosomes) monocotylédone arborescente ( Figure 1), appartenant à une grande famille d'arbres à palmes et produit des dattes (Benharzallah et Bouhoureira, 2014). La classification botanique du palmier dattier donnée par Munier (1973) selon (Benharzallah et Bouhoureira, 2014) est comme suit :

- Embranchement : Phanérogames.
- Sous-embranchement : Angiospermes.
- Classe : Monocotylédones.
- Groupe : Phoenocoides.
- Famille : Arecaceae.
- Sous-famille : Coryphoideae.
- Genre : *Phoenix*.
- Espèce : *Phoenix dactylifera* L.



**Figure 1** : *Phoenix dactylifera* L (Benmbarek et Deboub, 2015).

Sur le plan socioéconomique, la phoeniciculture est considérée comme le pivot central autour duquel s'articule la vie dans les régions sahariennes (Hadjeb *et al.*, 2017).

Le premier producteur mondial de dattes est l'Égypte, suivi de l'Iran, l'Arabie Saoudite puis l'Algérie arrive en 4<sup>ème</sup> place (Benharzallah et Bouhoureira, 2014).

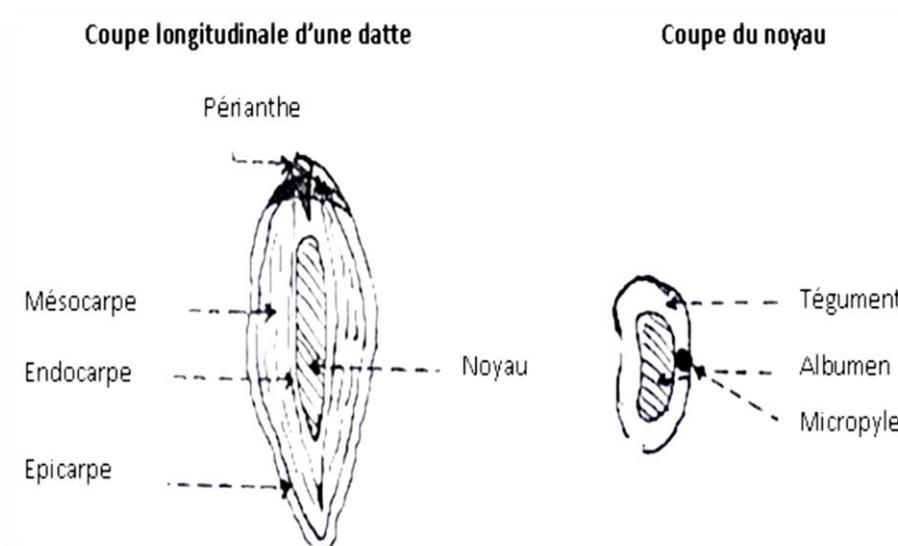
En Algérie la phoeniciculture couvre une superficie très importante dans le sud du pays, (Acourene et Tama, 1997). Elle s'étend sur plusieurs wilayas. Quelques-unes sont réputées telles que: Biskra, El Oued et Ouargla et d'autres le sont moins mais contribuent pour beaucoup dans la production nationale à l'instar de Ghardaïa et Adrar (Bensayah, 2014).

## II. Dattes

La datte, fruit du palmier dattier, est une baie, généralement de forme allongée, oblongue ou arrondie. Elle est composée d'un noyau, ayant une consistance dure, entouré de chair. La partie comestible de la datte, dite chair ou pulpe ( Figure 2), est constituée de :

- **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.

Les dimensions de la datte sont très variables, de 2 à 8 cm de longueur et d'un poids de 2 à 8 g selon les variétés. Leur couleur va du blanc jaunâtre au noir en passant par les couleurs ambre, rouges, brunes plus ou moins foncées (Espiard *et al.*, 2002).



**Figure 2** : Schéma de datte et son noyau (Benzouche et Foued, 2012).

## II.1. Classification des dattes

D'après (Espiard et *al.*, 2002), la consistance de la datte est variable. Selon cette caractéristique, les dattes sont réparties en trois catégories ( Figure 3):

- **Dattes molles** : Ahmar (Mauritanie), Kashram et Miskani (Egypte, Arabie-Saoudite).
- **Dattes demi-molles** : Deglet-Nour (Tunisie, Algérie), Mehjoul (Mauritanie), Sifri et Zahidi (Arabie-Saoudite).
- **Dattes sèches de consistance dure** : Degla-Beïda et Mech-Degla (Tunisie et Algérie), Amersi (Mauritanie) (Amellalnée Chibane, 2008).



**Figure 3** : Classification de dattes selon leurs consistances (Absi, 2013).

## II.2. Variétés des dattes

Les variétés de dattes sont très nombreuses, seulement quelques-unes ont une importance commerciale. Elles se différencient par la saveur, la consistance, la forme, la couleur, le poids et les dimensions (Amellalnée Chibane, 2008).

On trouve :

- **Deglet Nour** : Variété commerciale par excellence. C'est une datte demi-molle, considérée comme étant la meilleure variété de datte du fait de son aspect, son onctuosité et sa saveur ( Figure 4). A maturité la datte est d'une couleur brune ambrée avec un épicarpe lisse légèrement plissé et brillant, le mésocarpe présente une texture fine légèrement fibreuse (Amellalnée Chibane et *al.*, 2007).



**Figure 4 :** Deglet Nour (Bensayah, 2014).

○ **Ghars :** Variété très rustique qui se trouve dans la plupart des palmeraies algériennes, le fruit mûr est à consistance molle ( Photos 1).Le rendement varie entre 60 et 70 kg/arbre. De bonne valeur marchande au niveau national (Gourchala, 2015).



**Photo 1 :** La variété « Ghars ».

○ **Les variétés communes :** Ces variétés sont de moindre importance économique par rapport à Deglet-Nour. Les variétés les plus répandues sont : Ghars, Degla-Beïda et Mech-Degla ( Figure 5), Selon (Buelguedj, 2001) une grande proportion des variétés communes est de consistance molle.



**Figure 5 :** Les variétés communes: (A) Degla-Beïda et (B) Mech-Degla (Amellalnée Chibane, 2008).

### II.3. Composition biochimique de la datte

Selon l'étude menée par (Belguedj, 2002; Benziouche et Foued, 2012; Telli et *al.*, 2010; Bezghouche et Selatnia, 2013) sur la caractérisation physico-chimique de 196 variétés de dattes algériennes ( tableau 1), on peut trouver que les dattes constitués de:

**Tableau 1 :** Principaux composant des dattes.

Composant	Proportion
<b>Taux d'humidité</b>	Entre 11,48% et 45% avec une moyenne de 25,4 % (Belguedj et al., 2015).
<b>Sucres totaux</b>	Entre 32% à 92% de poids sec (PS) avec une moyenne de 75,75 % (Belguedj et al., 2015).
<b>Sucres réducteurs</b>	La plus grande proportion des variétés est constituée de dattes à sucres réducteurs dont les taux sont relativement à 50% (Belguedj et al., 2015).
<b>Protéines et acides aminés</b>	Entre 1,7 et 3% du (PS) de la pulpe à l'état frais (Benzouche et Foued, 2012).
<b>Composés phénoliques</b>	Au 1 <sup>er</sup> stade de la maturation, elle est entre 1352,16 ± 22,75 à 1536,91 ± 17,86 mg en acide gallique équivalent (AGE) /10 g de (PS). Et se diminuée au cours de dernier stade au 3,17 ± 0,33 et 4,55 ± 0,39 mg AGE /10 g de (PS) (Telli et al., 2010).
<b>Lipides et acides gras</b>	La teneur en lipide dans la pulpe varie entre 0,06% et 1,9% de la matière fraîche (Back et al, 1993).
<b>Sels minéraux</b>	La datte renferme 1,5 à 1,8 g par 100 g (Belguedj et al., 2015).
<b>Fibres</b>	Entre 3 et 14% de matière sèche; elle dépend du stade de maturité des dattes (Belguedj et al., 2015).
<b>Tanins</b>	Est de 2– 6,7 % au 1 <sup>er</sup> stade, et diminue aux derniers stades à 0,6 - 3,02 % (Belguedj et al., 2015).
<b>Vitamines</b>	Vitamine A, vitamine B <sub>1</sub> et B <sub>2</sub> , vitamines C, E et D sont quasiment inexistantes (Bousdira, 2007).
<b>Enzymes</b>	L'invertase, La Poly-galacturonase et Pactine-ésterase, La cellulase, La polyphénol-oxidase (Bezghouche et Selatnia, 2013).
<b>Pigments</b>	De caroténoïdes, flavones, flavonoles, flaroxanthnes et de lutéines (Belguedj et al., 2015).

#### II.4. Valeur nutritionnelle et usage médicinal des dattes

Les dattes peuvent être la matière première de divers produits alimentaires grâce à sa richesse en nutriments, notamment les sucres simples. L'utilisation de datte à l'échelle industrielle ou culinaire divers selon les critères physico-chimiques des variétés (Bezghouche et Selatnia, 2013).

En plus de leur utilisation dans l'alimentation, les dattes sont utilisées traditionnellement dans le domaine médicinal (Benchelah et Maka, 2008). Les dattes sont un tonique musculaire et nerveux, indiquées en cas d'asthénies, de déminéralisation, de tuberculose et d'anémie, selon (Telli et al., 2010).

Une recherche menée par (Tahraoui et *al.*, 2007) a montré que les dattes ont été traditionnellement utilisées pour soigner l'hypertension et le diabète. Il a été prouvé que les dattes sont une source des antioxydants tels que les caroténoïdes et les Polyphénols (Kassis et *al.*, 2009), La datte représente également un produit sacré pour les musulmans, sa consommation augmente considérablement durant le mois de ramadan (Jardak, 2000).

### II.5. Valorisation et transformation des dattes

La datte constitue un substrat de choix pour la production de nombreux produits, Citons quelques exemples comme : jus de dattes, Farines de datte, Vinaigre de datte, exsudat de datte, Confiture de datte, Pâte de dattes et le Sirop de datte ( Annexes 1) (Belguedj et *al.*, 2015).

### III. Sirop de dattes « Rob »

Le sirop de dattes, une denrée alimentaire connue sous le nom de « Rub Al-Tamr », c'est un sirop épais-brun foncé extrait des dattes, caractérisé par le goût sucré pur (Allouache et *al.*, 2018). C'est l'extrait aqueux et concentré par traitement à température élevée, et dépourvu de fibres, résidus, et corps étrangers, il est consommé directement ou utilisé en pâtisserie et confiserie. Son appellation et son processus de fabrication se différencient selon les pays : « Miel de *Bleh* » en Egypte, « *Dibs* » en Irak et Arabie Saoudite, « Miel *Seh* » en Le Sultanat d'Oman, « *Seh* » et « *Kattara* » en Yémen, « *Rob* » en Lybie, « *Chira* » en Iran (Allouache et *al.*, 2018).

Il est très visqueux, ceci est dû à sa faible humidité; cette propriété empêche la prolifération des microorganismes et permet la préservation de sa qualité durant 24 mois (Allouache et *al.*, 2018).

#### ○ **Goût**

L'intensité du goût sucré diffère considérablement d'un édulcorant à un autre, même au sein de la famille des glucides (Mimouni, 2009).

La plupart des édulcorants à haut pouvoir sucrant possèdent des arrière-goûts qui se superposent au goût sucré et résulte d'impuretés qui sont parfois indéfinissables au point de ne pas se ranger parmi les trois goûts fondamentaux (salé, acide, ou amer) (Mimouni, 2009). Le sirop de dattes est caractérisé par le goût sucré pur, grâce à la teneur en sucre élevée, par rapport à la matière première utilisée pour son élaboration. Le goût du sirop est similaire au goût de la datte utilisée (El Ogaidi, 1987).

○ **Couleur**

Parmi les propriétés du sirop de dattes, élaboré par des méthodes technologiques actuelles (extraction par diffusion), sa couleur ambrée. Selon (Munier, 1973), le sirop de dattes est un produit stable d'une couleur plus ou moins brune. Dans des flacons transparents, il peut prendre une couleur noir- rougeâtre (Mimouni, 2009).



**Figure 6** : Sirop de datte (Mimouni *et al.*, 2015).

**III.1. Caractéristiques physico-chimiques**

○ Densité

La densité moyenne d'un sirop est en fonction de leur concentration. Cette dernière est inversement proportionnelle à la température ambiante. La densité de sirop de dattes est très élevée grâce au taux de solides solubles existant dans ce produit (Mimouni, 2009), ce qui permet sa conservation au-delà de deux ans, sans risque d'altération (Hamou et Bouchelil, 2016).

○ Viscosité

La viscosité est une propriété physique importante du sirop de dattes, elle détermine les conditions de stockage du produit. D'une manière générale, il existe une relation linéaire entre le logarithme de la viscosité et le logarithme de l'humidité du sirop, la viscosité augmente lorsque la teneur en eau diminue, elle est proportionnelle au taux des substances solubles dans le sirop, ce qui lui donne un pouvoir sucrant élevé (Mimouni, 2009).

Il présente aussi une teneur en eau de 25% du poids frais et une teneur élevée en sucres totaux qui représente 96% dont la majorité est sous forme de sucres réducteurs, les éléments minéraux et les protéines sont présents en faibles quantités (Hamou et Bouchelil, 2016). Et le pH de sirop est compris entre 6 et 6,5. En outre, le sirop de dattes a un degré Brix compris entre 73 à 75 % ce qui permet sa conservation au-delà de deux ans, sans risque d'altération (Mimouni, 2009).

### III.2. Composition biochimique et valeur nutritionnelle

Le sirop de dattes comporte une qualité très importante des substances ( Tableau 2 ) qui peuvent jouer un rôle important en considérant le sirop de dattes comme un aliment complet (Allouache et *al.*, 2018).

**Tableau 2:** Composition biochimique du sirop de dattes (Hamou et Bouchelil, 2016).

Constituants	Proportions (%)
Sucres réducteurs (glc, fru)	81,5
Sucres non réducteurs (saccharose)	4,9
Sucres totaux	86,40
Proteines	2,1
Eléments minéraux	6,6
Lipides	--
Vitamine	- vitamine B3 (1,7 %) - vitamine B5 (0,8 %) - vitamine B6 (0,15 %) - vitamine B2 (0,10 %) ainsi que : - vitamine C (0,185%) par 100g (Alanazi, 2010).

La composition chimique et la valeur nutritionnelle du sirop de dattes ont été bien étudiées (Ben Abbes, 2011). Le sirop de dattes est un aliment à haute énergie riche en glucides, une bonne source de minéraux et de fibres solubles et insolubles, acides aminés et organiques; mais il contient également un mélange très complexe d'autres polysaccharides, les polyphénols et les caroténoïdes (Mimouni, 2009).

Les quantités significatives de minéraux présents dans les dattes en font un super aliment pour renforcer les os, notamment le calcium et le fer qui jouent un rôle important à savoir le traitement de l'anémie et l'enrichissement de la ration alimentaire en calcium (Mahtout et Saidani, 2017).

Il est fortement recommandé pour le traitement des affections hépatiques et pour les femmes en période de grossesse avant et après l'accouchement (Husseini et *al.*, 2011), il est aussi utilisé comme édulcorant et liant de comprimés (Alanazi, 2010).

En plus de ses composés nutritionnels, le sirop de dattes est riche en antioxydants. L'activité antioxydant de ce composant a été attribuée à divers mécanismes tels que la décomposition des peroxydes, la liaison des catalyseurs aux ions de métaux de transition, la capacité réductrice et le piégeage des radicaux (Atmani et *al.*, 2009). Ainsi, les antioxydants sont considérés comme bénévoles pour la santé humaine car ils réduisent le risque de

maladies dégénératives et de certains types de cancers par la réduction du stress oxydatif et l'inhibition de l'oxydation des macromolécules (Mahtout et Saidani, 2017).

#### IV. Polyphénols et l'activité antioxydante

##### IV.1. Polyphénols

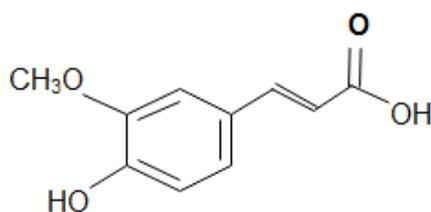
Le terme polyphénol a été introduit en 1980, en remplacement de l'ancien terme de tanin végétal. Ces composés sont les produits du métabolisme secondaire des plantes (Michel, 2012).

Les polyphénols sont des micronutriments particulièrement abondants dans les fruits, les céréales et les légumes ainsi que dans des boissons comme le thé, le café ou les jus de fruits, sont présents dans toutes les parties des plantes mais avec une répartition quantitative qui varient entre les différents tissus. Ces métabolites secondaires, sont impliqués dans de nombreuses facettes des systèmes biologiques des plantes: pigmentation, mécanismes de croissance et de reproduction, protection contre les prédateurs... (Boubekri, 2014).

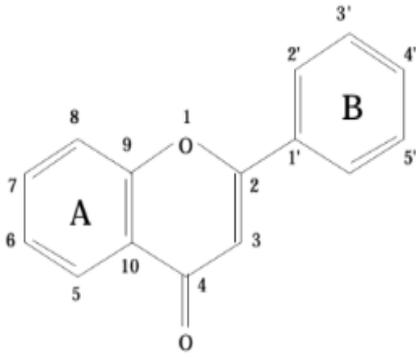
Ces composés d'intérêt biologique sont caractérisés par la présence d'au moins un motif phénolique (cycle aromatique sur lequel viennent se greffer un ou plusieurs groupements –OH), libre ou engagé dans une autre fonction : éther, ester, hétéroside (Boubekri, 2014).

Ils jouent un rôle majeur au niveau de la croissance des végétaux et dans la lutte contre des agents pathogènes et des infections (Saffidine, 2018).

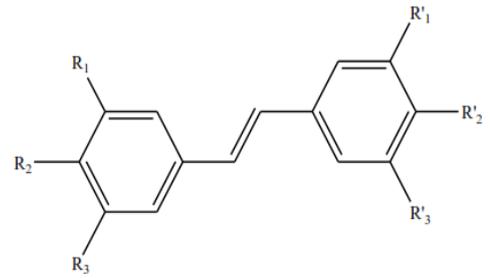
Selon (Han et al., 2007), les composés phénoliques sont subdivisés en groupes selon le nombre des noyaux phénoliques et les éléments structurels qui relient ces cycles : les acides phénoliques, les flavonoïdes, les stilbènes, les tanins, les lignines et les lignanes (Benassou et al., 2013).



**Figure 7 :** Structure de base des acides phénolique.

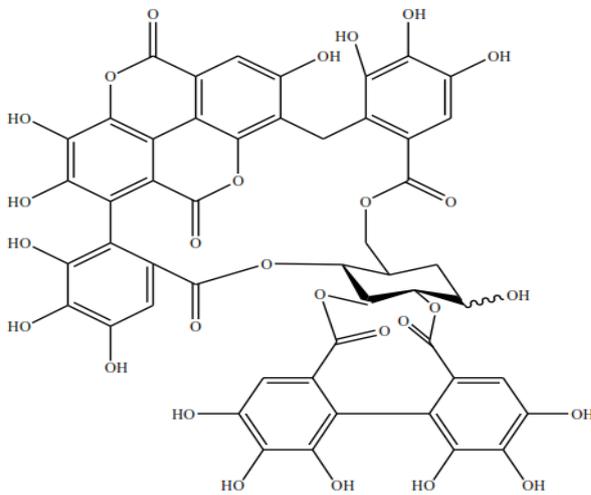


**Figure 8 :** Structure de base des flavonoïdes (Saffidine, 2018).

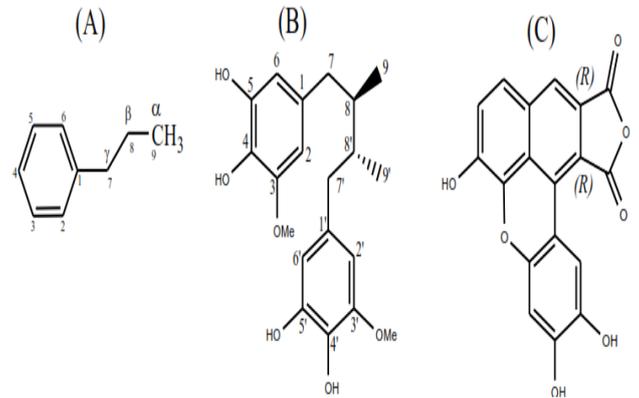


$R_1=R_3= R'_2=OH, R_2=R'_1= R'_3=H$       Resvératrol  
 $R_1=R_3=OCH_3, R_2=R'_1=R'_3=H, R'_2=OH$       ptérostilbène  
 $R_1=glucose, R_2=R'_1=R'_3=H, R_3=R'_2=OH$       picéïde

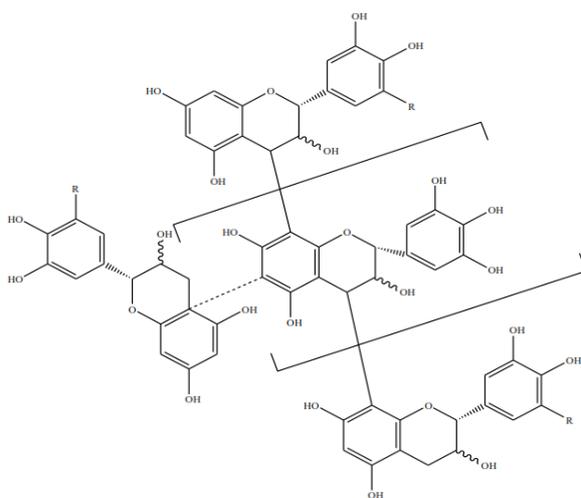
**Figure 9 :** Quelques exemples des structures chimiques des stilbène (Saffidine, 2018).



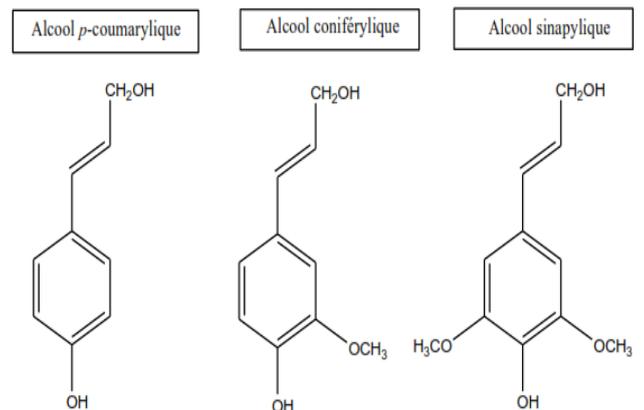
**Figure 10 :** Exemple des tanins hydrolysables (Saffidine, 2018).



**Figure 12 :** Exemples des lignanes. (A) Unité de phénylpropane C6-C3. (B)Sauriol A (lien  $\beta$ - $\beta'$ ). (C) Rufescidride (Saffidine, 2018).



**Figure11 :** Exemple des tanins condensés (Saffidine, 2018).



**Figure 13 :** Principaux constituants de la lignine (alcools *p*-coumarylique, coniférylique,et sinapylique) (Benassou et *al.*, 2013).

## IV.2. Activités biologiques des polyphénols

Les polyphénols disposent une extrême variété de structures et d'activités biologiques (Benassou et *al.*, 2013). Ils sont synthétisés par l'ensemble des végétaux et ils participent aux:

- Réactions de défense face à différents stress biotiques et abiotiques (Boubekri, 2014).
- Bonne conservation de certains aliments transformés, en limitant l'oxydation des lipides qu'ils contiennent (Boubekri, 2014).
- Qualité organoleptique des aliments issus des végétaux (couleur, astringence, arôme, amertume) (Boubekri, 2014).
- Ils présentent des propriétés anti-microbiennes (Boubekri, 2014).
- Ils ont des fonctions dans la signalisation dans les mécanismes de résistance, la blessure et l'attaque par des herbivores induisent la synthèse de l'acide chlorogénique ou d'esters phénoliques liés aux parois cellulaires (Boubekri, 2014).
- Leur rôle d'antioxydants naturels suscite de plus en plus d'intérêt pour la prévention et le traitement du cancer, des maladies inflammatoires et cardiovasculaires, ils sont également utilisés comme additifs en industrie agroalimentaire, pharmaceutique et cosmétique (Bougandoura et Bendimerad, 2013).

D'un point de vue appliqué, ces molécules constituent la base des principes actifs que l'on trouve chez les plantes médicinales, alliées à leur difficulté de production (Boubekri, 2014).

## IV.3. Activité antioxydante

Actuellement, les études portant sur les polyphénols, connaissent un grand essor une grande partie d'entre elles a été réalisée afin d'informer et de sensibiliser les consommateurs et les pouvoirs publics sur l'intérêt des fruits et légumes riches en polyphénols, antioxydants naturels aux forts potentiels antioxydants (BENASSOU et *al.*, 2013). Les dattes également sont considérées comme des sources particulièrement riches en acides phénoliques, ces derniers ont une activité antioxydante qui dépend du nombre de groupes hydroxyles dans la molécule, Les propriétés électro-attractrices du groupe carboxylate, qui ont une influence négative sur les capacités H-donnant d'hydrox benzoates, peuvent être évitées par l'encombrement stérique (BENASSOU et *al.*, 2013).

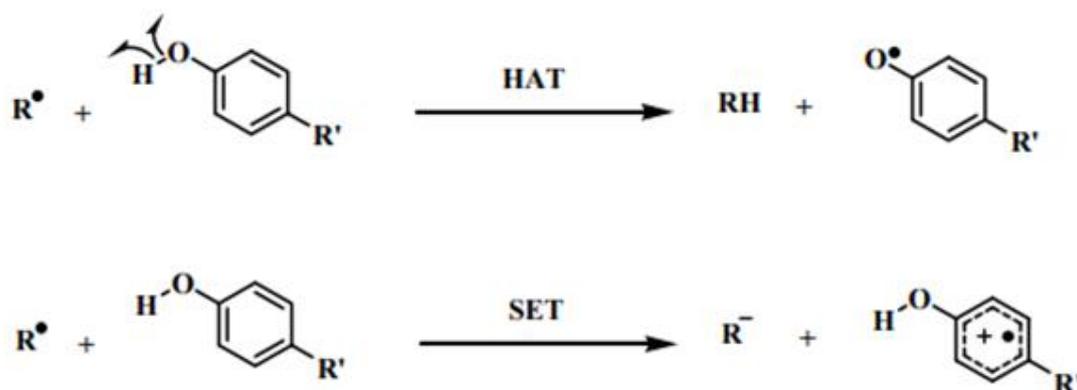
Cette activité antioxydante des composés phénoliques est principalement due à leurs propriétés redox, qui leur permettent d'agir comme agents réducteurs, des donateurs d'hydrogène et des extincteurs d'oxygène (BENASSOU et al., 2013).

Les antioxydants sont classés selon leur origine en antioxydants naturels ou synthétiques et selon leur mode d'action en antioxydants primaires ou secondaires (BENASSOU et al., 2013).

Indépendamment de leur localisation, les antioxydants peuvent agir à deux niveaux : en prévenant la formation de radicaux libres oxygénés ou en épurant les radicaux libres oxygénés. En complément de cette double ligne de défense, l'organisme est en outre capable de réparer ou d'éliminer les molécules endommagées par l'attaque radicalaire (BENASSOU et al., 2013).

#### IV.4. Mode d'action des antioxydants

Les antioxydants préventifs ont une action stabilisatrice en décomposent par exemple les peroxydes en des produits de terminaisons stables ce qui empêche directement la formation des radicaux libres. Ils peuvent aussi chélater les catalyseurs des réactions d'oxydation tels que les ions métalliques ou bien réagir avec l'oxygène. Le premier par libération d'un atome d'hydrogène, souvent par une structure aromatique (cas des dérivés du phénol : tocophérols, polyphénols, flavonoïdes...), le deuxième par libération d'un électron (BENASSOU et al., 2013). La figure 14, illustre ces deux mécanismes pouvant intervenir pour expliquer les activités antioxydantes des systèmes phénoliques.



**Figure 14 :** L'activité antioxydante des systèmes phénoliques (Bouguerne, 2012).

La combinaison de ces antioxydants préventifs et piègeurs peut générer des effets synergiques (BENASSOU et al., 2013).

#### IV.5. Méthodes de mesure de l'activité antioxydante

Les méthodes d'évaluation du pouvoir antioxydant peuvent être qualitatives ou quantitatives (BENASSOU et al., 2013).

L'activité anti-oxydante est évaluée soit par le dosage des produits formés en particulier des hydroperoxydes) par des techniques photométriques plus ou moins directes, soit par la mesure de l'efficacité du composé à piéger des radicaux libres (Marc et al., 2004).

Parmi les méthodes d'évaluation, nous citons :

- La méthode d'ORAC (Capacité d'Absorbance du Radical de l'Oxygène) (Cao et al, 1993).
- La méthode d'ABTS<sup>•+</sup> ou TAEC (Capacité Antioxydante Equivalente de Trolox) (Re et al., 1999).
- La méthode FRAP (Capacité Réductrice Ferrique d'Antioxydants) (Benzie et Szeto, 1999).
- La méthode du radical DPPH (Brand-Williams et al, 1995).
- La méthode de DMPD (Effet scavenger du radical cationique N, N-Diméthyl-p-Phénylnediamine) (Diplock, 1994).
- La méthode TRAP (Paramètre du Piégeage du Radical Total) (Wayner et al., 1985).
- La méthode PCL (photochimiluminescence) (Yanishlieva et Marinova, 1995).
- La méthode d'hémolyse (Khima et al, 2015).



# Matériel et méthodes

## V. Matériel et méthodes

Ce travail expérimental a été effectué au sein du Laboratoire de Biochimie Analytique et laboratoire Biologie 2 de département de Biologie, faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre de l'Université de Ghardaïa (Algérie).

### V.1. L'obtention de matériel végétal

Les dattes sont des produits quantitativement et qualitativement très répandus dans le marché Algérien, ce qui facilite l'obtention du produit.

La variété de dattes utilisée dans cette étude est choisie sur la base de leur consistance molle qui présente aussi la meilleure variété pour l'élaboration du sirop des dattes « Rob ». Elle est très répandue dans les Palmeraies du Sud de l'Algérie; de régions, d'Ouargla, de Biskra, de Touggourt et de Ghardaïa. Il s'agit de variétés "Ghars".

Pour la réalisation de notre travail, nous avons acheté une toile (Btana) de datte de 2 kg, du marché de Guerara wilaya de Ghardaïa, cette toile représente la variété « Ghars » qui revient de septembre 2017 ( Photo 2), et un bocal de sirop de datte préparé industriellement (Photo 3 ).



**Photo 2:** Btana de dattes « Ghars »



**Photo 3 :** Rob de dattes « Ghars » commercial.

Donc les échantillons utilisés dans la présente étude comprennent un sirop des dattes préparé traditionnellement et un autre du marché.

### V.2. Elaboration traditionnelle du sirop des dattes « Rob »

La méthode d'extraction adoptée est la diffusion dans de l'eau maintenue à des températures ( $T^{\circ}$ ) d'ébullition ( $100^{\circ}\text{C}$ ). Le principe est basé sur le passage, selon les lois de diffusion par transport passif, des matières solubles de la matière première vers le jus. L'échantillon de dattes est additionné du double de son poids en volume d'eau.

Le temps d'extraction a été fixé à 24 h suite à une étude préliminaire (Mimouni, 2009) relative à des cinétiques d'extraction qui ont montré que cette durée permet d'obtenir l'extraction la plus rentable.

Le jus est ensuite récupéré après passage à travers une gaze puis une condensation du jus est effectuée par évaporation de l'eau libre.

Pour obtenir un sirop des dattes par une méthode de préparation traditionnelle, nous avons procédé les étapes suivantes:

- Une pesée de 3,5 kg est coupée de toile est posé dans une marmite avec de 5 L de l'eau du robinet ( Photo 4 ).



**Photo 4:** Dattes rajoutés par de l'eau du robinet.

- Une cuisson se fait au moyen d'un réchaud alimenté par le gaz de ville à température d'ébullition (100°C).



**Photo 5 :** Mise au feu.

- Agitation une fois par heure est recommandée afin d'homogénéiser le mélange (dattes et eau) et de permettre une bonne répartition de la chaleur, L'agitation se fait à l'aide d'une spatule en bois ( Photo 6 ).



**Photo 6 :** Agitation pendant la cuisson.

- Après la cuisson, le jus est récupéré à l'aide d'une tasse et versé sur une toile en coton de fines mailles (chèche) placé sur un couscoussier permet de récupérer et d'éliminer les résidus: noyaux, épicarpes ( Photo 7 ).



**Photo 7 :** Filtration des résidues.

- Le jus après filtration passe par une concentration pour l'évaporation de l'eau à une T° d'ébullition (100°C). A la fin, la teneur en eau libre est arrivée jusqu'au tiers du volume initial.
- Remplissage des bocaux se fait immédiatement après refroidissement ( Photo 8 ), puis une conservation au réfrigérateur à 4 °C.



**Photo 8 :** Conditionnement.

### V.3. Produits chimiques

Les produits chimiques utilisés dans cette étude sont :

- DPPH: 2,2 -DIPHENYL-1- picrylhydrazyl ( $C_{18} H_{12} N_5 O_6$ ),  $M = 394,32$  g/mol (BIOCHEM Chemopharma).

- Ethanol C<sub>2</sub> H<sub>5</sub> OH à 95%, M=46,07 g/mol (BIOCHEM Chemopharma).
- ABTS: acide 2,2'-azino-bis(3-éthylbenzothiazoline-6-sulphonique, M = 514,62 g/mol.
- Persulfate de potassium (K<sub>2</sub>O<sub>8</sub>S<sub>2</sub>), M = 270,31 mg/mol (BIOCHEM Chemopharma).
- Carbonate de sodium (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>), M = 105,99 g/mol (BIOCHEM Chemopharma).
- Réactif de Folin-Ciocalteu (BIOCHEM Chemopharma).
- Eau distillée.
- Acide gallique: C<sub>7</sub>H<sub>8</sub>O<sub>5</sub>H<sub>2</sub>O, M= 188,14 (BIOCHEM Chemopharma).
- Vitamine C: Acide ascorbique (C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>6</sub>), M=176,13g/mol (AnalaR NORMAPUR)
- BHA: Hydroxy-Toluène-Butylé (C<sub>15</sub>H<sub>24</sub>O), M =220,35g/mol (SIGMA-ALDRICH).

### V.4. Méthodes

#### V.4.1. Dosage des polyphénols totaux

##### Principe

Le principe de la méthode est basé sur l'oxydation des composés phénoliques par le réactif Folin-Ciocalteu. Elle entraîne la formation d'un nouveau complexe molybdène-tungstène de couleur bleu qui absorbe à 760 nm. Le dosage de Polyphénols totaux est effectué par la comparaison de la densité optique (D.O) observée à celle obtenue par un étalon d'acide gallique de concentration connue (Tigrine, 2016).

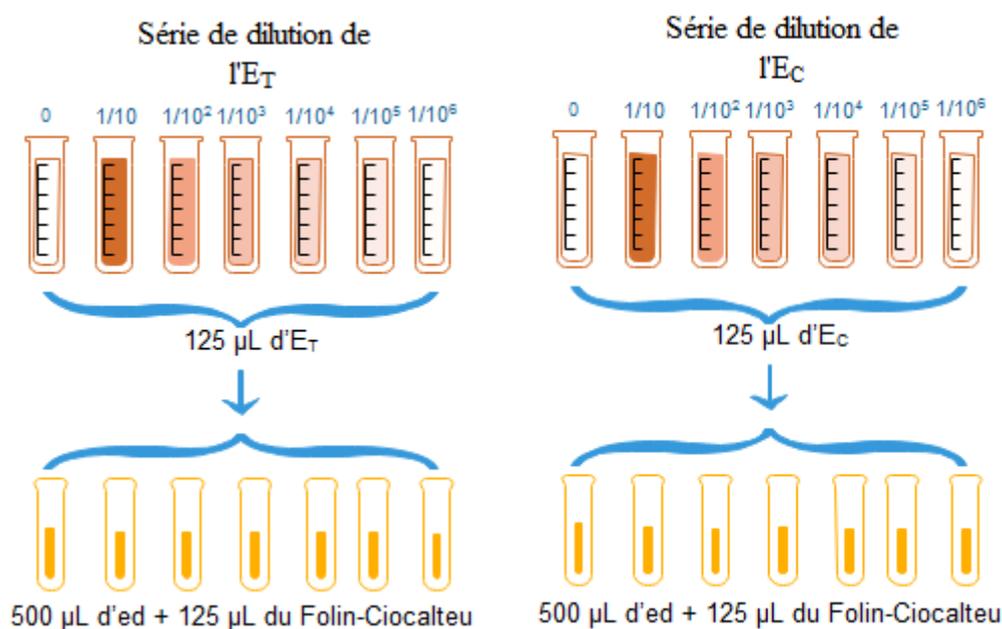
Le réactif de Folin-Ciocalteu est constitué par un mélange d'acide phosphotungstique (H<sub>3</sub>PW<sub>12</sub>O<sub>40</sub>) et phosphomolibdique (H<sub>3</sub>PMo<sub>12</sub>O), il est réduit par les phénols en un mélange d'oxydes bleus de tungstène (W<sub>8</sub>O<sub>23</sub>) et de molybdène (Mo<sub>8</sub>O<sub>23</sub>) (Tigrine, 2016).

Cette coloration bleue dont l'intensité est proportionnelle aux taux de composés Phénoliques présents dans le milieu donne un maximum d'absorption à 760 nm (Ben Abbes, 2011), ce qui permet la détermination du teneur en polyphénols au niveau des extraits.

##### Mode opératoire

Le dosage des polyphénols totaux a été déterminé par spectrophotométrie, selon la méthode colorimétrique utilisant le réactif de Folin-Ciocalteu on suivant protocole décrit par (El-Haci *et al*, 2013) y apportant quelques modifications.

Une prise de 125  $\mu\text{L}$  d'extrait convenablement dilué est mise dans un tube en présence de 500  $\mu\text{L}$  d'eau distillée et de 125  $\mu\text{L}$  du réactif de Folin-Ciocalteu (dilué 10 fois).



**Figure 15 :** Dosage des polyphénols totaux du E<sub>T</sub> et E<sub>C</sub>.

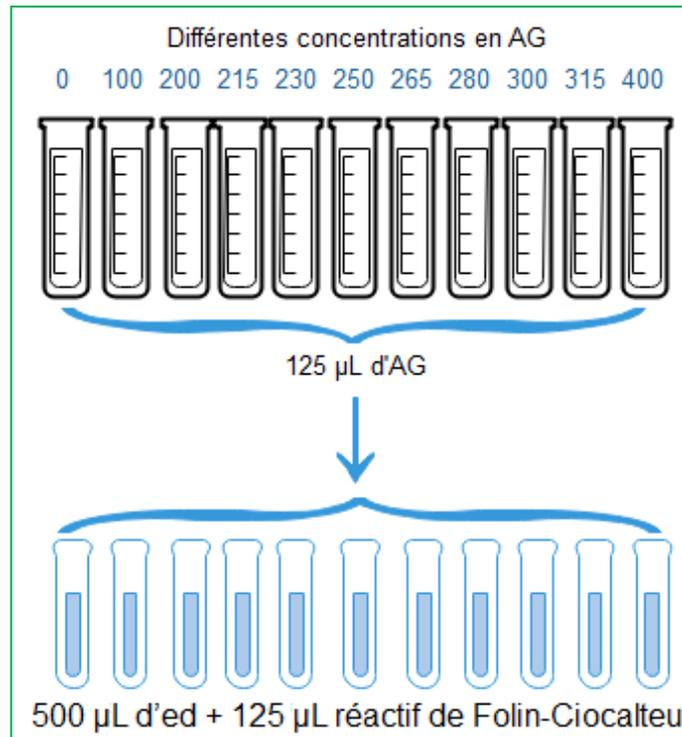
Une courbe d'étalonnage a été réalisée en parallèle dans les mêmes conditions opératoires en utilisant l'acide gallique à différentes concentrations (0 à 400  $\mu\text{g}/\text{mL}$ ).

✚ Préparation de la gamme d'étalonnage

Une pesée de 50 mg d'acide gallique sont dissoute dans 20 mL de l'eau distillé soit une solution mère avec une concentration de 2,5 mg/mL à fin de préparer les dilutions comme suit ( Tableau 3 et Figure 16 ):

**Tableau 3 :** Gamme d'étalonnage de l'Acide Gallique

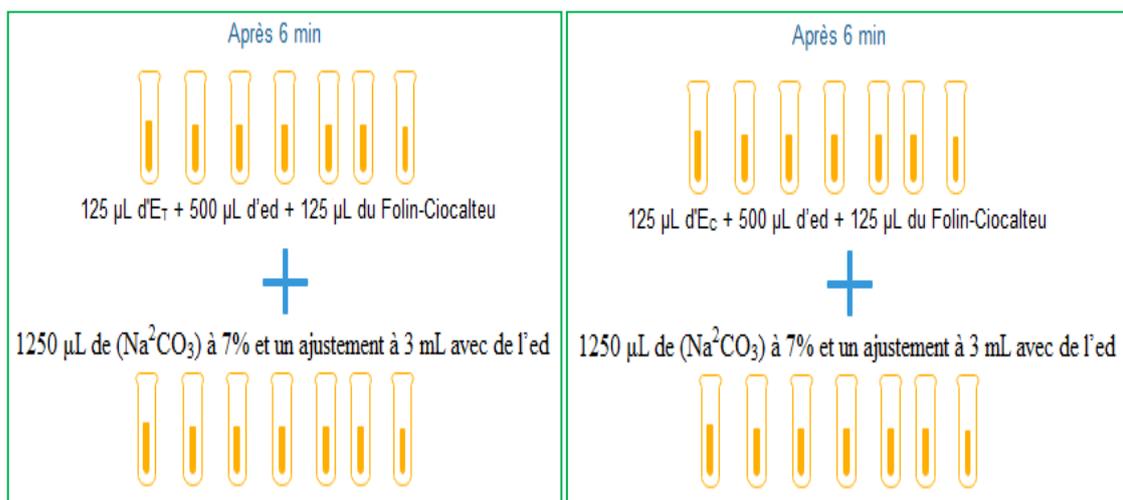
Concentration de l'AG ( $\mu\text{g}/\text{mL}$ )	0	100	200	215	230	250	265	280	300	315	400
Volume de la solution mère ( $\mu\text{L}$ )	0	40	80	86	92	100	106	112	120	126	160
Volume d'eau distillé ( $\mu\text{L}$ )	0	960	920	914	908	900	894	888	880	874	840



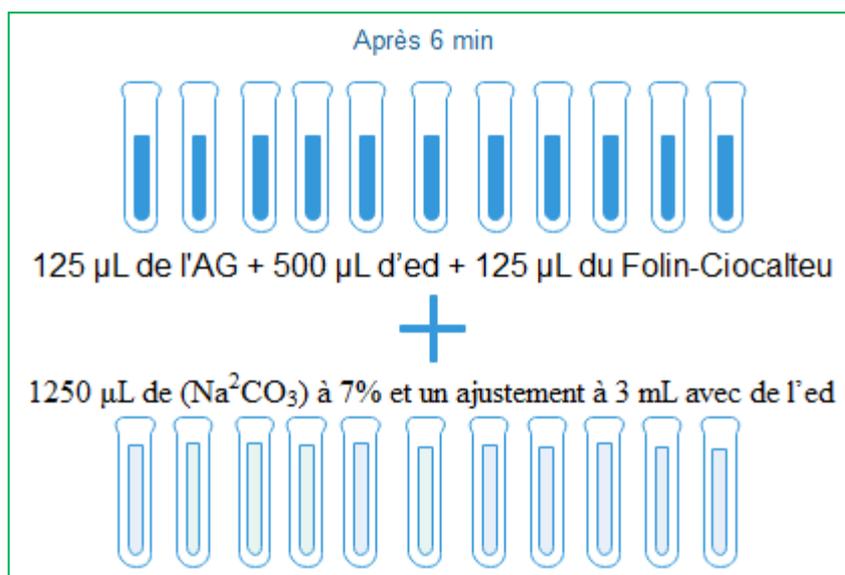
**Figure 16 :** Gamme d'étalonnage de l'acide gallique pour le dosage des polyphénols.

Après les tubes sont subit à une agitation vigoureuse et un repos pendant 6 min.

Puis 1250 µL d'une solution de carbonate de sodium ( $\text{Na}^2\text{CO}_3$ ) à 7% sont ajoutés et le mélange est ajusté à 3 mL avec de l'eau distillée ( Figures 17, 18 ).



**Figure 17 :** Dosage des polyphénols totaux du  $E_T$  et  $E_C$  après 6 min.



**Figure 18 :** Gamme d'étalonnage de l'acide gallique après 6 min.

Les tubes sont placés au repos pendant 90 mn à température ambiante et à l'obscurité, ensuite la lecture d'absorbance est faite à 760 nm.

La concentration en composés phénoliques totaux est déterminée en se référant à la courbe d'étalonnage obtenue en utilisant l'acide gallique comme standard d'étalonnage (Figure 26).

La détermination du total phénolique dans cet essai est basé sur leur capacité de réduction chimique par rapport à une capacité réductrice équivalente d'acide gallique, selon (Koechlin-Ramonatxo, 2006).

#### **V.4.2. Mesure de l'activité antioxydante**

Pour notre étude deux tests ont été utilisés pour l'évaluation de l'activité antioxydante des sirops des dattes et parallèlement des deux standards l'acide ascorbique (Asc) et l'hydroxy-toluène-butylé (BHT).

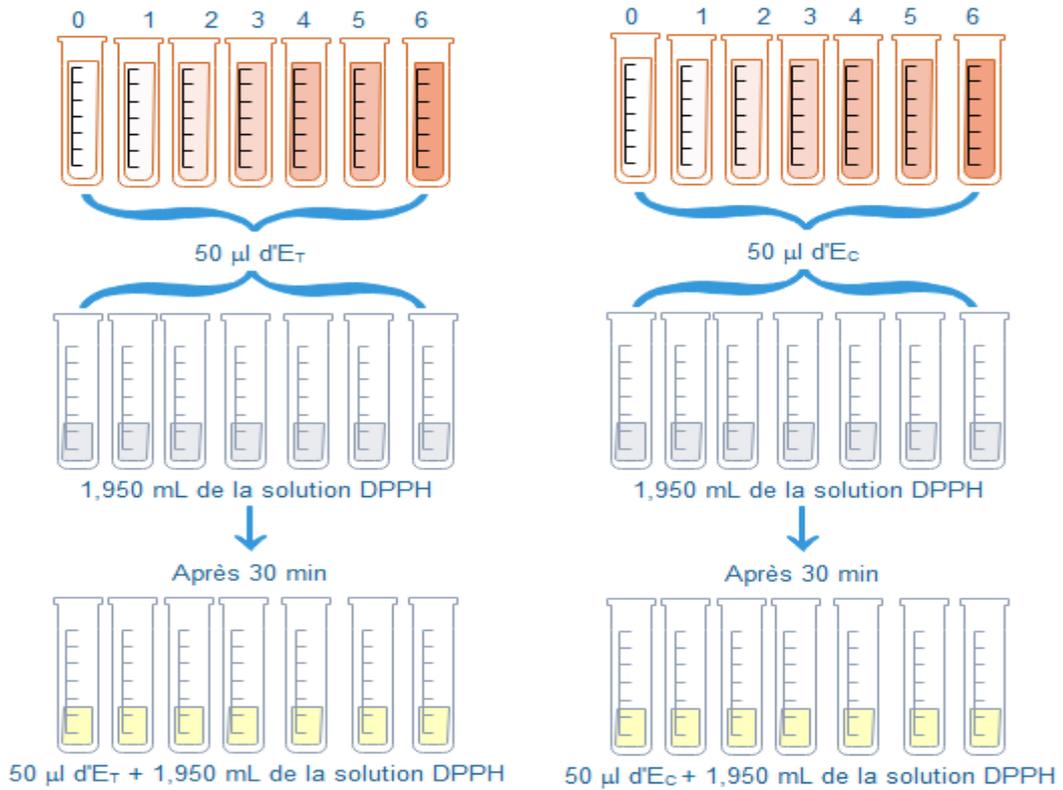
Il s'agit de l'activité de radical libre DPPH « 2,2-diphényl-1-picryl hydrazyl » et de radical cationique ABTS<sup>•+</sup> « acide 2,2'-azino-bis (3-éthylebenzothiazoline-6-sulfonique) ».

##### **V.4.2.1. Activité anti radicalaire par le test au DPPH**

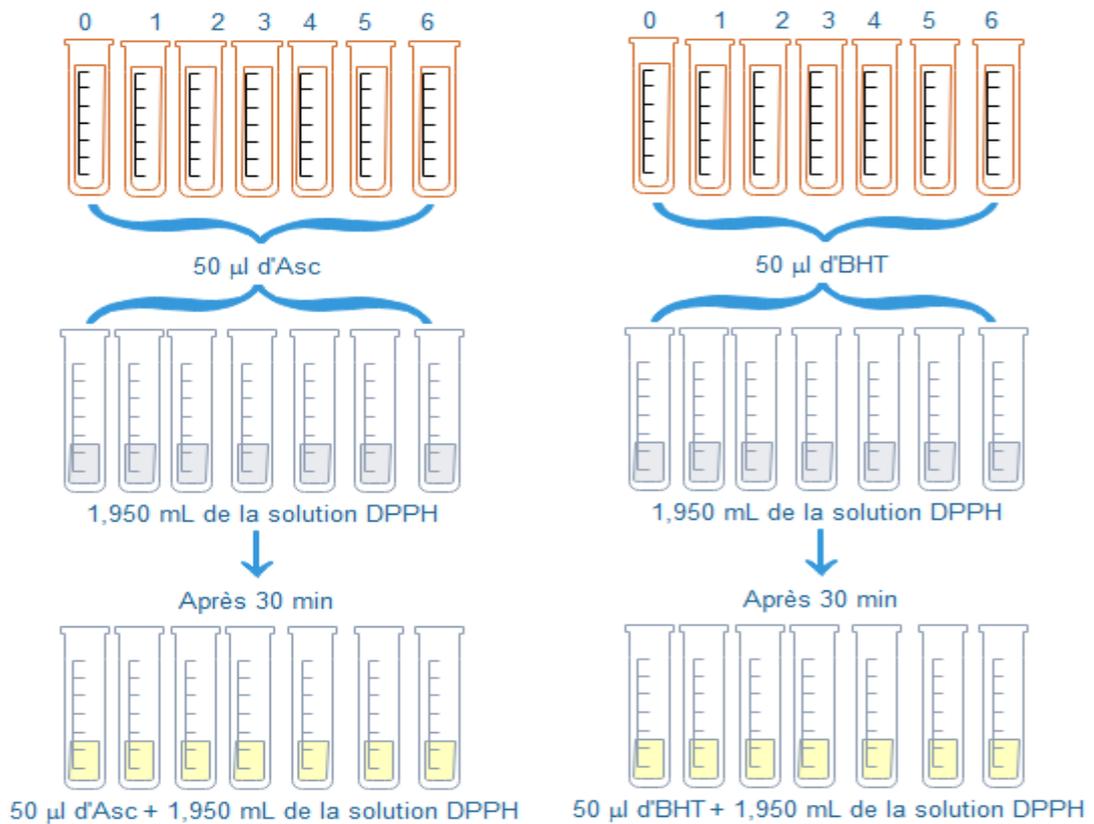
###### **Principe**

Le DPPH (2,2 diphényl-1-picryl hydrazyl) est un radical instable qui possède un électron célibataire sur l'atome d'azote, caractérisé par une couleur violette et un pic





**Figure 20:** Test au DPPH pour l'E<sub>T</sub> et l'E<sub>C</sub>.



**Figure 21:** Test au DPPH pour l'Asc et BHT.

Après avoir réagir pendant 30 minutes à température ambiante, l'absorbance est immédiatement mesurée à 515 nm. Le contrôle positif est représenté par deux solutions des antioxydants standards ; l'acide ascorbique (Asc) et BHT dans les mêmes conditions que les échantillons et pour chaque série le test est répété 3 fois.

En ce qui concerne le contrôle négatif, ce dernier est préparé en parallèle en mélangeant :

- 50 µL d'éthanol avec 1,950 ml d'une solution éthanolique de DPPH à la même concentration utilisée pour la série de BHT.
- 50 µL d'eau distillé avec 1,950 mL d'une solution éthanolique de DPPH à la même concentration utilisée pour les trois séries (Asc, E<sub>T</sub>, E<sub>C</sub>).

La lecture de l'absorbance est faite contre un blanc préparé pour chaque série à 515 nm après 30 min d'incubation à l'obscurité et à la température ambiante.

Les résultats ont été exprimés en pourcentage d'inhibition (I%).

✚ Le pourcentage (%) de piégeage du radical DPPH s'exprime par l'équation :

$$\text{Piégeage de DPPH (\%)} = \frac{A_{\text{blanc}} - A_{\text{échantillon}}}{A_{\text{blanc}}} \times 100$$

Où:

- $A_{\text{blanc}}$  est l'absorbance du blanc control (sans l'échantillon).
- $A_{\text{échantillon}}$  est l'absorbance des différents échantillons testés.
- % : pourcentage d'inhibition.

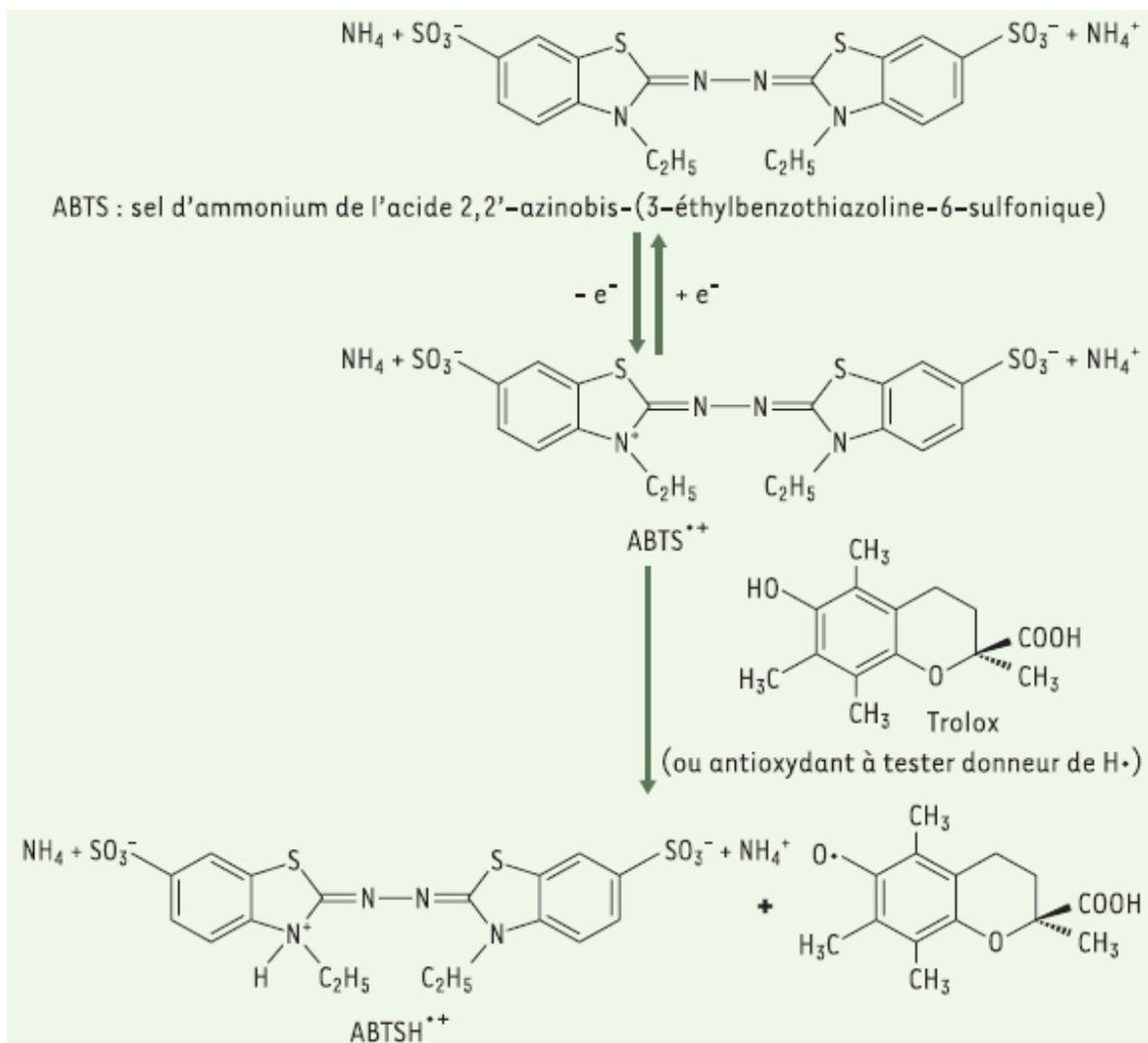
La valeur EC<sub>50</sub> (mg/ml) est la concentration à laquelle cette activité de piégeage est de 50%.

### V.4.2.2. Activité anti radicalaire par le test à l'ABTS

#### Principe

Cette méthode a été décrite pour la première fois par Miller and Rice-Evans (1993) puis améliorée en 1999. Elle consiste à la réduction du radical-cation coloré « acide 2,2'-azino-bis (3-éthylebenzothiazoline-6-sulfonique) » connu sous le nom d'ABTS<sup>•+</sup>.

Le développement de sa concentration est suivi à 734 nm au cours de sa réaction avec les antioxydants ( Figure 22 ) (Moura et al., 2015).



**Figure 22:** Formation et piégeage du radical ABTS<sup>•+</sup> par un antioxydant donneur de H<sup>•</sup> (Boubekri, 2014).

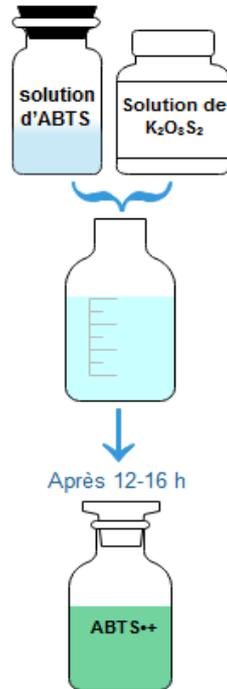
Le radical ABTS<sup>•+</sup> (absorbant à 734 nm) est formé par arrachement d'un électron e<sup>-</sup> à un atome d'azote de l'ABTS. En présence de Trolox (ou d'antioxydant donneur de H<sup>•</sup>), l'atome d'azote concerné piège un H<sup>•</sup>, conduisant à l'ABTSH<sup>•+</sup>, ce qui entraîne la décoloration de la solution (Marc et al., 2004).

### Mode opératoire

Le protocole de piégeage du radical ABTS a été effectué en suivant la méthode de (Wang et al., 2014).

Le radical cation ABTS<sup>•+</sup> est généré en mélangeant une solution d'ABTS ( 7 mM) avec

une solution aqueuse de persulfate de potassium ( 2,45 mM) et en laissant le mélange se maintenir dans l'obscurité à température ambiante pendant 12-16 heures avant utilisation (Figure 23 ).



**Figure 23 :** Création de radicale ABTS<sup>•+</sup>.

Au moment de l'utilisation, la solution ABTS<sup>•+</sup> est diluée à une absorbance de 0,70 ( $\pm 0,02$ ) à 734 nm et laissée pendant 30 min. Ensuite, 0,2 ml de l'extrait, à des concentrations différentes (0, 1, 2, 3, 4, 5 et 6 mg / ml), est ajouté à 2.0 ml de la solution ABTS<sup>•+</sup> ( Figure 24 ).

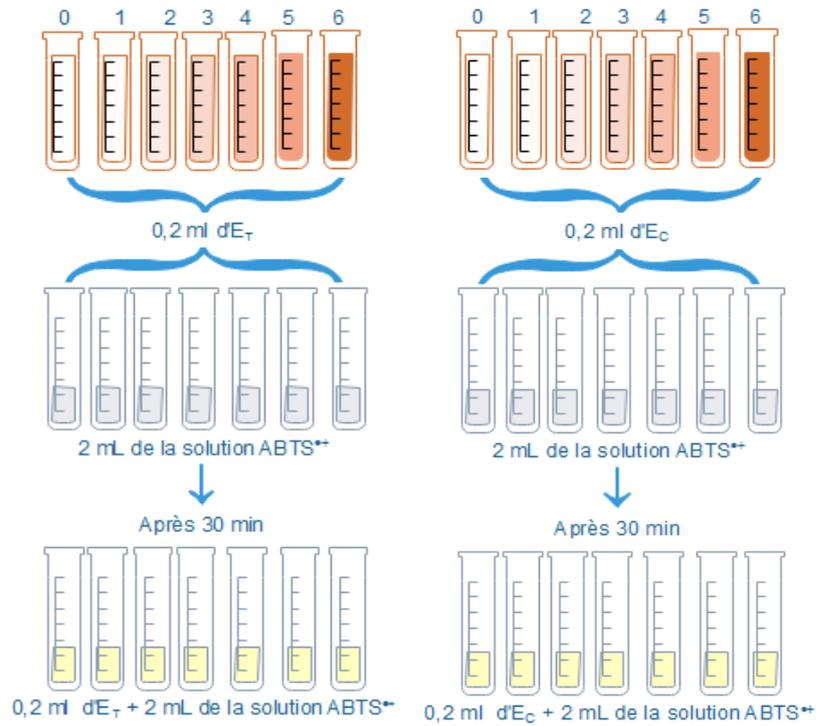


Figure 24 : Test à l'ABTS pour l'E<sub>T</sub> et l'E<sub>C</sub>.

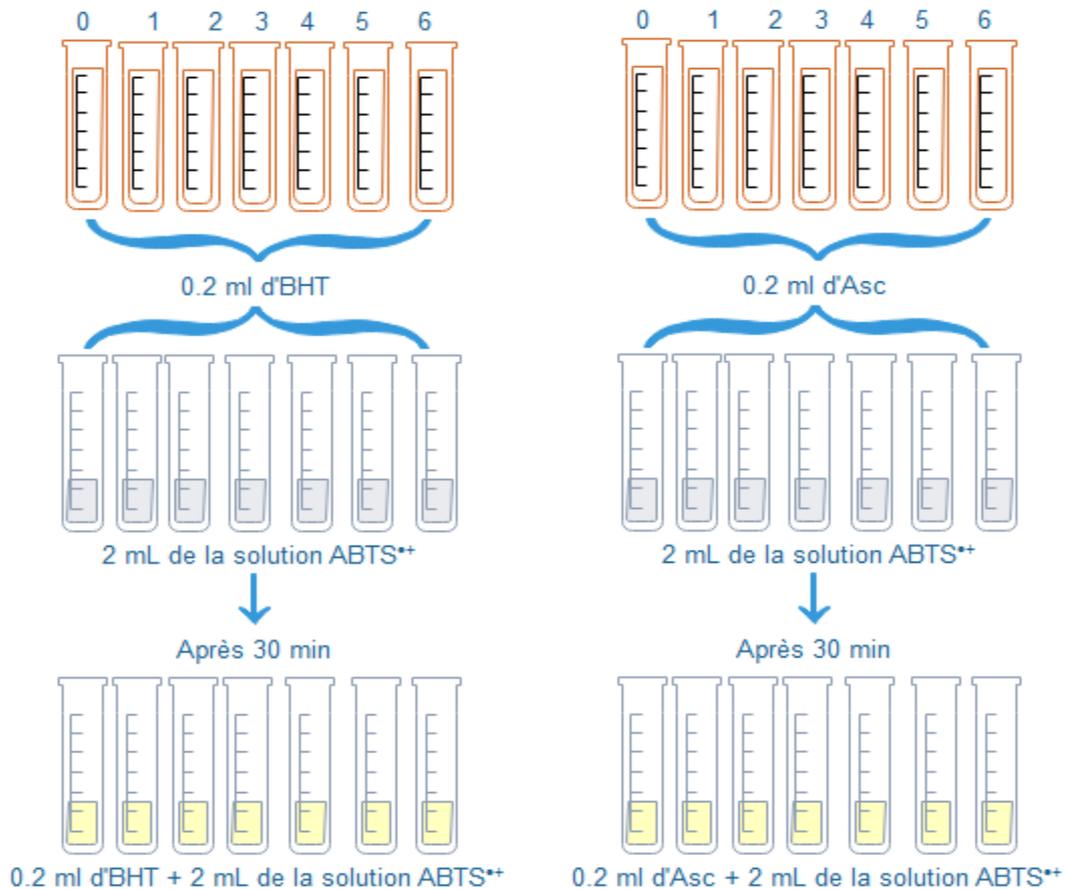


Figure 25 : Test à l'ABTS pour l'Asc et l'BHT.

Après avoir réagir pendant 20 minutes à température ambiante, l'absorbance est immédiatement mesurée à 734 nm. BHT et acide ascorbique ont été utilisés comme témoin positif avec les mêmes concentrations que les extraits.

Les résultats ont été exprimés aussi en pourcentage d'inhibition (I%).

✚ Le pourcentage (%) de piégeage du radical ABTS<sup>•+</sup> s'exprime par l'équation :

$$\text{Piégeage d'ABTS (\%)} = \frac{A_{\text{blanc}} - A_{\text{échantillon}}}{A_{\text{blanc}}} \times 100$$

Où:

- $A_{\text{blanc}}$  est l'absorbance du blanc control (sans l'échantillon) ;
- $A_{\text{échantillon}}$  est l'absorbance des différents échantillons testés.
- % est le pourcentage d'inhibition.

La valeur  $EC_{50}$  (mg/mL) est la concentration à laquelle cette activité de piégeage est de 50%.



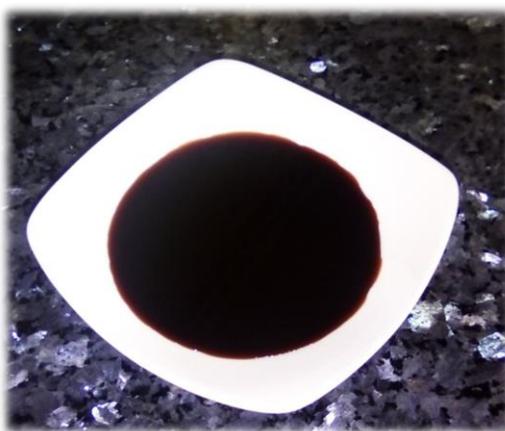
# Résultats et discussions

### VI. Résultats et discussion

#### VI.1. Sirop de dattes élaboré

Le sirop de dattes est préparé par une variété molle « Ghars » qui semble plus adaptée à produire du sirop par la technique de diffusion dans de l'eau maintenue à une température d'ébullition (100°C).

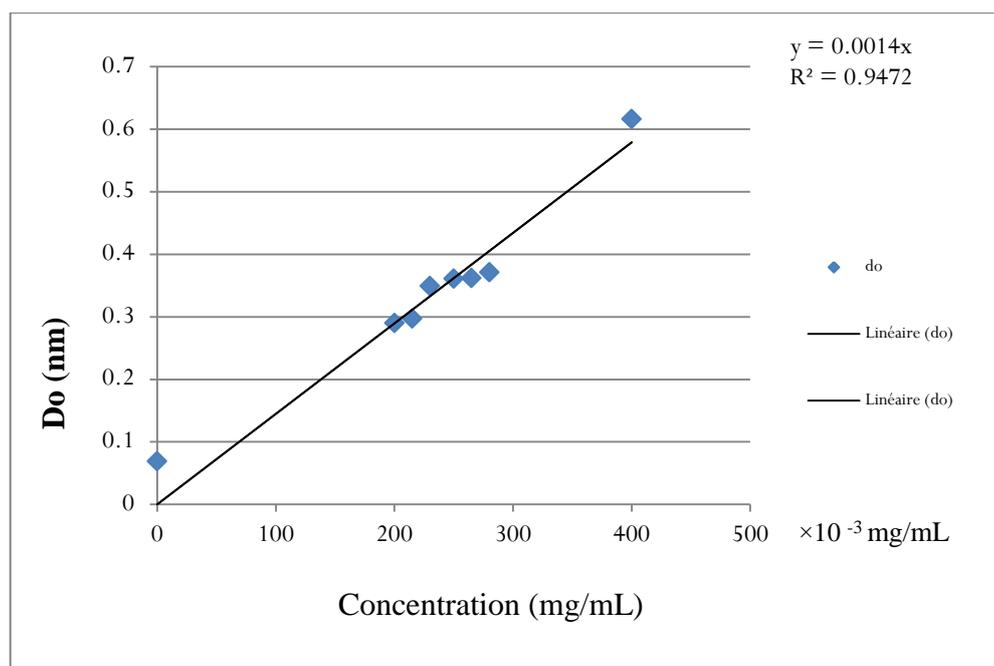
Le sirop de dattes élaboré présente une coloration ambrée plus au moins foncée, et un aspect homogène concentré et une viscosité identique à celles du miel d'abeilles (Figure 14). Ce qui favorise l'abaissement de l'activité de l'eau ( $A_w$ ) cela va permettre l'inhibition de développement microbien et les réactions enzymatiques pour une meilleure conservation.



**Photo 9 :** Sirop des dattes préparé traditionnellement.

#### VI.2. Détermination de la teneur en polyphénols totaux

Le dosage des polyphénols totaux nous donne une estimation globale de la teneur en différentes classes des composés phénoliques contenus au niveau de sirop de la datte « Ghars » élaboré traditionnellement ainsi que celle qu'est commercialisé.



**Figure 26 :** Courbe d'étalonnage des polyphénols par l'acide gallique.

D'après la figure 35, l'équation de la courbe d'étalonnage est :  $y = 0,0014 x$

Pour bien déterminer la teneur en polyphénols au niveau des deux extraits on a choisi la valeur de l'absorbance de la dilution convenable dans l'équation d'étalonnage, les résultats étaient au tableau 5:

**Tableau 4 :** Teneur en polyphénols déterminées au niveau de E<sub>T</sub>, E<sub>C</sub>.

Extrait	Teneur en polyphénols (mg EAG/mL d'extrait)
E <sub>T</sub>	382,14
E <sub>C</sub>	345,71

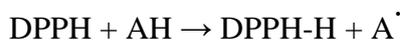
Le résultat obtenu montre que l'extrait traditionnel contient plus de polyphénols d'une teneur égale à 382,14 mg EAG/mL d'extrait. C'est une valeur qui est clairement supérieure de 345,71 mg EAG/mL d'extrait, qui présentent le teneur en polyphénols déterminé au niveau de l'extrait commercial.

### VI.3. La concentration efficace et le pouvoir antioxydant des polyphénols de datte

L'activité antioxydante des deux extraits exprime leur capacité à réduire les radicaux libres. Elle est étudiée par le test au DPPH, et par le test d'ABTS :

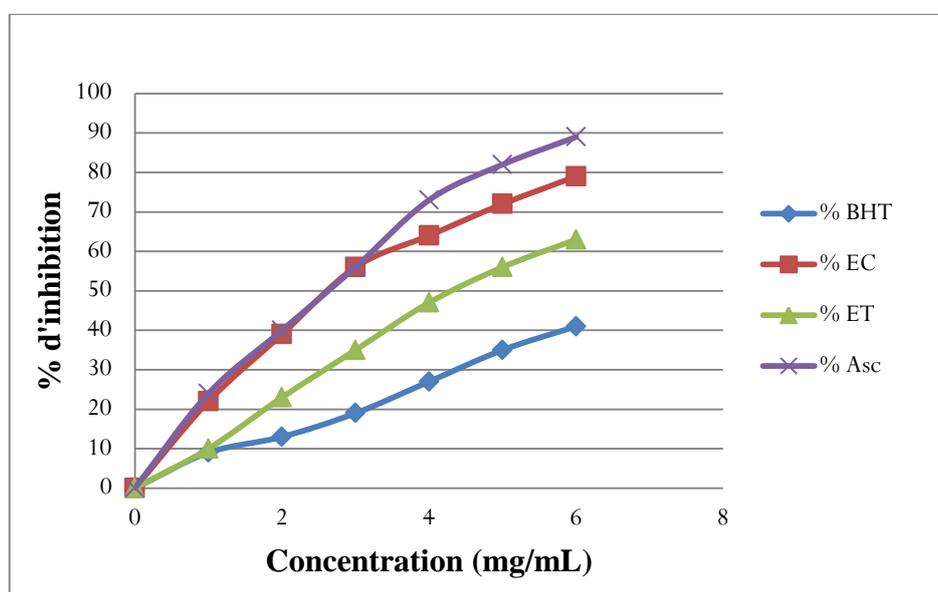
### VI.3.1. Par le test au DPPH

Le radical libre DPPH a permis l'estimation de l'activité antioxydante des composés phénolique des deux extraits utilisés dans cette étude. C'est un radical libre stable, violet en solution et présentant une absorbance caractéristique à 515 nm. Cette couleur disparaît rapidement lorsque le DPPH est réduit en diphényle picryl-hydrazine par un composé à propriété antiradicalaire, entraînant ainsi une décoloration (Abozed *al* , 2014).



Où : AH est un composé capable de céder un H au radical DPPH (Ben Abbes, 2011).

La mesure de l'absorbance (ou densité optique DO) est effectuée par spectrophotométrie à 515 nm (Annexe 2 ). A partir des valeurs obtenues, nous avons calculé les pourcentages d'inhibition qui sont représentés dans la figure 27.



**Figure 27 :** Inhibition du DPPH en fonction des concentrations de E<sub>T</sub>, de E<sub>C</sub>, de Asc et de BHT.

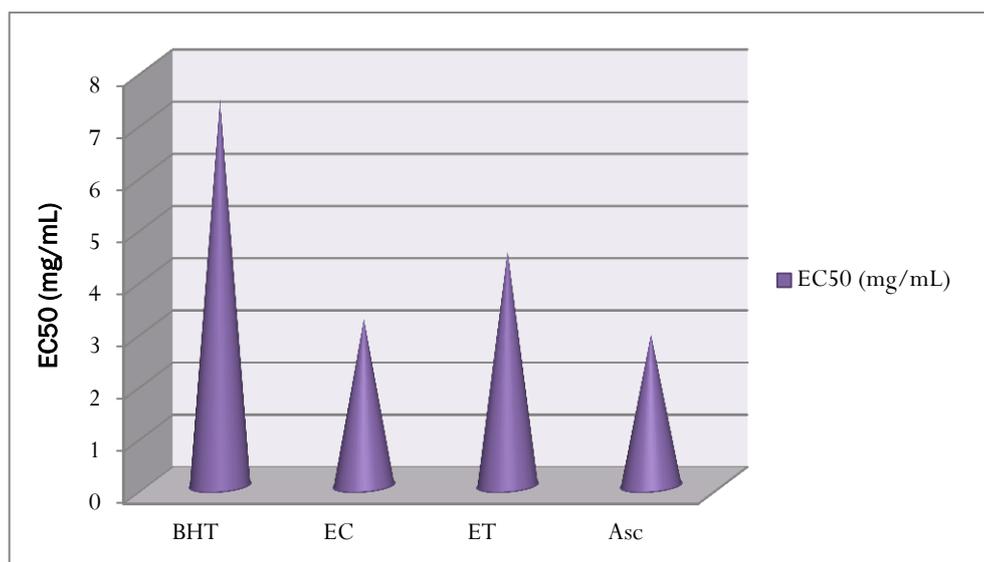
Cette figure représente la variation du pouvoir antioxydant en fonction de la concentration des polyphénols des sirops de datte « Ghars » (E<sub>T</sub>, E<sub>C</sub>) ainsi que de celle des étalons (Asc, BHT). Nous constatons que le pouvoir d'inhibition de DPPH augmente avec l'augmentation de la concentration des antioxydants.

Les valeurs de l'EC<sub>50</sub> ont été déterminées graphiquement par la régression linéaire ou par l'application de l'équation présentée sur les courbes représentatives des pourcentages d'inhibition (%I) de DPPH en fonction des concentrations en antioxydant (Annexe 2).

**Tableau 5 :** Les concentrations efficaces pour 50% d'inhibition ( $EC_{50}$ ) de DPPH pour  $E_T$ ,  $E_C$ , Asc et BHT.

Antioxydant	Asc	$E_T$	$E_C$	BHT
$EC_{50}$ (mg/mL)	2,9	4,5	3,2	7,4

Les valeurs des  $EC_{50}$  de nos échantillons sont représentées dans la figure 28.



**Figure 28:** Les valeurs des  $EC_{50}$  de DPPH pour  $E_T$ ,  $E_C$ , Asc et BHT.

D'après le résultat obtenu nous avons remarqué que les valeurs d' $EC_{50}$  de nos extraits ( $E_T$ ,  $E_C$ ) sont comprises entre les valeurs d' $EC_{50}$  de celle du deux étalons utilisés (Asc, BHT).

La comparaison des extraits  $E_C$  et  $E_T$  révèle que l' $E_C$  représente l'extrait le plus actif avec une  $CE_{50}$  de 3,2 mg/mL, suivi par l' $E_T$  avec une  $EC_{50}$  de l'ordre de 4,5 mg/mL. A des fins comparatives, l'acide ascorbique a montré une activité anti-radicalaire intéressante avec une  $EC_{50}$  de l'ordre de 2,9 mg/ml. En comparaison avec l'acide ascorbique tous les extraits testés s'avèrent moins actifs.

Par ailleurs, l'analyse de la figure 28 montre que les polyphénols contenus dans le sirop des dattes présentent une activité antioxydante supérieure à celle de l'étalon synthétique utilisé (BHT) qui présente une  $EC_{50}$  égale au 7,4 mg/mL; ce qui mise en valeur l'utilisation des sirops de dattes dans le domaine de la conservation des aliments comme des antioxydants naturels, ils peuvent donc être considérés comme des ingrédients fonctionnels dans les industries alimentaires, selon (Benassou et al., 2013).

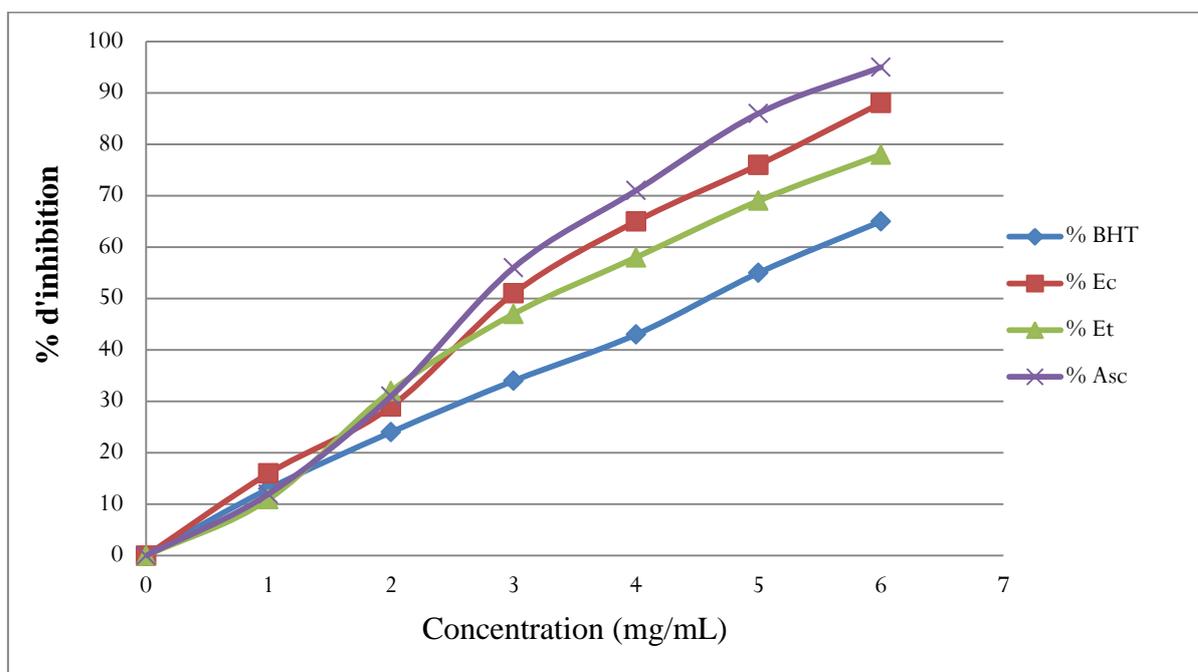
Nous constatons aussi que les polyphénols de sirop commerciale sont puissants que ceux de sirop traditionnel et ceci peut être due à la composition différente en composés

phénoliques chez les deux sirops et/ou aux différents traitements au cours d'élaboration des sirops.

### VI.3.2. Par le test à l'ABTS

Dans ce test, l'ABTS est oxydé par les antioxydants a son radical  $ABTS^{*+}$ , qui a une couleur intense. La neutralisation de ce dernier, pour l'évaluation de l'activité antiradicalaire, se traduit par la décoloration de la solution, qui considérée comme étant la capacité des composés à diminuer directement la couleur de radical  $ABTS^{*+}$  (Gulcin et al., 2010).

La mesure de l'absorbance (ou densité optique  $D_o$ ) est effectuée par spectrophotométrie 734 nm (Annexe 2). A partir des valeurs obtenues, nous avons calculé les pourcentages d'inhibition (% I) qui sont représentés dans la figure 29.



**Figure 29:** Inhibition d'ABTS en fonction des concentrations de  $E_T$ ,  $E_C$ , de Asc et BHT.

Cette figure représente la variation du pouvoir antioxydant en fonction de la concentration des polyphénols contenus au niveau des sirops de datte « Ghars » ( $E_T$ ,  $E_C$ ) ainsi que de celle des étalons (Asc, BHT). Nous constatons aussi que le pouvoir d'inhibition d'ABTS augmente avec l'augmentation de la concentration des antioxydants.

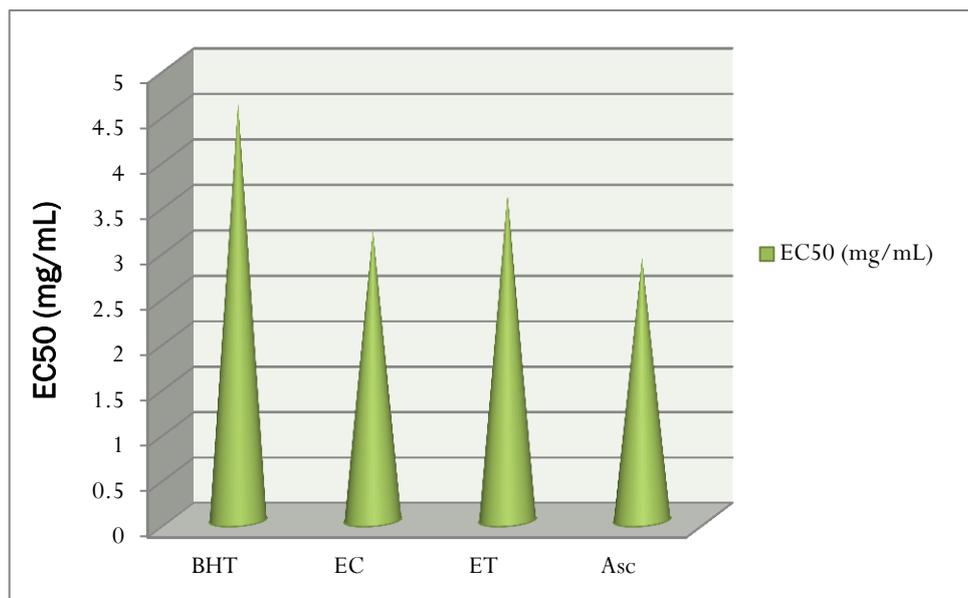
Les valeurs de l' $EC_{50}$  ont été déterminées graphiquement par la régression linéaire ou par l'application de l'équation présentée sur les courbes représentatives des pourcentages d'inhibition (%I) d'ABTS en fonction des concentrations en antioxydant (Annexe 2).

La figure 29 et le tableau 7 montrent les concentrations efficaces à 50 % et l'activité antiradicalaire des polyphénols des sirops ( $E_T$ ,  $E_C$ ) et des étalons (Asc, BHT).

**Tableau 6 :** Les concentrations efficaces pour 50% d'inhibition ( $EC_{50}$ ) d'ABTS pour  $E_T$ ,  $E_C$ , Asc et BHT.

Antioxydant	Asc	$E_T$	$E_C$	BHT
$EC_{50}$ (mg/mL)	2,9	3,6	3,2	4,6

Les valeurs des  $EC_{50}$  de nos échantillons sont représentées dans la Figure 30.



**Figure 30:** Les valeurs des  $EC_{50}$  d'ABTS pour  $E_T$ ,  $E_C$ , Asc et BHT.

D'après le résultat obtenu nous avons remarqué que les valeurs d' $EC_{50}$  de nos extraits ( $E_T$ ,  $E_C$ ) sont comprises entre les valeurs d' $EC_{50}$  celle du deux étalons utilisés toujours (Asc, BHT).

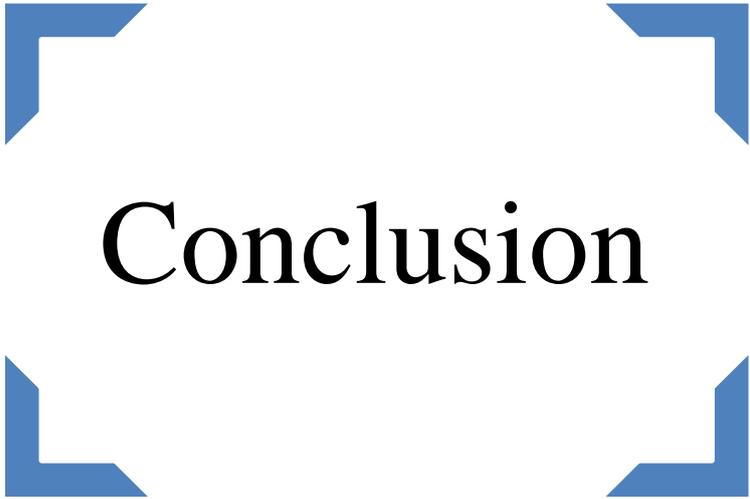
Que l' $E_C$  représente l'extrait le plus actif avec une  $EC_{50}$  de 3,2 mg/mL, suivi par l' $E_T$  avec une  $EC_{50}$  de l'ordre de 3,6 mg/mL.

L'acide ascorbique a montré l'activité antiradicalaire la plus élevée avec une  $EC_{50}$  égale au 2,9 mg/mL. Donc en comparaison avec l'acide ascorbique tous les extraits testés s'avèrent moins actifs.

L'analyse de la figure 30 montre que les polyphénols contenus dans le sirop des dattes présentent une activité antioxydante supérieure à celle de l'étalon synthétique utilisé (BHT) qui présente un  $EC_{50}$  égale au 7,4 mg/mL même pour ce test ; ce qui valide la provision de la valorisation de ses extraits dans le domaine de l'industrie comme des antioxydants fonctionnels.

Nous remarquons encore une fois que les polyphénols de sirop commerciale sont plus puissants que ceux de sirop traditionnel, malgré que le résultat du dosage des polyphénols on trouve que c'était l'extrait traditionnel qui présente la plus grande teneur en polyphénols de l'ordre de 382,14 mg/mL par rapport au l'extrait commercial par un teneur égale au 345,71 mg/mL (tableau 5).

Ce qui nous oblige de poser l'hypothèse que c'est peut être dû à la composition différente en composés phénoliques chez les deux sirops, ou aux différents traitements au cours d'élaboration des sirops ce qui augmente la puissance des polyphénols industriellement même s'ils présentent du faible teneur.



# Conclusion

### Conclusion

Dans le présent travail, nous avons testé l'effet antioxydant de polyphénols d'une préparation traditionnelle à base des dattes « Rob » de la variété « Ghars » parallèlement avec un sirop des dattes préparé industriellement de la même variété en vue de l'utiliser comme une source d'antioxydant naturel à l'échelle industrielle et pharmacologique. Cette étude a montré que les sirops bien que les dattes sont riches en polyphénols instar de d'autres fruits connus comme une bonne source des antioxydants.

Les polyphénols présents au niveau de Rob présentent une importante activité antioxydante *in vitro*, supérieure à celle de quelques antioxydants synthétiques (BHT). Ces composés montrent une inhibition vis-à-vis les deux radicaux ; le DPPH et l'ABTS qui sont liée directement à la diversité quantitative et/ou qualitative des composés phénoliques présents dans le sirop et en conséquent la datte.

L'étude de l'activité antioxydante de polyphénols constitutifs des sirops de dattes « Ghars » de la région de Ghardaïa montre que la datte possède un grand pouvoir antioxydant, ce qui supporte son usage comme aliments et substances fonctionnels passant par leur valorisation à l'échelle industrielle et pharmacologique.

Le sirop de dattes présente une source importante d'antioxydants dont les polyphénols; molécules indispensables dans l'effet antioxydant, ces substances bioactives permet la prévention de l'abstraction de l'hydrogène, la lutte anti-radicalaire et la décomposition des peroxydes. Ainsi que les antioxydants sont considérés comme bénéfiques pour la santé humaine, car ils diminuent le risque de maladies dégénératives et certains types de cancers (Allouache et *al.*, 2018).

Les résultats obtenus dans notre étude sur l'effet antioxydant de polyphénols de cette préparation traditionnelle largement utilisée sont intéressants, mais des études complémentaires approfondies sont nécessaires pour bien comprendre ses mécanismes moléculaires et cellulaires. Des études qui doivent être focalisées sur la recherche des composés bioactifs dans les polyphénols et d'évaluer les enzymes impliquées dans la production des espèces oxygénées réactives (Benassou et *al.*, 2013).

Donc afin de compléter cette étude, il serait intéressant de :

- Mesurer l'activité antioxydante en utilisant d'autres tests.

- Identifier des composés antioxydants des deux extraits, par des techniques plus Avancées tel que HPLC.
- Tester l'effet de cette préparation sur des modèles animal (in vivo), et doser les différents paramètres biochimiques.
- Effectuer d'autres dosages comme le dosage des différentes classes des polyphénols.
- Etudier d'autres propriétés biologiques de ces plantes à savoir les propriétés antifongiques, anti-inflammatoire, antimicrobienne et d'autres.
- Une étude économique.



# Références

- Abekhti, A., Taminiau, B., Kihal, M., & Daube, G. (2015). Metagenomic analysis of the bacterial microbiota linked to the traditional Algerian date product "Btana". *Annals of Microbiology*, 65(4), 2415–2424.
- Abozed, S. S., El-Kalyoubi, M., Abdelrashid, A., & Salama, M. F. (2014). Total phenolic contents and antioxidant activities of various solvent extracts from whole wheat and bran. *Annals of Agricultural Sciences*, 59(1), 63–67.
- ABSI, R. (2013). Analyse de la diversité variétale du Palmier Dattier (*Phoenix dactylifera* L.): Cas des Ziban (Région de Sidi Okba). (Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de Magister en sciences agronomiques). Université Mohamed Khider, Biskra, Algérie.
- Acourene, S., & Tama, M. (1997). Caractérisation physico-chimique des principaux cultivars de dattes de la région des Zibans. *Revue Recherche Agronomique*, 59–66.
- Alanazi, F. K. (2010). Utilization of date syrup as a tablet binder, comparative study. *Saudi Pharmaceutical Journal*, 18(2), 81–89.
- Allouache, R., Announ, I., & Boulekbache-Makhlouf, L. E. (2018). Enrichissement du sirop de dattes avec le pollen et son introduction dans un petit-suisse: Etude des caractéristiques physico-chimiques, microbiologiques et sensorielles (Mémoire de Master). Université A. Mira, Bejaia, Algérie.
- Amellalnée Chibane, H. (2008). Aptitude Technologiques de Quelques Variétés Communes de Dattes :Formulation d'un Yaourt Naturellement Sucré et Aromatisé (Mémoire de doctorat Pour l'obtention de titre de magister en Génie Alimentaires). Université M'hamed Bougara, Boumerdes, Algérie.
- Amellalnée Chibane, H., Benamara, S., Noui, Y., & Djouab, A. (2007). Some physicochemical and morphological characterizations of three varieties of Algerian common dates. *European Journal of Scientific Research*, 18(1), 134–140.
- Atmani, D., Chaher, N., Berboucha, M., Ayouni, K., Lounis, H., Boudaoud, H., Atmani, D. (2009). Antioxidant capacity and phenol content of selected Algerian medicinal plants. *Food Chemistry*, 112(2), 303–309.
- Back, w, Barneveld, A., Van Weeren, P., & Van den Bogert, A. (1993). Kinematic gait analysis in equine carpal lameness. *Cells Tissues Organs*, 146(2–3), 86–89.
- Belbahi, A. (2015). Étude et modélisation d'un traitement thermique suivi d'un conditionnement (température, aw et CO2) pour la maîtrise de la flore fongique d'altération des dattes à humidité intermédiaire (Mémoire de doctorat). Montpellier SupAgro, Montpellier.
- Belguedj, M. (2002). Les ressources génétiques du palmier dattier, caractéristiques des cultivars de dattiers dans les palmeraies du Sud-Est Algérien. *Institut National de La Recherche Agronomique d'Algérie*, 1, 289.
- Belguedj N, Bassi, N., Fadlaoui, S., & Agli, A. (2015). Contribution à l'industrialisation par l'amélioration du processus traditionnel de fabrication du boisson locale à base de datte 'Rob'. *Journal of New Sciences, Agriculture and Biotechnology*, 20(7), 818–829.
- Ben Abbes, F. (2011). Etude de quelques propriétés chimiques et biologiques d'extraits de dattes (*Phoenix dactylifera* L.) (Mémoire de Magister). Université Ferhat Abbas, Setif, Algérie.
- Benassou, N., Naamane, A., & Meghmoul, M. (2013). Etude de l'activité antioxydante des polyphénols de quelques variétés de dattes. *Universite 08 mai 1945, Algérie*.
- Benchelah, A. ., & Maka, M. (2008). Les dattes: intérêt en nutrition. *Phytothérapie*, 6(2), 117–121.

- Benharzallah, H., & Bouhoureira, S. (2014). Effet de trois produits à base de dattes sur quelques germes de la flore intestinale (Mémoire en vue de L'obtention du Diplôme D'ingénieur d'Etat). Université kasdi merbah, Ouargla, Algérie.
- Benmbarek, S., & Deboub, I. (2015). Valorisation des sous-produits du palmier dattier et leurs utilisations (Mémoire présenté en vue de l'Obtention du diplôme de Master). Université echahid hamma lakhdar, El-oued, Algérie.
- Bensayah, F. (2014). Influence des conditions de stockage au froid des dattes sur leur qualité organoleptique dans la région des Zibans (Cas des dattes -variété Deglet Nour) (Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de Magister). Université kasdi merbah, Ouargla, Algérie.
- Benzie, I. F., & Szeto, Y. T. (1999). Total antioxidant capacity of teas by the ferric reducing/antioxidant power assay. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47(2), 633–636.
- Benziouche, S. ., & Foued, C. (2012). Structure et contraintes de la filière dattes en Algérie, pp. 1–9.
- Bezghouche, S., & Selatnia, Y. (2013). Contribution à l'étude de quelques caractéristiques physicochimiques et organoleptiques de quelques variétés de dattes Algériennes. (Mémoire de Master). Université 8 mai 1945, Guelma, Algérie.
- Boubekri, C. (2014). Etude de l'activité antioxydante des polyphénols extraits de *Solanum melongena* par des techniques électrochimiques (Thèse présentée en vue de l'obtention du diplôme de Doctorat en sciences.). Université Mohamed Khider, Biskra, Algérie.
- Bougandoura, N., & Bendimerad, N. (2013). Evaluation de l'activité antioxydante des extraits aqueux et méthanolique de *Satureja calamintha* ssp. *Nepeta* (L.) Briq. Université Abou Bakr Belkaid, Tlemcen, Algérie.
- Bousdira, K. (2007). Contribution à la connaissance de la biodiversité du palmier dattier pour une meilleure gestion et une valorisation de la biomasse : caractérisation morphologique et biochimique des dattes des cultivars les plus connus de la région du Mzab (PhD Thesis). Université de M'hamed Bougara, Boumerdès, Algérie.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M.-E., & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food Science and Technology*, 28(1), 25–30.
- Buelguedj, M. (2001). Caractéristiques des cultivars de dattiers dans les palmeraies du sud-Est Algérien. *Revue Annuelle*, (11).
- Cao, G., Alessio, H. M., & Cutler, R. G. (1993). Oxygen-radical absorbance capacity assay for antioxidants. *Free Radical Biology and Medicine*, 14(3), 303–311.
- Dakhia, N., Benahmed, K., Belguedj, N., & Elbar, D. (2016). Guide de bonnes pratiques orientations pour une meilleure conservation des dattes (© CRSTRA, 2016). Biskra, Algérie: Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions arides Omar El-Bernaoui (C.R.S.T.R.A).
- Diplock, A. T. (1994). Antioxidants and disease prevention. *Molecular Aspects of Medicine*, 15(4), 293–376.
- El Ogaidi, H. K. H. (1987). Dates and Biotechnology. FAO.
- El-Haci, I. A., Bekkara, F. A., Mazari, W., & Gherib, M. (2013). Phenolics content and antioxidant activity of some organic extracts of endemic medicinal plant *Anabasis aretioides* Coss. & Moq. from Algerian Sahara. *Pharmacognosy Journal*, 5(3), 108–112.
- Espiard, Philippe, M., Bruno, T., Serge, M., & Jean, L. (2002). Insulation product, especially thermal insulation product, and its manufacturing process. Google Patents.

- Gourchala, F. (2015). Caractérisation physicochimique, phytochimique et biochimique de cinq variétés de dattes d'Algérie, *Phoenix dactylifera* L. (Deglet noor, Ghars, H'mira, Tamesrit et Tinissine). Effets de leur ingestion sur certains paramètres biologiques (Glycémie, profil lipidique, index glycémique et pression artérielle). (Thèse en vue de l'obtention d'un Doctorat). Université badji mokhtar, annaba, Algérie.
- Guerradi, M., Outlioua, K., & Hamdouni, N. (2004). Rôle de la femme dans la gestion de la diversité génétique du palmier dattier dans les oasis du Maghreb. *Revue Des Régions Arides*, Numéro Spécial, 869–873.
- Gulçin, I., Bursal, E., Sehitoglu, M. H., Bilsel, M., & Goren, A. C. (2010). Polyphenol contents and antioxidant activity of lyophilized aqueous extract of propolis from Erzurum, Turkey. *Food and Chemical Toxicology*, 48(8–9), 2227–2238.
- Hadjeb, A., Mehaoua, M., Bensalah, M., Lebbouz, I., & Ouakid, M. (2017). Effects of The Allelochemical Compounds of the Deglet Nour Date on The Attractiveness of the Caterpillars of *Ectomyelois Ceratoniae* (Lepidoptera: Pyralidae)., 6(1), 7–12.
- Hamou, H., & Bouchelil, A. (2016). L'effet in vitro du miel de datte sur quelques germes pathogènes (Pour l'obtention du diplôme de Master en biologie). Université Abdelhamid Ibn Badis, Mostaganem, Algérie.
- Han, X., Shen, T., & Lou, H. (2007). Dietary polyphenols and their biological significance. *International Journal of Molecular Sciences*, 8(9), 950–988.
- Husseini, G. A., de la Rosa, M. A. D., AlAqqad, E. O., Al Mamary, S., Kadimati, Y., Al Baik, A., & Pitt, W. G. (2011). Kinetics of acoustic release of doxorubicin from stabilized and unstabilized micelles and the effect of temperature. *Journal of the Franklin Institute*, 348(1), 125–133.
- Jardak, M. (2000). conditionnement des dattes.
- Kassis, E., Fulder, S., Khalil, K., Hadieh, B., Nahhas, F., Saad, B., & Said, O. (2009). Efficacy and safety assessments of *Ferula assa-foetida* L., traditionally used in Greco-Arab herbal medicine for enhancing male fertility, libido and erectile function. *The Open Complementary Medicine Journal*, 1(1).
- Khima, S., Merabti, C., & Brahma, F. E. (2015). Evaluation de l'activité antioxydante des huiles essentielles de *Calamintha officinalis* et *Abies numidica*.
- Koehlin-Ramonatxo, C. (2006). Oxygène, stress oxydant et suppléments antioxydants ou un aspect différent de la nutrition dans les maladies respiratoires. *Nutrition Clinique et Métabolisme*, 20(4), 165–177.
- Mahtout, D., & Saidani, S. (2017). Elaboration d'une crème glacée au sirop de dattes (Mémoire de Master). Université A.Mira, Bejaia, Algérie.
- Marc, F., Davin, A., Deglène-Benbrahim, L., Ferrand, C., Baccaunaud, M., & Fritsch, P. (2004). Studies of several analytical methods for antioxidant potential evaluation in food. *Medecine Sciences: M/S*, 20(4), 458–463.
- Mechlouch, R. F., Kurmagi, K. T., Mahdhaoui, B., Mahjoubia, A., & Brahma, A. B. (2005). Effet du séchage solaire sur la composition en sucres et en phénols de la datte variété Deglet Nour.
- Michel, J. (2012). Classification et influences des polyphénols du bois de chêne sur la qualité sensorielle des vins (Application du procédé OakScan®) (Thèse de doctorat). Université Bordeaux Segalen, France.
- Mimouni, Y. (2009). Mise au point d'une technique d'extraction de sirops de dattes; comparaison avec les sirops à haute teneur en fructose (HFCS) issus de l'amidonnerie (Mémoire de Magister). Université kasdsi merbah, Ouargla, Algérie.

- Mimouni, Y., Ben Sayah, F., Dakhia, M. ., Bensalah, M., Romani, A., Djoud, M., Longo, M. (2015). A réel impact agro-alimentaire Du bon sirop de datte. *Le Monde Des Dattes*, p. 48.
- Moura, F., Queiroz, K., Santos, J., & Goulart, M. (2015). Lipoic Acid: Its Antioxidant and Anti-Inflammatory Role and Clinical Applications. *Current Topics in Medicinal Chemistry*, 15(6), 1–9. doi:10.2174/1568026615666150114161358
- Munier, P. (1973). The date palm. *Techniques Agricoles et Productions Tropicales*, (24).
- Ramadan, M. F. (2010). Rapid antiradical method for screening deep fried oils. *Journal Für Verbraucherschutz Und Lebensmittelsicherheit*, 5(1), 47–50.
- 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.
- Saffidine, K. (2018). Etude analytique et biologique des flavonoïdes extraits de *carthamus caeruleus* L. et de *plantago major* L. (Thèse Présentée Pour l’obtention du diplôme de Doctorat en Sciences). université ferhat abbass, Sétif, Algérie.
- Tahraoui, A., El-Hilaly, J., Israili, Z. H., & Lyoussi, B. (2007). Ethnopharmacological survey of plants used in the traditional treatment of hypertension and diabetes in south-eastern Morocco (Errachidia province). *Journal of Ethnopharmacology*, 110(1), 105–117.
- Telli, A., Mahboub, N., Boudjeh, S., Siboukeur, O. E. K., & Moulti-Mati, F. (2010). Optimisation des conditions d’extraction des polyphénols de dattes lyophilisées (*Phoenix dactylifera* L.) variété ghars. *Annales Des Sciences et Technologie*, 2(2), 107–114.
- Tigrine, N. (2016). Activité antioxydante des extraits d’écorce et de pulpe de *Citrus limon* et *Citrus sinensis* (Mémoire de Master). Université Abderrahmane Mira, Bejaïa, Algérie.
- Wang, K., Zhang, H., Chen, S., Yang, G., Zhang, J., Tian, W., Wang, Y. (2014). Organic Polymorphs: One-Compound-Based Crystals with Molecular-Conformation-and Packing-Dependent Luminescent Properties. *Advanced Materials*, 26(35), 6168–6173.
- Wayner, D. D. M., Burton, G. W., Ingold, K. U., & Locke, S. (1985). Quantitative measurement of the total, peroxy radical-trapping antioxidant capability of human blood plasma by controlled peroxidation. *Febs Letters*, 187(1), 33–37.
- Yanishlieva, N., & Marinova, E. M. (1995). Effects of antioxidants on the stability of triacylglycerols and methyl esters of fatty acids of sunflower oil. *Food Chemistry*, 54(4), 377–382.



# Annexes

Annexes

Annexe 1

II. Dattes

1. Méthodes traditionnelles de conservation



Figure 31 : Btana (Guerradi *et al.*, 2004).



Figure 32 : El Khabia (Abekhti *et al.*, 2015).

2. Méthodes modernes de conditionnement



Figure 33 : (A) Séchage au rayonnement solaire, (B) Séchage à l'air libre (Mechlouch *et al.*, 2005).



**Figure 34 :** Intérieur d'une chambre froide (Bensayah, 2014).



**Figure 35 :** Emballage en boîte de carton (Dakhia et al., 2016).



**Figure 36 :** Mise en sachet sous vide (Dakhia et al., 2016).



**Figure 37 :** Conditionnement sous atmosphère modifiée (Belbahi, 2015).

### III. Sirop de dattes « Rob »

#### 1. Processus de fabrication de sirop de dattes

##### 1.1.Voie traditionnelle

Le processus de fabrication de « Rob » est ainsi détaillé comme suit :



**Figure 38 :** Triage manuel des dattes (Bensayah, 2014)



**Figure 39 :** Rinçage (Belguedj et *al.*, 2015).



**Figure 40** : Mise au feu (Belguedj *et al.*, 2015).



**Figure 41** : Agitation pendant la cuisson (Belguedj *et al.*, 2015).



**Figure 42** : Filtration des résidus (Belguedj *et al.*, 2015).



**Figure 43** : Concentration de l'extrait par évaporation (Belguedj *et al.*, 2015).



**Figure 44** : Conditionnement (Belguedj *et al.*, 2015).

## 1.2. Voie industrielle

### Extraction de jus

Selon (Ben Abbes, 2011), les dattes sont découpées en morceaux de 0.5 à 1 cm d'épaisseur puis elles sont mélangées à des quantités égales d'eau. Le mélange est remué pendant 20 min à 60 °C, le jus est extrait par pressage dans un tissu de mousseline (Benharzallah et Bouhoureira, 2014).

### Traitements de clarification

Pour améliorer la qualité du jus extrait, différentes méthodes de clarification peuvent être employées dont la filtration qui consiste à l'utilisation d'un filtre-presse (Benharzallah et Bouhoureira, 2014).

### Concentration

Le jus clarifié est évaporé à 70 °C sous vide. Le sirop de dattes est à 70 °Brix jusqu'à obtention d'un produit d'un excellent goût, selon (Benharzallah et Bouhoureira, 2014).

## Annexe 2

### V.4.1. Dosage des polyphénols totaux

**Tableau 7 :** Absorbance des dilutions des deux extraits E<sub>T</sub> et E<sub>C</sub>.

Dilution	Absorbance E <sub>T</sub>			Absorbance E <sub>C</sub>		
	1/10	0.535	0.544	0.534	0.619	0.617
1/10 <sup>2</sup>	0.405	0.407	0.140	0.483	0.484	0.476
1/10 <sup>3</sup>	0.154	0.155	0.145	0.187	0.188	0.191
1/10 <sup>4</sup>	0.134	0.134	0.135	0.126	0.128	0.129
1/10 <sup>5</sup>	0.119	0.121	0.118	0.138	0.139	0.160

Pour calculer:

On a l'équation de courbe d'étalonnage est :  $y = 0,0014 x$

Donc :  $x = y/0,0014$

Où :  $x$  : teneur en polyphénols mg/ml des extraits.

$y$  : l'absorbance à 760 nm.

En conséquent :

Pour E <sub>T</sub>	$x = 0,535 / 0,0014$	382,14 (mg EAG/mL d'extrait)
Pour E <sub>C</sub>	$x = 0,484 / 0,0014$	345,71 (mg EAG/mL d'extrait)

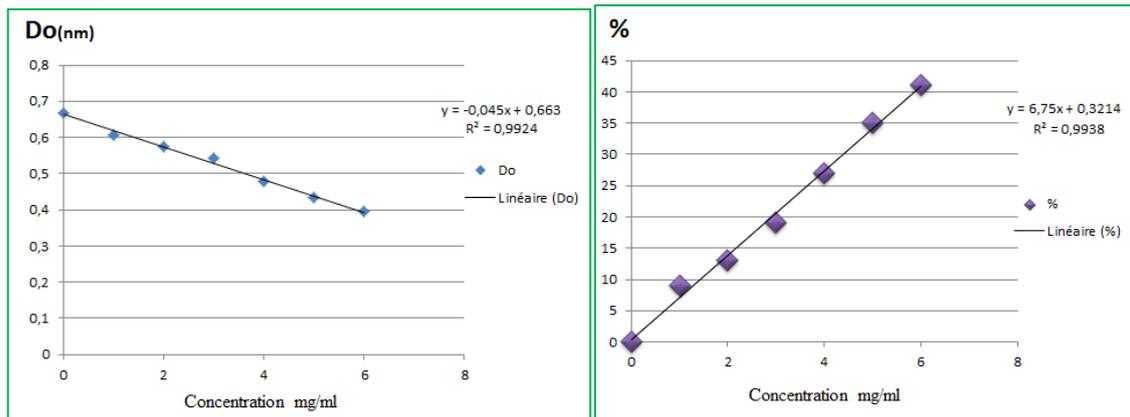
Où la D.O convenable à la gamme d'étalonnage est de la dilution 1/10 pour l'E<sub>T</sub> et de la dilution 1/100 pour l'E<sub>C</sub>.

### V.4.2.1. Activité anti radicalaire par le test au DPPH

#### a. Par le test au DPPH

**Tableau 8 :** Absorbances et pourcentages de DPPH en présence des différentes concentrations du BHT.

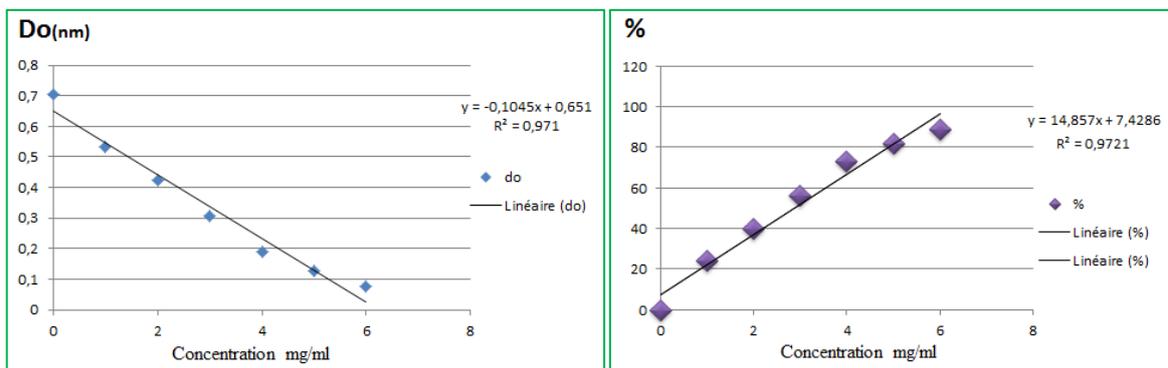
[BHT] mg/mL	0	1	2	3	4	5	6
Do	0,667	0,606	0,574	0,543	0,478	0,433	0,394
%	0	9	13	19	27	35	41



**Figure 45 :** Régression linéaire des absorbances et pourcentages de DPPH en présence des différentes concentrations du BHT.

**Tableau 9 :** Absorbances et pourcentages de DPPH en présence des différentes concentrations de l'Asc.

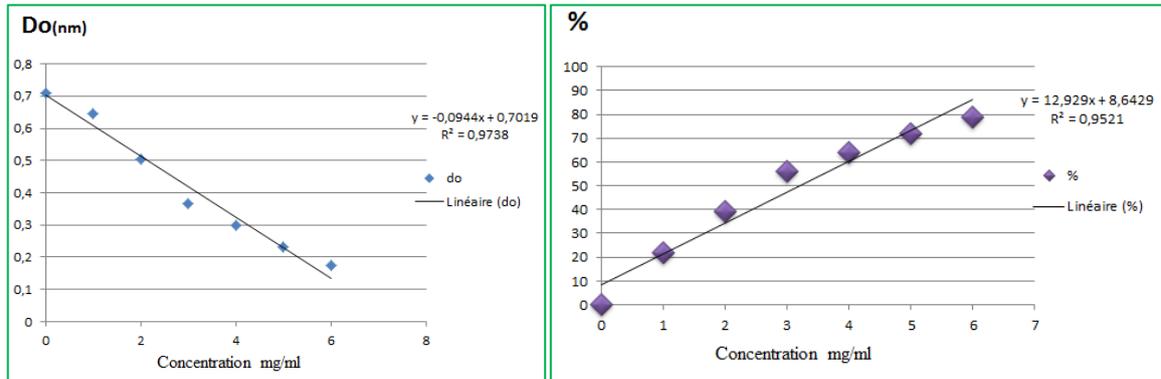
[Asc] mg/mL	0	1	2	3	4	5	6
Do	0,704	0,535	0,422	0,307	0,189	0,127	0,078
%	0	24	40	56	73	82	89



**Figure 46 :** Régression linéaire des absorbances et pourcentages de DPPH en présence des différentes concentrations de l'Asc.

**Tableau 10 :** Absorbances et pourcentages de DPPH en présence de différentes concentrations de l'Ec.

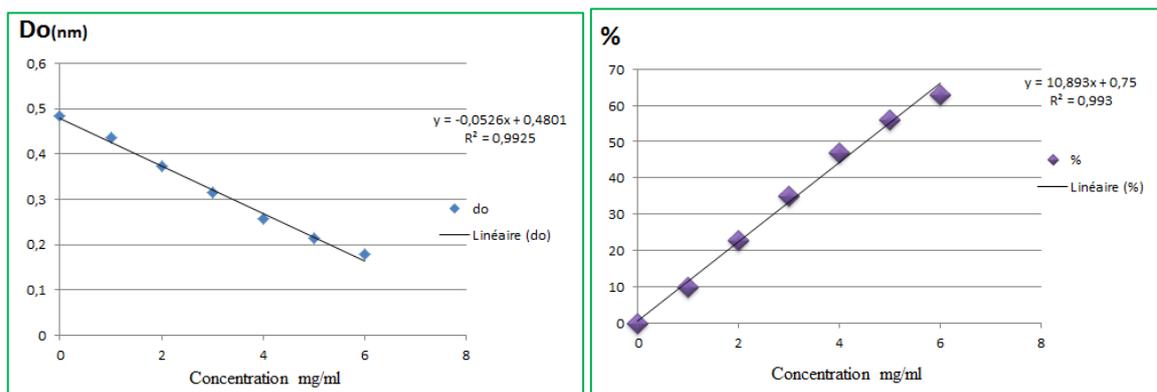
[Ec] mg/mL	0	1	2	3	4	5	6
Do	0,709	0,647	0,506	0,365	0,298	0,232	0,174
%	0	22	39	56	64	72	79



**Figure 47 :** Régression linéaire des absorbances et pourcentages de DPPH en présence des différentes concentrations de l'Ec.

**Tableau 11 :** Absorbances et pourcentages de DPPH en présence de différentes concentration de l'E<sub>T</sub>.

[E <sub>T</sub> ] mg/mL	0	1	2	3	4	5	6
Do	0,484	0,436	0,372	0,314	0,257	0,213	0,18
%	0	10	23	35	47	56	63



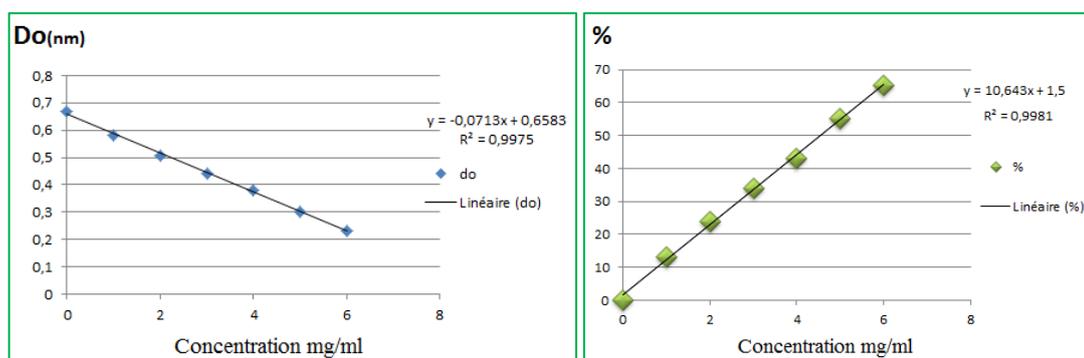
**Figure 48 :** Régression linéaire des absorbances et pourcentages de DPPH en présence des différentes concentrations de l'E<sub>T</sub>.

b. Par le test à L'ABTS

**Tableau 12 :** Absorbances et pourcentages d'ABTS en présence des différentes concentrations du BHT.

BHT (mg/mL)	0	1	2	3	4	5	6
-------------	---	---	---	---	---	---	---

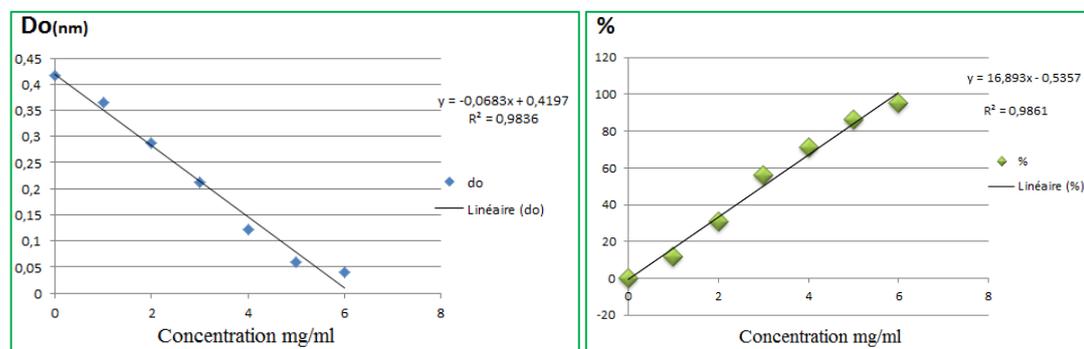
Do	0,669	0,582	0,506	0,439	0,382	0,3	0,233
%	0	13	24	34	43	55	65



**Figure 49 :** Régression linéaire des absorbances et pourcentages d'ABTS en présence des différentes concentrations du BHT.

**Tableau 13 :** Absorbances et pourcentages d'ABTS en présence des différentes concentrations de l'Asc.

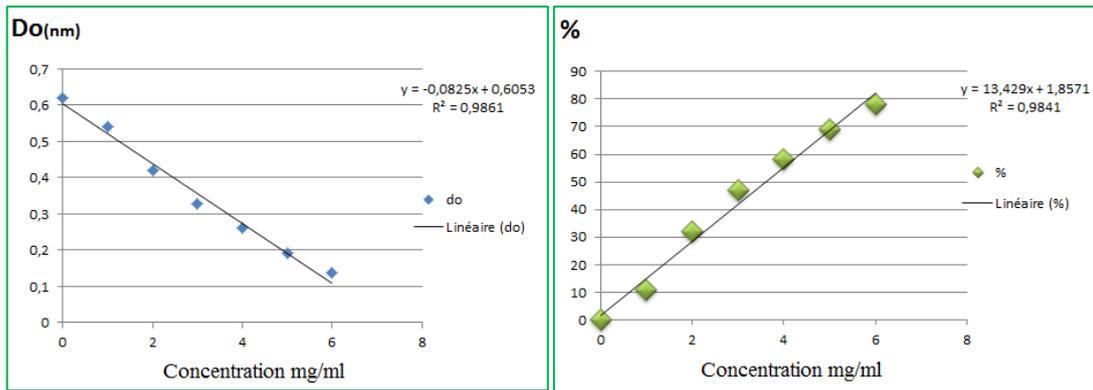
[Asc] (mg/mL)	0	1	2	3	4	5	6
Do	0,417	0,366	0,288	0,213	0,121	0,059	0,04
%	0	12	31	56	71	86	95



**Figure 50 :** Régression linéaire des absorbances et pourcentages d'ABTS en présence des différentes concentrations de l'Asc.

**Tableau 14 :** Absorbances et pourcentages de ABTS en présence de différentes concentration de l'E<sub>T</sub>.

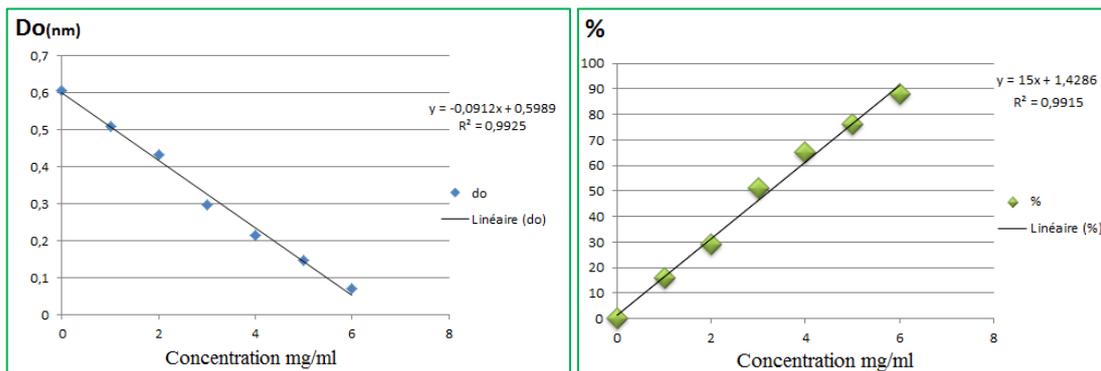
[E <sub>T</sub> ] (mg/mL)	0	1	2	3	4	5	6
Do	0,622	0,541	0,42	0,33	0,262	0,193	0,137
%	0	11	32	47	58	69	78



**Figure 51 :** Régression linéaire des absorbances et pourcentages d'ABTS en présence des différentes concentrations de l'E<sub>T</sub>.

**Tableau 15 :** Absorbances et pourcentages d'ABTS en présence des différentes concentrations de l'Ec.

[Ec] (mg/mL)	0	1	2	3	4	5	6
Do	0,607	0,509	0,432	0,298	0,215	0,146	0,07
%	0	16	29	51	65	76	88



**Figure 52 :** Régression linéaire des absorbances et pourcentages d'ABTS en présence des différentes concentrations de l'Ec.

## 2. L'appareillage

- Balance de précision (OHAUS).
- Hôte (BIOBASE).
- Micropipette (200 et 1000  $\mu$ l), (SCIOLOGEX).
- Agitateur chauffant (STUART).
- Réfrigérateur (IRIS<sub>SAT</sub>).
- Spectrophotomètre (SpectroScan 40).
- Vortex (STUART).
- Chambre noire (CAUTION).