

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur Et de La Recherche Scientifique



Université de Ghardaïa

N° d'ordre :
N° de série :

Faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre
Département de Biologie

Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de

MASTER

Domaine : Sciences de la nature et de la vie

Filière : Biologie

Spécialité : Biochimie Appliqué

Thème

**Evaluation de l'activité antioxydante des extraits
bruts des polysaccharides de trois variétés des dattes
(DegletNour, Elgharss et Ajwa)**

Présentée par : ACHOUR Fatima Zahra

Devant le Jury :

Mr BENBEKHTI Zineddine	Maître Assistant A	Univ. Ghardaïa	Président
Mr BELHACHEMI Mohamed Habib	Maître Assistant A	Univ. Ghardaïa	Encadreur
Mr BENKHERARA Salah	Maître Assistant A	Univ. Ghardaïa	Examineur

Année universitaire 2017/2018

REMERCIEMENTS

*Avant toute chose, nous remercions **DIEU**, tout puissant, maître des cieux et de la terre, qui m'a permis de mener à bien ce travail.*

*Tout d'abord je tiens surtout à adresser mon plus vif remerciement À mon promoteur **M. BELHACHEMI Mohammed habib**, maitre-assistant A au Département de Biologie à la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie de l'Université de Ghardaïa, À qui je fais l'honneur de réaliser ce travail sous sa direction, pour sa grande patience, pour sa disponibilité et ses conseils judicieux.*

*Je remercie Monsieur **BENBEKHTI Zineddine**, maitre-assistant A au Département de Biologie à la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie de l'Université de Ghardaïa, je suis particulièrement honoré de vous avoir vu assurer la Présidence de ce Jury.*

*Je remercie également à Monsieur **BENKHERARA Salah** maitre-assistant A au Département de Biologie à la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie de l'Université de Ghardaïa, pour avoir accepté d'examiner ce travail.*

Je tiens à exprimer mes remerciements à tous les ingénieurs des laboratoires de l'université, pour l'effort fourni, l'esprit scientifique, la disponibilité et la gentillesse.

Je remercie toute personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Un grand merci à tous.





Dédicaces

*Je dédie ce modeste travail à mes chers parents pour l'éducation et
le soutien moral qu'ils m'ont prodigué durant tout mon étude
Que Dieu les garde*

*A mes chers frères: Mohammed, Abderrazak, Youcef, et
Noureddine*

A mes belles sœurs: Soumia et Sarrah et Hayat

*A tous les membres de la famille ACHOUR, HADDIA,
HOUIA et BENBADDA notamment Mr. Bouaamama*

*A mes collègues de la promotion de Master Biochimique :
2017/2018*

A tous qui me connaisse de près ou de loin.



تقييم نشاط مضادات الأكسدة للمستخلصات الخام من السكريات لثلاثة أنواع من التمور (دقلة نور، الغرس و العجوة)

الملخص

الهدف من هذه الدراسة هو تقييم نشاط مضادات الأكسدة لمستخلصات السكاريد لنخيل التمر (*Phœnix dactylifera L*) من ثلاثة اصناف مختارة (الغرس، دقلة نور و العجوة). حيث تم استخلاص السكريات المتعددة باستعمال الماء المقطر ثم ترسيبها بالايثانول. وتراوح المردود بين (5,9%; 5,68%; 4,96%) للأصناف الغرس، دقلة نور و العجوة بالتوالي. تم تقييم الأنشطة المضادة للأكسدة من المستخلصات في المختبر باستخدام اختباري (2 ABTS، 3-2'-azinobis (2-ethylbenzthiazoline -6-sulfonate) و DPPH (2(2-diphenyl-1-picryl-hydrazyl)). من بين مستخلصات التمور، دقلة نور لديها النشاط المضاد للأكسدة الاكثر تثبيطا للجذرين DPPH و ABTS مع قيمة EC_{50} تقدر ب 3,04 mg/ml.

تشير نتائجنا إلى أن السكريات المستخرجة من التمور يمكن ان تكون مرجعا أساسيا للبحوث الدوائية في الطب التقليدي.

الكلمات المفتاحية: نخيل التمر ، الأصناف ، النشاط المضاد للأكسدة ، السكريات المتعددة ، غرداية

Evaluation de l'activité antioxydante des extraits bruts des polysaccharides de trois variétés des dattes (DegletNour, Elgharss et Ajwa)

Résumé

L'objectif de cette étude est d'évaluer l'activité antioxydante des extraits des polysaccharides du fruit de Palmier dattier (*Phœnix dactylifera* L.) à partir de 3 cultivars sélectionnés (Elgharss, Deglet-Nour et Ajwa). Les polysaccharides bruts des dattes ont été extraits à l'aide d'eau distillée et la précipitation dans l'éthanol, les rendements sont respectivement (5,9% ; 5,68% ; 4,96%). L'activité antioxydante des extraits a été évaluée *in vitro* en utilisant les tests ABTS (2,2'-azinobis (3 -éthylbenzthiazoline-6-sulfonate)) et DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl). Parmi les extraits de dattes; la variété Deglet-Nour possède l'activité antioxydante la plus inhibitrice du radical ABTS et DPPH avec une valeur d'EC₅₀ également à 3,04 mg/ml. Nos résultats indiquent que les polysaccharides des dattes de Palmier dattier semblent être une référence de base pour la recherche en pharmacologie de la médecine traditionnelle.

Mots clés: Palmier dattier, cultivars, activité antioxydante, polysaccharides, Ghardaïa

Evaluation of the antioxidant activity of crude extracts of polysaccharides of three varieties of dates (DegletNour, Elgharss and Ajwa)

Abstract

The objective of this study is to evaluate the antioxidant activity of polysaccharide extracts of date palm fruit (*Phoenix dactylifera* L) from 3 selected cultivars (Elgharss, Deglet-Nour and Ajwa). The crude polysaccharides of date was extracted with distilled water and the precipitation in ethanol, yields are respectively (5,9% ; 5,68% ; 4,96%). The antioxidant activity of the extracts was evaluated *in vitro* using ABTS (2,2'-azinobis (3-ethylbenzthiazoline-6-sulfonate)) and DPPH (2,2-diphenyl-1-picryl-hydrazyl) tests. Among the extracts of dates; the variety Deglet-Nour has the most inhibitory antioxidant activity of the ABTS and DPPH radical with an EC₅₀ value 3,04 mg / ml. Our results indicate that polysaccharides extracted from dates seem to be a basic reference for pharmacological research on traditional medicine.

Keywords: Date palm, cultivars, antioxidant activity, polysaccharides, Ghardaïa

Liste des abréviations

ADN : Acide Désoxyribonucléique

ARN : Acide ribonucléique

NADH : Nicotinamide adénine dinucléotide réduit

NADPH : Nicotinamide adénine dinucléotide phosphate réduit

ERN : Espèce réactive d'azote

ROS ou ERO : Espèces réactives de l'oxygène

rpm : Tour Par Minute

TEAC : Trolox equivalent antioxidant capacity

LDL: Low Density Lipoprotein

phS: phase stationnaire

phM: phase mobile

Trolox : Acide 6- hydroxy-2,5,7,8-tétraméthylchroman-2-carboxylique

ABTS : l'acide 2,2'-azinobis-(3-éthylbenzothiazoline-6-sulfonique)

DPPH : 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyle

Liste des figures

Figure n°01 : Répartition géographique des dattes dans le monde	4
Figure n°02 : Anatomie de la datte et noyau du palmier dattier	6
Figure n°03: Structure linéaire de la molécule d'amylose	13
Figure n°04: Structure ramifié de molécule de l'amylopectine	13
Figure n°05 : Structure primaire de la cellulose	14
Figure n°06 : Origine des différents radicaux libres.....	19
Figure n°07 : Structure de l'acide ascorbique	21
Figure n°08: Structure de base des tocophérols et tocotriénols	22
Figure n°09: Organisation des radicaux libres et leur impact sur la santé humaine	25
Figure n°10: Formation, et piégeage du radical ABTS ^{•+} par un antioxydant	26
Figure n°11: Structure du radical stable DPPH [•]	27
Figure n°12 : Présentation des trois variétés de dattes étudiées	28
Figure n°13: Différentes parties du palmier dattier	29
Figure n°14 : Rendement en polysaccharides bruts de trois variétés de l'espèce <i>Phoenix dactylifera</i> ..	34
Figure n°15 : Présentations graphiques des pourcentages d'inhibition d'ABTS en fonction de concentration des extraits des polysaccharides	36
Figure n°16 : Présentations graphiques des pourcentages d'inhibition du DPPH en fonction de concentration des extraits des polysaccharides.....	38
Figure n°17 : Chromatogramme des hydrolysats de polysaccharides des trois variétés des dattes étudié.....	39

Liste des tableaux

Tableau n°01 : Dix-sept wilayas productrices des dattes en Algérie	5
Tableau n°02 : Stades de maturation phénologiques des dattes	8
Tableau n°03 : Quelques polysaccharides bioactifs provenant de différentes sources	15
Tableau n°04 : Espèces réactives de l'oxygène et de l'azote d'intérêt biologique.....	17
Tableau n°05 : Structures de quelques antioxydants synthétiques.....	23

Table des matières

	Page
Remerciements	
Dédicaces	
Résumés	
Liste des abréviations	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction	1
Chapitre I	
Palmier Dattier (<i>Phoenix dactylifera</i>) et Polysaccharides	
1. Généralité sur le Palmier dattier	3
2. Taxonomie.....	3
3. Répartition géographique.....	4
3.1. Dans le monde.....	4
3.2. En Algérie.....	5
4. La datte (fruit du Palmier dattier).....	5
4.1. Caractères généraux.....	5
4.2. Qualité nutritionnelle.....	6
4.3. Stades de la maturation des dattes.....	7
4.4. Composition biochimique de la datte.....	9
4.4.1. Eau.....	9
4.4.2. Sucre.....	9
4.4.3. Fibre	9
4.4.4. Protéine et aminoacides.....	10
4.4.5. Lipide et acides gras.....	10
4.4.6. Vitamines.....	10
4.4.7. Eléments minéraux.....	10
4.4.8. Enzymes.....	10
4.4.9. Pigments.....	11
4.4.10. Composés phénoliques.....	11
4.4.11. Acides organiques.....	11
4.4.12. Autres composés.....	11
5. Les polysaccharides.....	11
5.1. Définition	11
5.2. Classification	12
5.2.1. Les homopolysaccharides de réserve.....	12
5.2.2. Les homopolysaccharides de structure.....	13
5.2.3. Les hétéropolysaccharides.....	14
5.3. Leurs activités biologiques	14
Chapitre II	
Stress oxydatif et Antioxydants	
I. Les oxydants	16
1. Introduction sur les oxydants et les antioxydants.....	16
2. Radicaux libres	16
2.1. Types des radicaux libres.....	16
2.2. Source des radicaux libres.....	17
2.3. Rôle physiologique de radicaux libres.....	19

II.	Les antioxydants.....	19
1.	Définition.....	20
2.	Classification	20
2.1.	Antioxydants naturels.....	20
2.1.1.	Antioxydants enzymatiques.....	20
2.1.2.	Antioxydants non enzymatiques.....	21
2.2.	Antioxydants synthétiques	23
III.	Stress oxydatif.....	24
1.	Définition	24
2.	Stress oxydatif et atteintes pathologiques.....	24
IV.	Méthodes d'évaluation des propriétés antioxydantes in vitro.....	25
1.	Piégeage du radical 2,2'-azinobis-[3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonate] (ABTS) ou Trolox equivalent antioxidant capacity (TEAC).....	25
2.	Piégeage du radical 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl (DPPH).....	26

Chapitre III Matériel et méthodes

I.	Matériel	28
1.	Matériel végétal.....	28
2.	Description de palmier dattier.....	29
3.	Produits chimiques	30
II.	Méthodes d'analyse.....	30
1.	Extraction des polysaccharides.....	30
2.	Calcul de rendement.....	30
3.	Evaluation de l'activité antioxydante.....	30
3.1.	Test d'ABTS.....	31
3.2.	Test du DPPH.....	31
4.	Caractérisation qualitative des extraits polysaccharidiques par chromatographie sur couche mince (CCM).....	32
4.1.	Principe.....	32
4.2.	Méthode	32
5.	Analyse des données	33

Chapitre IV Résultats et discussion

I.	Rendement.....	34
II.	Evaluation de l'activité antioxydante.....	34
1.	Test d'ABTS.....	35
2.	Test du DPPH.....	37
3.	Analyse statistique.....	39
III.	Caractérisation qualitative des extraits polysaccharidiques par CCM.....	39

Conclusion et perspectives	41
Références bibliographiques	42

Introduction

Traditionnellement, les fruits constituent une part importante de l'alimentation humaine depuis l'Antiquité. En plus de faire partie de l'alimentation régulière, les gens ont également consommé des fruits dans le cadre de leurs pratiques religieuses ainsi que des traitements nutritionnels dans différentes traditions humaines à travers le monde. Durant les deux dernières décennies, des progrès significatifs ont été réalisés sur les études de composés bioactifs dans les aliments végétaux pour trouver leurs effets directs sur le bonheur et la santé humain. À cet égard, le fruit de datte est bien considéré pour ses propriétés nutritives au Moyen-Orient et en Afrique. La communauté scientifique a maintenant réalisé sa valeur nutritionnelle dans l'alimentation et a commencé à explorer plus de possibilités de développement dans cette catégorie de fruits (Khalid *et al.*, 2017).

Le Palmier dattier *Phoenix dactylifera* L. est l'arbre fruitier le plus important de la famille Arecaceae qui se trouve dans les régions arides, tropicales et sous-tropicales du monde spécifiquement celles qui s'étendent d'Afrique du Nord au Moyen-Orient et les pays du Moyen-Orient sont les principaux producteurs et exportateurs de dattes (Mehellou *et al.*, 2017). Les dattes sont considérées une bonne source de sucres, de vitamine C, de provitamine A, des minéraux et des fibres. Son apport en chair ajouté à ses caractéristiques biochimiques, le destine à plusieurs transformations technologiques potentielles dans le domaine de la science alimentaire (El-Sohaimy et Hafez, 2010).

Durant les deux dernières décennies, les chercheurs ont réévalué l'importance des glucides et envisagent pour eux de nombreuses applications notamment dans le secteur biomédical, en raison de leur large spectre de propriétés thérapeutiques, de leur abondance, de leurs sources renouvelables, non-toxiques et biodégradables. Les polysaccharides sont aussi très largement utilisés comme matière première dans les industries papetière et agroalimentaire. Plusieurs études montrent que les polysaccharides des végétaux présentent une variabilité structurale et des propriétés physicochimiques diverses, que l'on ne les rencontre chez aucune autre classe d'organismes (Mehellou *et al.*, 2017).

Le stress oxydatif induit par les radicaux libres est impliqué dans la pathogenèse de nombreuses maladies chroniques et dégénératives tels que le cancer et l'athérosclérose. Par conséquent, il est très important de trouver de nouvelles sources d'antioxydants sûrs et peu coûteux d'origine naturelle afin de les utiliser dans les aliments et les préparations pharmaceutiques pour remplacer les antioxydants synthétiques (Baliga *et al.*, 2011).

Les polysaccharides possèdent leurs propres activités biologiques, y compris l'activité antioxydante, l'activité anticancéreuse, l'immunorégulation et l'activité antibactérienne. Par conséquent, il est nécessaire de découvrir et développer les polysaccharides avec des activités

Introduction

biologiques comme aliments fonctionnels ou médicaments pour la santé humaine (Xu *et al.*, 2017).

Notre travail s'inscrit dans le cadre de la recherche des antioxydants naturels dont l'objectif consiste à évaluer l'activité antioxydante des extraits de polysaccharides bruts du fruit des dattes à partir de trois variétés sélectionnés (*Elgharss*, *Deglet Nour*, *Ajwa*) en utilisant les tests ABTS et DPPH.

Ce mémoire présenté en quatre chapitres est séquencé comme suit. Le premier chapitre concerne un rappel bibliographique sur le Palmier dattier (*Phoenix dactylifera*) et les polysaccharides. Le deuxième chapitre comprend quelques généralités sur les oxydants, les antioxydants et le stress oxydatif. Dans le troisième chapitre, nous mettrons en évidence les procédures expérimentales. Le quatrième chapitre est consacré à une discussion des résultats obtenus. Enfin, une récapitulation succincte des résultats ainsi que les perspectives ouvrant la voie à des études ultérieures, sont regroupées dans la conclusion.

Chapitre I:

Palmier Dattier (Phoenix dactylifera) et Polysaccharides

1. Généralité sur le Palmier dattier

Le Palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L) est l'une des plus vieilles espèces végétales cultivées, la mieux adaptée aux conditions climatiques difficiles des régions sahariennes et présahariennes, en raison de ses exigences écologiques et la plus convenable économiquement pour investir dans l'agriculture oasienne (Sedra, 2003). Notons que le nom scientifique du dattier *Phoenix dactylifera* a été attribué par Carl von Linné en 1734. Sur le plan étymologique, il dérive du grec ancien **Phoinix** (nom que donnaient les Grecs de l'antiquité au « dattier », le considérant comme l'arbre des phéniciens) ; **dactylos**, signifiant « doigt » ; et enfin **ferare** signifiant porter : littéralement, « qui porte des doigts », par analogie avec la forme des dattes (Albano, 2006).

Les dattes sont la partie la plus souvent utilisée comme une source importante de nutrition, en particulier dans les régions arides où très peu de plantes peuvent pousser. Pour les musulmans, les dattes ont une importance religieuse et sont mentionnées dans de nombreux versets du Coran. Ils sont habituellement utilisés pour rompre la journée de jeûne pendant le mois sacré du Ramadan (Baliga *et al.*, 2011).

Les principaux pays producteurs des dattes sont le Maroc, la Tunisie, l'Algérie, l'Égypte, l'Arabie saoudite, l'Irak et l'Iran. Plus récemment, des cultures importantes ont été développées aux États-Unis (Californie, Arizona, Texas), en Argentine, en Afrique du Sud et en Australie (Albano, 2006).

2. Taxonomie

Le Palmier dattier, *Phoenix dactylifera* L, est parmi les espèces les plus importantes dans la famille des Palmiers (Arecaceae), qui englobe environ 200 genres et plus de 2500 espèces (El Hadrami and El Hadrami, 2009).

Dans le règne végétal, il se classe comme suit (Djerbi, 1994):

Groupe	Spadiciflore. S.
Embranchement	Angiospermes
Classe	Monocotylédones
Ordre	Palmales
Famille	Arecaceae
Genre	Phoenix
Espèce	<i>Phoenix dactylifera</i> L

Le genre *Phoenix* comporte au moins douze espèces, la plus connue est le dactylifera, dont les fruits " dattes " font l'objet d'un commerce international important (Espiard, 2002).

3. Répartition géographique

3.1 Dans le monde

Le Palmier dattier est une culture de plantation importante pour de nombreux pays s'étendant de l'Afrique du Nord au Moyen-Orient, comprenant de nombreux États des pays de Conseil de coopération du Golfe (GCC) (Allaith, 2008).

Les dix premiers pays producteurs de dattes en 2005 étaient l'Égypte, l'Arabie saoudite, l'Iran, les Emirats arabes unis (EAU), le Pakistan, l'Algérie, le Soudan, Oman, la Jamahiriya arabe libyenne et la Tunisie (Chao et Krueger, 2007).

Bien que le Moyen-Orient soit la principale région productrice de dattes dans le monde, les dattes sont également cultivées aux États-Unis dans le sud de la Californie, en Arizona et au Texas (Hong *et al.*, 2006).

Pendant les derniers trois siècles, les dattes ont été également introduites dans de nouvelles zones de production en Australie, en Inde, au Mexique, en Afrique australe et en Amérique du Sud (Figure n°01) (Chao et Krueger, 2007).

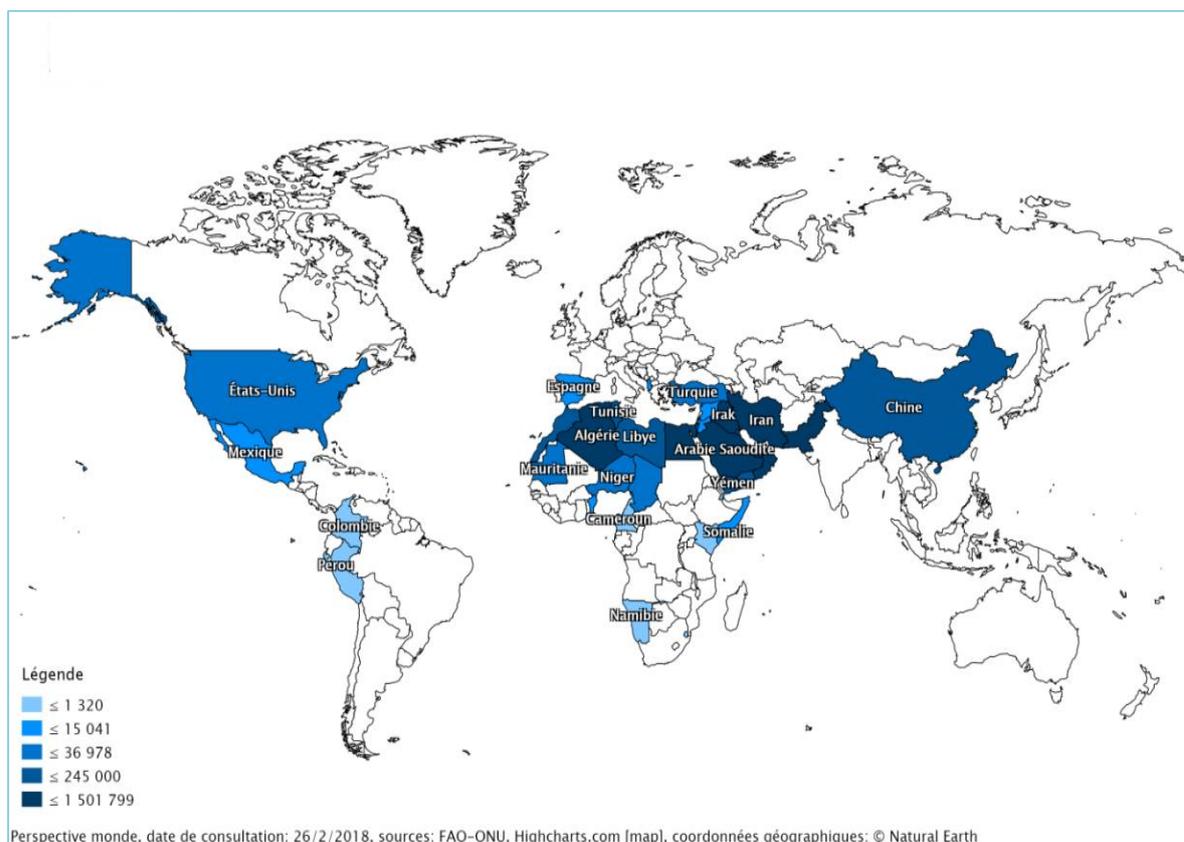


Figure n°1 : Répartition géographique des dattes dans le monde (FAO-ONU, 2013)

3.2 En Algérie

Les régions phoenicicoles s'étendent depuis la frontière Marocaine à l'ouest jusqu'à la frontière Tuniso-Lybiennne à l'est et depuis l'Atlas Saharien au nord jusqu'à Reggane (sud-ouest), Tamanrasset (centre) et Djanet (sud-est) (Aberlenc Bertossi, 2010) et couvrent 17 wilayas (en réalité 16 wilayas car la wilaya de M'Sila a perdu son potentiel phoenicicole) (Tableau n°01). Selon les statistiques les plus récentes (2015) du Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural, le Palmier dattier occupe en Algérie une superficie évaluée à 167.000 hectares pour un nombre de Palmiers estimé à plus de 18,6 millions d'unités et une production de dattes, toutes variétés confondues, de près de 990.000 tonnes. La wilaya de Biskra est la première région phoenicicole avec 27,4 % de la superficie totale, 23,1 % du nombre total de Palmiers dattiers et 41,2 % de la production nationale de dattes. Elle est suivie par la wilaya d'El Oued avec respectivement 22%, 22,4 % et 25%. Ces deux wilayas totalisent à elles seules plus des deux tiers (2/3) de la production nationale de dattes. Les variétés de dattes sont nombreuses (plus de 300) mais seules quelques-unes ont une importance commerciale (Deglet-Nour, Ghars, Degla beida ou Garbaï) (Sidab, 2017).

Tableau n°01 : Dix-sept wilayas productrices des dattes en Algérie (Sidab, 2017) :

Wilaya	Production en quintaux	Nombre de Palmier dattier	Superficie en hectares
Biskra	4 077 900	4 315 100	42 910
El Oued	2 474 000	3 788 500	36 680
Ouargla	1 296 300	2 576 600	21 980
Adrar	910 300	3 799 000	28 330
Ghardaïa	565 000	1 246 500	10 850
Béchar	300 500	1 639 800	14 120
Tamanrasset	109 400	688 900	7 000
Khenchela	68 200	124 400	770
Tébessa	20 500	61 800	820
Laghouat	16 200	37 300	320
Illizi	15 600	129 100	1 250
Batna	14 000	28 700	190
El Bayadh	10 300	63 900	640
Naama	10 200	50 600	510
Tindouf	8 400	45 200	430
Djelfa	6 800	10 100	100
Totale	9 903 600	18 605 100	166 900

4. La datte (fruit du Palmier dattier)

4.1 Caractères généraux

Le fruit est une baie bien connue. Sur le plan anatomique, elle est constituée d'un mésocarpe charnu, farineux et sucré, protégé par un fin péricarpe faisant office de « peau ».

Le noyau est entouré d'un endocarpe membraneux. Il est de forme allongée, plus ou moins volumineux, lisse ou pourvu de protubérances latérales. Il présente un sillon central et un embryon diamétralement opposé (Figure n°02).

La couleur de la datté est très variable selon les cultivars : des jaunes plus ou moins clairs aux bruns plus moins intenses, des teintes rougeoyantes à d'autres presque noires.

La consistance de la chaire est également très variée : molle, demi-molle ou dure. C'est sur ces critères qu'est basée la classification des différents types de dattes (Albano, 2006).

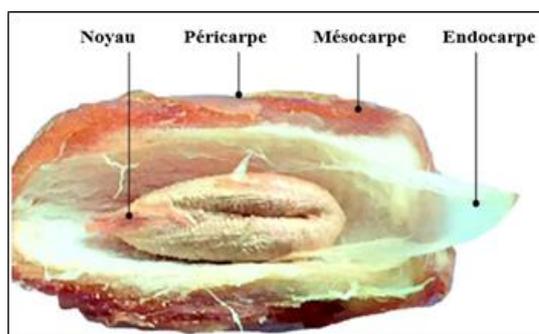


Figure n°02: Anatomie de la datté et noyau du Palmier dattier (Ghnimi *et al.*, 2017).

4.2 Qualité nutritionnelle

Les dattes sont riches en certains éléments nutritifs et fournissent une bonne source d'énergie rapide due à leur teneur élevée en hydrates de carbone (70-80%) dont la plupart sont sous forme de fructose et de glucose, qui sont facilement absorbés par le corps humain.

La bonne valeur nutritive des dattes est également basée sur leur fibre alimentaire et leur teneur en minéraux essentiels tels que le calcium, le fer, le magnésium, le phosphore, le potassium, le zinc, le sélénium et le manganèse.

La datté est répertoriée dans les remèdes populaires pour le traitement de diverses maladies infectieuses et le cancer (Saafi *et al.*, 2011).

Beaucoup de Moyen-Orientaux croient que la consommation de dattes, en particulier le matin à jeun, peut inverser les actions de tout matériau toxique auquel le sujet a pu être exposé (Bastway Ahmed *et al.*, 2010).

L'étude de Bastway Ahmed *et al* (2010) a démontré clairement que l'extrait de datté et l'acide ascorbique sont des agents efficaces dans le traitement et la prévention de la cytotoxicité hépatique induite par le thioacétamide (TAA).

La datte est considérée comme un élément adoucissant, expectorant, nutritif, laxatif et prescrit pour la tuberculose, la gastro-entérite, la toux, les maladies respiratoires et l'asthme (Vayalil, 2012).

4.3 Stades de la maturation des dattes

Chaque étape de la maturation a été identifiée nominalement, ce qui permet de suivre l'évolution du fruit au cours de son développement (Tableau n°02).

Tableau n°02 : Stades de maturation phénologiques des dattes (Ashraf et Hamidi-Esfahani, 2011; Baliga et al., 2011)

Stade	Appellations	Caractéristiques	Aspect
I	Hababouk (Irak) Loulou (Algérie) Zeï(Mauritanie)	- commence juste après la fécondation - dure environ 4-5 semaines - la datte a une forme sphérique, de couleur crème blanchâtre avec des rayures vertes, et se caractérise par une taille d'un pois et pèse environ un gramme	 I
II	Kimiri (Irak) Khalal (Algérie) Tafegena(Mauritanie)	- dure 9-14 semaines - la datte est jeune, allongé, de couleur verte et de texture dure - à ce stade, le poids du fruit augmente et la concentration de tanin est élevée	 II
III	Khalal (Irak) Besr (Algérie) Engueï(Mauritanie)	- dure 3-5 semaines ou même plus dans certaines variétés - le fruit est physiologiquement mature, dur, mûr et atteint le poids et la taille maximum à la fin de cette étape. - selon la variété, la couleur passe du vert au jaune verdâtre, jaune, rose, écarlate ou rouge. - une augmentation rapide de la concentration en sucre résulte de la diminution de la teneur en eau	 III
IV	Routab (Irak) Martouba (Algérie) Blah(Mauritanie)	- dure 2-4 semaines - la moitié du fruit devient molle, plus sucrée et de couleur plus foncée (brun clair), moins astringente, et le saccharose se transforme en sucres réducteurs - Les dattes de certaines variétés restent lisses durant cette étape	 IV
V	Tmar (Irak, Algérie) Tamr(Mauritanie)	- C'est le stade final de la maturation de la datte - le fruit entier atteint le maximum de solides totaux, la plus grande douceur, la plus faible astringence, la couleur brun foncé, la texture douce et l'apparence ridée - pour les variétés sèches, la datte devient claire et a une peau dure et sèche, tandis que les cultivars mous, la chair reste molle et intacte avec une couleur foncée	 V

4.4 Composition biochimique de la datte

4.4.1 Eau

La teneur en eau des fruits varie donc avec le degré de maturité, mais dépend également du caractère variétal. On a coutume de classer les dattes mûres en 3 catégories :

- Datte molles, dont la teneur en eau de la pulpe est élevée (taux d'humidité \geq à 30%). Ces dattes doivent être séchées pour être de bonne conservation.
- Datte demi-molle, dont la chair est moins humide que celle de la catégorie précédente (de 20 à 30% d'humidité). Les fameuses dattes Deglet-Nour et Mahjoul, les plus communes dans le commerce, se rangent dans cette catégorie.
- Datte sèches, dont la pulpe se déshydrate naturellement en mûrissant ($<$ 20% d'humidité), (Booij et *al.*, 1992; Albano, 2006) .

4.4.2 Sucre

Les glucides sont les principaux constituants chimiques des dattes, notamment les sucres réducteurs tels que le glucose et le fructose, ainsi que les sucres non réducteurs tels que le saccharose et de petites quantités de polysaccharides comme la cellulose et l'amidon. Selon Salem et Hegazi les polysaccharides dans la chair et les graines des dattes contiennent de la xylose, de l'arabinose, du glucose et du galactose (Ashraf et Hamidi-Esfahani, 2011).

Les dattes molles sont à sucre inverti (fructose, glucose) alors que les dattes sèches sont à saccharose, les dattes demi-molles occupant une position intermédiaire, à l'exception de la Deglet-Nour, datte à saccharose par excellence (Annexe n°01) (Booij et *al.*, 1992).

4.4.3 Fibre

Les fibres brutes de la datte est la partie insoluble de la chair et comprend des composés tels que cellulose, hémicellulose, lignine, ligno-cellulose et protéines insolubles. Les teneurs de cellulose, d'hémicellulose et de lignine sont de 1,55 ; 1,28 et 2,01% respectivement (Ashraf et Hamidi-Esfahani, 2011).

À partir de la teneur totale en fibres alimentaires des dattes et ses apport quotidien recommandé (25 g / jour), les dattes pourraient constituer une bonne source de fibres alimentaires (100 g de dattes contient 32% de fibres).

La teneur élevée en fibres insolubles induit la satiété et a un effet laxatif dû à l'augmentation du poids des selles. Il peut donc réduire le risque de maladies graves telles que le cancer du côlon et la diverticulose (Al-Farsi et Lee, 2008).

4.4.4 Protéine et aminoacides

Environ 1 à 7% de protéines peuvent être trouvées dans les dattes, bien que sa faible quantité, elles sont riche en acides aminés essentiels nécessaires pour le corps humain (Annexe n°02), (Ashraf et Hamidi-Esfahani, 2011).

Le glutamate, l'aspartate, la lysine, la leucine et la glycine sont les acides aminés prédominants dans les dattes fraîches, tandis que le glutamate, l'aspartate, la glycine, la proline et la leucine sont les acides aminés prédominants dans les dattes séchées (Al-Farsi et Lee, 2008).

4.4.5 Lipide et acides gras

La datte contient peu de matière grasse, qui varie habituellement de 0,5% au stade kimri à 0,1% au stade de maturité. La grasse est généralement concentrée dans la croûte, elle est plus importante dans la protection du fruit que dans la valeur nutritionnelle de la chair de datte.

Les principaux acides gras saturés des dattes sont les acides laurique, myristique et palmitique, tandis que l'acide gras insaturé majeur est l'acide oléique. D'autres acides gras sont en quantité mineure incluant les acides caprique, caprylique, stéarique, margarique, arachidique, linoléique, pélargonique et un certain nombre d'autres (Ashraf et Hamidi-Esfahani, 2011).

4.4.6 Vitamines

Les dattes contiennent six vitamines, y compris des quantités suffisantes de vitamine A, B₁ (thiamine), B₂ (riboflavine), la niacine (acide nicotinique), la vitamine C et l'acide folique (Annexe n°03) (Ashraf et Hamidi-Esfahani, 2011).

4.4.7 Eléments minéraux

Les dattes sont très bonne source de nombreux minéraux (Annexe n°04) avec des concentrations proches de l'apport moyen en minéraux. Il y a au moins 15 minéraux dans les dattes (Al-Shahib et Marshall, 2003).

La teneur élevée en potassium et le taux faible de sodium dans les dattes sont souhaitables pour les personnes souffrant de l'hypertension (Al-Farsi et Lee, 2008).

4.4.8 Enzymes

Les enzymes inhérentes importantes de la datte sont l'invertase, la polygalacturonase, la pectine méthyl estérase, la cellulase et le polyphénol oxydase (Ashraf et Hamidi-Esfahani, 2011).

4.4.9 Pigments

Les pigments des dattes sont la chlorophylle, le carotène et les anthocyanes qui produisent respectivement des couleurs vertes, jaunes et rouges.

D'autres pigments sont les flavones, les flavonoles, le lycopène, la flavoxantine et la lutéine, qui ont été trouvés dans les dattes égyptiennes fraîches (Ashraf et Hamidi-Esfahani, 2011).

4.4.10 Composés phénoliques

Les composés phénoliques sont des métabolites secondaires, caractérisés par la présence d'un ou plusieurs cycles aromatiques avec un groupement hydroxyle lié au carbone fonctionnel (Khalid et al., 2017).

Les dattes sont une bonne source de polyphénols. Ils sont riches en acides phénoliques simples et en flavonoïdes comme les procynidines (Ashraf et Hamidi-Esfahani, 2011).

La teneur moyenne en composés phénoliques allait de 193,7 mg/100 g pour les dattes fraîches à 239,5 mg/100 g pour les dattes sèches (Al-Farsi et Lee, 2008).

4.4.11 Acides organiques

Il y a six acides organiques dans la datte, à savoir les acides malique, oxalique, citrique, succinique, formique et isobutyrique, dont l'acide malique est le plus dominant. Ces acides influencent l'arôme et la saveur de la datte et pendant la maturation (Ashraf et Hamidi-Esfahani, 2011).

4.4.12 Autres composés

Ces composants ont été extraits, concentrés et analysés pour l'identification de composés volatils parmi lesquels, se trouvaient quatorze esters, dix alcools, quatre lactones, huit aldéhydes, et trois cétones. Les composés volatils ont des arômes et des saveurs qui contribuent aux caractéristiques sensorielles de la datte (Ashraf et Hamidi-Esfahani, 2011).

5. Les polysaccharides

5.1 Définition

On regroupe sous le nom de glucides, certaines substances naturelles qui, au moins pour celles qui sont hydrosolubles, ont une saveur douce ou sucrée. On les appelle aussi hydrates de carbone (en anglais, carbohydrates) en raison de leur formule élémentaire $C_n(H_2O)_n$, sucres ou encore saccharides, par adoption du terme anglais.

On distingue les glucides, avec les oses simples (monosaccharides) tels que le glucose ou le galactose, les oligosides (oligosaccharides) tels que le maltose ou le cellobiose, les

polyosides (polysaccharides) tels que l'amidon, le glycogène ou la cellulose, et les glycoconjugués avec les protéoglycanes, les glycoprotéines et les glycolipides.

Les glucides sont les biomolécules les plus abondantes de la planète. Ils jouent au sein des êtres vivants nombre de rôles très divers, tant structuraux que métaboliques. Les glycoconjugués participent, eux, essentiellement aux processus de reconnaissance et de communication intercellulaire (Weinman, 2004).

5.2 Classification

Les polysaccharides peuvent être classés de nombreuses façons possibles, notamment sur la base de la structure, de la composition chimique, de la solubilité, des sources et des applications (Liu et *al.*, 2015).

Idéalement, les polysaccharides devraient être classés en fonction de leur composition chimique et de leur structure, comme l'a suggéré Whistler.

Dans la classification structurelle, les polysaccharides sont séparés selon qu'ils sont linéaires (comme l'amylose) ou ramifiés (comme l'amylopectine) (Whistler et Corbett, 1957).

Les polysaccharides sont classés selon leur composition chimique en deux types, à savoir *les homo-polysaccharides* ou *homoglycanes*, qui sont constitués d'un seul type de monosaccharide (tel que la cellulose); *les hétéro-polysaccharides* ou *hétéroglycanes*, qui sont constitués de plus d'un type de monosaccharide (tel que l'héparine) (Liu et *al.*, 2015).

5.2.1 Les homopolysaccharides de réserve

- **Amidon**

Est un mélange de glucanes (polymère de glucose) que les plantes synthétisent comme réserve nutritive principale. On le trouve dans le cytoplasme sous forme de granules insoluble (Voet et *al.*, 2016).

L'amidon est un excellent matériau pour les utilisations industrielles en raison de ses propriétés non toxiques, renouvelables et biodégradables (Liu et *al.*, 2015).

L'amidon contient deux types de polymères du D-glucose : l'amylose et l'amylopectine.

-L'amylose

De longues chaînes non ramifiées sont constituées de résidus glucose unis exclusivement par des liaisons α (1 \rightarrow 4) (Figure n°03), comme dans le maltose ; leur masse moléculaire va de quelques milliers à plus d'un million (Weinman, 2004).

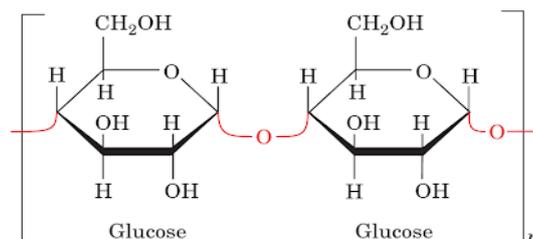


Figure n°03: Structure linéaire de la molécule d'amylose (Voet et *al.*, 2016)

- L'amylopectine

Est formée de chaînes ramifiées où des résidus glucose sont unis par des liaisons α (1 \rightarrow 4) mais aussi par des liaisons α (1 \rightarrow 6) qui initient des ramifications tous les 20 à 30 résidus (Figure n°04). La masse moléculaire de ces chaînes est très élevée ; elle peut atteindre plus de 100 millions (Weinman, 2004).

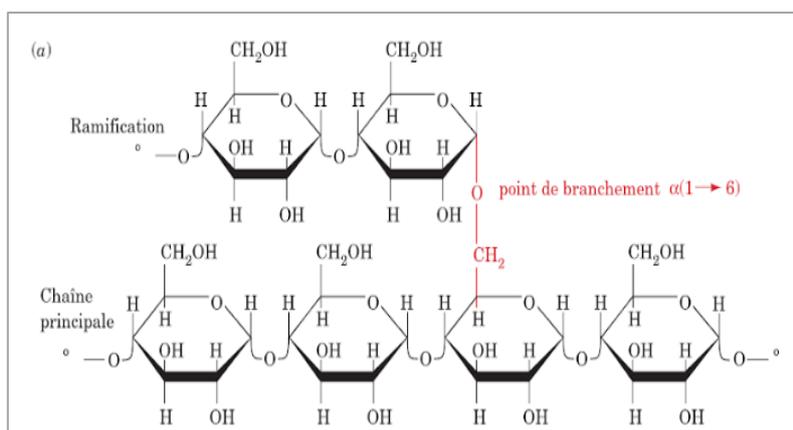


Figure n°04 : Structure ramifiée de molécule de l'amylopectine (Voet et *al.*, 2016)

5.2.2 Les homopolysaccharides de structure

• Cellulose

Est le principal constituant structural des parois cellulaires végétales, représente plus de la moitié du carbone dans la biosphère. La cellulose est un polymère linéaire qui contient jusqu'à 1500 résidus de D-glucose (un glucane) relié par des liaisons glycosidiques β (1 \rightarrow 4) (Figure n°05) (Voet et *al.*, 2016).

Sa valeur a été identifiée dans de nombreuses industries traditionnelles, telles que la construction, la fabrication de pâte à papier, et les industries textiles (Liu et *al.*, 2015).

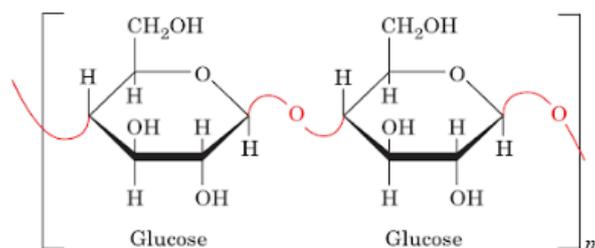


Figure n°05 : Structure primaire de la cellulose (Voet et *al.*, 2016)

5.2.3 Les hétéropolysaccharides

• Hémicellulose

Sont largement distribués dans la biomasse. Les hémicelluloses comprennent principalement les xylanes, les glucomannanes, les arabinanes, les galactanes et les glucanes.

La diversité des hémicelluloses provient de:

- Les constituants en sucre, qui comprennent principalement le glucose, la xylose, le mannose, le galactose, l'arabinose, le fucose, l'acide 4-O-méthyl-glucuronique et l'acide galacturonique ;
- La position et la conformation des liaisons glycosidiques entre des monosaccharides ;
- Le type de groupe (ou chaîne) latéral, la distribution et les liaisons (Liu et *al.*, 2015).

• Pectine

Les pectines sont des polysaccharides hétérogènes avec trois domaines principaux: le squelette homo-galacturonique linéaire (HG) lié en α (1 \rightarrow 4) ; alternant avec deux types de régions de rhamno-galacturonanes hautement ramifiées, appelées RG-I et RG-II.

- RG-I est substitué par des chaînes latérales d'unités arabinose et galactose.
- RG-II a une structure hautement conservée, constituée d'un squelette HG ramifié avec 11 monosaccharides différents, y compris certains sucres rares tels que le 2-O-méthylxylose, l'apiose, l'acide acérique (Liu et *al.*, 2015).

5.3 Leurs activités biologiques

Au cours des dernières décennies, il a été démontré que divers polymères glucidiques sont responsables d'effets biologiques, soit en présentant l'effet eux-mêmes, soit en induisant des effets via des cascades de réactions complexes (Wijesinghe et Jeon., 2012).

Le tableau ci-dessous récapitule certains types des polysaccharides de différents sources et leurs activités.

Tableau n°03 : Quelques polysaccharides bioactifs provenant de différentes sources *(Ishurd et Kennedy., 2005) **(Liu et *al.*, 2015) *** (Ghania., 2017)

Type	Nom	Source	Activité
Fibres alimentaires	*Hémicellulose	Légumineuses, fruits, noix et les tissus végétatifs et de stockage de plantes	-Immunomodulatrice - Antithrombotique - Antioxydante
Fruits de Palmier dattier	**D-glucane	La chaire de dattes libyennes	-Antitumorale
	***Polysaccharides hydrosolubles et alcalisolubles	Noyaux de dattes Ghars	-Antioxydante -Antibactérienne

Chapitre II:

Stress oxydatif et Antioxydants

I. Les oxydants

1. Introduction sur les oxydants et les antioxydants

L'oxydation est essentielle à beaucoup des organismes vivants pour la production de l'énergie pour alimenter les processus biologiques. Les radicaux libres sont produits durant le métabolisme cellulaire normal et/ou pathologique (Wong et Chye., 2009). Les cellules sont équipées avec plusieurs systèmes de défense contre les dommages du radical libre, incluant les enzymes oxydantes, telles que, le superoxyde dismutase (SOD), le glutathion peroxydase et la catalase, ou des composés chimiques, tels que l' α -tocophérol, l'acide ascorbique, les caroténoïdes, les composés phénoliques (Barros et *al.*, 2008a). Dans les circonstances quotidiennes normales, des radicaux libres sont produits en permanence en faible quantité. Cette production physiologique est parfaitement maîtrisée par des systèmes de défense, d'ailleurs adaptatifs par rapport au niveau de radicaux présents. Dans ces circonstances normales, on dit que la balance antioxydants/prooxydants est en équilibre. Si tel n'est pas le cas, que ce soit par déficit en antioxydants ou par suite d'une surproduction énorme de radicaux, l'excès de ces radicaux est appelé « stress oxydant » (Favier., 2003).

2. Radicaux libres

Un radical libre est une molécule avec un ou plusieurs électrons non appariés dans l'orbitale externe. Cette propriété les rend très instable et très réactif, en essayant de capturer l'électron nécessaire à partir d'autres composés pour obtenir la stabilité. Lorsque la molécule attaquée perd son électron, elle devient elle-même un radical libre, commençant une réaction en chaîne. Plusieurs de ces radicaux libres sont sous forme des espèces réactives de l'oxygène telles que: le radical superoxyde (O_2^{\bullet}), le radical hydroxyle (OH^{\bullet}), le radical peroxyde (ROO^{\bullet}) et de l'azote: tels que le radical oxyde nitrique (NO^{\bullet}), ceux-ci peuvent se produire, en raison du stress oxydatif provoqué par un déséquilibre du système de défense antioxydant corporel. Les ERO attaquent les molécules biologiques telles que les lipides, les protéines, les enzymes, l'ADN et l'ARN menant aux dommages de la cellule ou du tissu liés au vieillissement (Surh et Packer., 2005 ; Meenakshi et *al.*, 2009).

2.1 Types des radicaux libres :

Quelques radicaux libres dérivés de l'oxygène ERO et les espèces dérivées de l'azote ERN et leur intérêt biologique sont regroupés dans le tableau n° 04.

Tableau n°04: Les espèces réactives de l'oxygène et de l'azote d'intérêt biologique (Devasagayam et *al.*, 2004).

Espèces réactives	Symbole	Demi-vie (en sec)	Réactivité / Remarques
Espèces réactives de l'oxygène			
Superoxyde	$O_2^{\cdot-}$	10^{-6}	Généré dans les mitochondries, dans le système cardio-vasculaire et d'autres
Radical hydroxyle	OH^{\cdot}	10^{-9}	Très réactif, généré pendant la surcharge en fer et les conditions de notre corps.
Peroxyde d'hydrogène	H_2O_2	Stable	Formé dans notre corps par un grand nombre des réactions et des rendements puissants des espèces comme OH^{\cdot}
Radical pyroxyde	ROO^{\cdot}	1	Réactif et formé à partir des lipides, protéines, ADN, sucres, etc. pendant le dommage oxydatif
Hydroperoxyde organique	$ROOH$	Stable	Réagit avec les ions métaux transitoires pour donner des espèces réactives
Oxygène singulet	O_2^{\cdot}	10^{-6}	Très réactif, formé au cours de la photosensibilisation et les réactions chimiques
Ozone	O_3	1	Présente comme un polluant atmosphérique, peut réagir avec différentes molécules, ce qui donne O_2^{\cdot}
Espèces réactives de l'azote			
Oxyde nitrique	NO^{\cdot}	1	Neurotransmetteur et régulateur de la pression artérielle, peut produire des oxydants puissants pendant des états pathologiques
Peroxynitrite	$ONOO^-$	10^{-3}	Fortement réactif, formé à partir de NO^{\cdot} et $O_2^{\cdot-}$
Acide Peroxynitrous	$ONOOH$	Assez stable	Forme protonée d' $ONOO^-$
Bioxyde d'azote	NO_2	1	Formé au cours de la pollution atmosphérique

2.2 Source des radicaux libres

- **Source exogène**

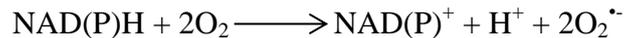
Les organismes aérobies sont toujours exposés à un ou plusieurs systèmes qui génèrent des ERO. Ceux-ci comprennent un certain nombre de facteurs environnementaux tels que l'irradiation (rayons X et γ), et les polluants atmosphériques (Ozone, NO_2 , fumée de cigarette) (Vayalil, 2002). et l'hyperoxie qui se réfère à des conditions de taux d'oxygène supérieures à la normale de la pression partielle de l'oxygène dans les poumons ou d'autres tissus du corps

(Birben et *al.*, 2012). Les radicaux libres peuvent être produits des solvants organiques, anesthésique, pesticides, drogues et xénobiotiques (Tessier et Marconnet, 1995).

- **Source endogène**

Les sous-produits des processus métaboliques sont les principaux générateurs des ERO, qui incluent :

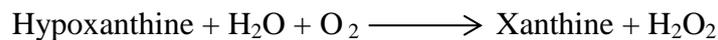
- *Les NAD(P)H oxydases* sont des enzymes associées aux membranes génèrent $O_2^{\cdot-}$ par la réduction de l'électron de l'oxygène en utilisant NADH ou NADPH comme substrat



- *La myéloperoxydase* est un hème protéine qui peut générer HOCl (acide hypochloreux) en présence de Cl^- , ou de radicaux tyrosyle en présence de tyrosine, ou former du peroxy-nitrite en présence de NO^{\cdot} .



- *La xanthine oxydase/déshydrogénase* peut générer $O_2^{\cdot-}$ et H_2O_2 en utilisant comme substrat la xanthine ou l'hypoxanthine et le NADH, et jouer un rôle dans la production des ROS au cours de l'ischémie/reperfusion.



- *La chaîne respiratoire mitochondriale* génère $O_2^{\cdot-}$ qui est ensuite converti en H_2O par la SOD mitochondriale (Figure n°06) (Griendling et *al.*, 2000 ; Negre-Salvayre et Salvayre., 2005).

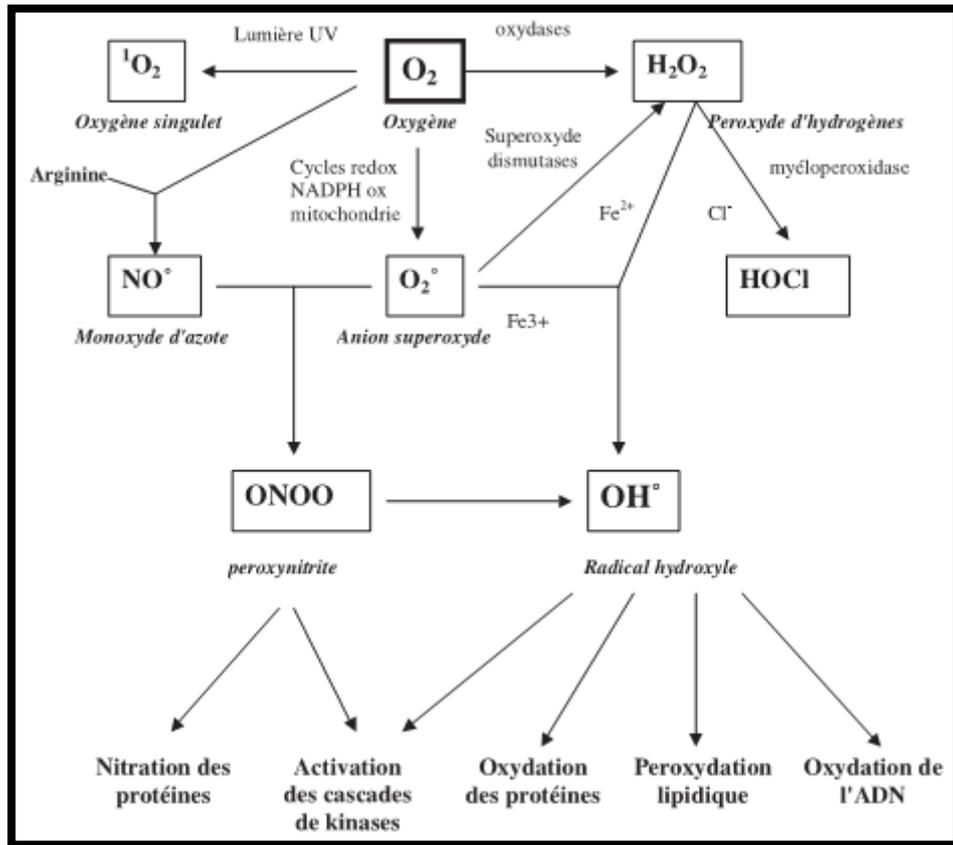


Figure n°06: Origine des différents radicaux libres (Favier., 2003).

2.3 Rôle physiologique de radicaux libres

Les ERO/ERN sont connus pour jouer un double rôle dans les systèmes biologiques, puisqu'ils peuvent être nocifs ou bénéfique aux systèmes vivants. Les effets bénéfiques du ERO lorsqu'il est formé en faibles quantités, ils peuvent agir comme des seconds messagers intracellulaires, la modulation de la fonction des voies biochimiques médiées de telles réponses, telles que la croissance des cellules vasculaires lisses des muscles et les fibroblastes. En revanche, à haute concentration, les ERO peuvent être des médiateurs importants du dommage des structures cellulaires, y compris les lipides et les membranes, les protéines et les acides nucléiques (Griendling et al., 2003 ; Valko et al., 2006).

II. Les antioxydants

Tous les organismes possèdent des systèmes de réparation et de défense antioxydant qui ont évolués pour les protéger contre le dommage oxydatif, ces systèmes sont insuffisants pour empêcher le dommage entièrement. Cependant, les suppléments antioxydants, ou les aliments contenant les antioxydants, peuvent être employés pour aider le corps humain à réduire le dommage oxydatif (Yang et al., 2002).

1. Définition

Un antioxydant est n'importe quelle substance qui, lorsqu'elle est présente à des concentrations faibles par rapport à celles d'un substrat oxydable, retarde ou empêche l'oxydation de ce substrat de manière significative en donnant un électron et/ou un atome d'hydrogène. Les antioxydants peuvent agir de différentes manières: par chélation des métaux (empêchant la formation des radicaux libres), piégeage des radicaux libres, agissant comme une chaîne de rupture (arrêtant la propagation des radicaux libres), faisant partie du réseau antioxydant redox, et/ou de régulation de l'expression du gène (Surh et Packer., 2005 ; Celep et *al.*, 2012).

2. Classification

Selon Birben et *al.*, (2012) et Vijay et Vimukta (2014), les antioxydants sont classés en antioxydants naturels et synthétiques.

2.1 Antioxydants naturels

2.1.1 Antioxydants enzymatiques

▪ Catalase

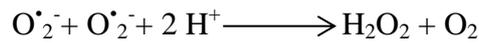
C'est est une enzyme présente dans les cellules des plantes, des animaux et des bactéries aérobies. La catalase est située dans une organelle cellulaire appelée le peroxysome. Elle favorise très efficacement la conversion du peroxyde d'hydrogène en eau et oxygène moléculaire, une molécule de catalase peut convertir environ 6 millions molécules du peroxyde d'hydrogène chaque minute selon la réaction suivante (Valko et *al.*, 2006):



▪ Superoxyde dismutase

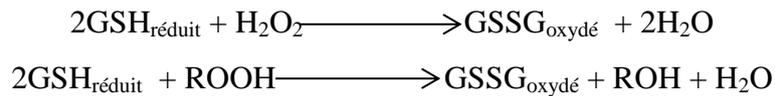
L'enzyme superoxyde dismutase (SOD) est une métalloprotéine qui contient le fer, le manganèse ou le cuivre plus le zinc en tant que groupes prosthétiques, il est impliqué dans la neutralisation de l'anion superoxyde ($\text{O}_2^{\bullet-}$) en le transformant en peroxyde d'hydrogène (H_2O_2), évitant ainsi la formation de dérivés plus toxiques comme la peroxynitrite (ONOO^-) ou le radical hydroxyle (HO^\bullet). Le mécanisme catalytique comporte l'oxydation et la réduction séquentielle des ions métaux, qui fournit la canalisation électrostatique des radicaux superoxydes dans le site actif (Öztürk et *al.*, 1999 ; Afonso et *al.*, 2007).

L'activité SOD constitue un élément essentiel dans le système cellulaire antioxydant pour protéger la matrice extracellulaire ainsi que les cellules contre les effets délétères de l' $\text{O}_2^{\bullet-}$ etsesdérivés. Le SOD catalyse la dismutation de l' $\text{O}_2^{\bullet-}$ en dioxygène et H_2O_2 selon la réaction suivante (Afonso et *al.*, 2007):



▪ **Glutathion peroxydase (GSH-Px) et réductase (GSH-R) :**

Le GSH-Pxs sont une famille des enzymes tetramériques qui contiennent un acide aminé unique le sélénocystéine dans les sites actifs et utilisent les thiols de faible poids moléculaire, tels que le glutathion réduit (GSH) pour réduire le peroxyde d'hydrogène H_2O_2 et les hydroperoxydes lipidiques en eau (ou alcool) selon les réactions :



La glutathion réductase (GR), quant à elle, a pour rôle de régénérer le GSH à partir du GSSG tout en utilisant le NADPH comme un cofacteur (Birben et *al.*, 2012)

2.1.2 Antioxydants non enzymatiques :

▪ **Vitamine C**

La vitamine C (l'acide ascorbique ou, l'ascorbate) (Figure n°07) est un composé organique hydrosoluble exigé pour la synthèse des globules rouges et du collagène, elle est obtenue principalement par l'alimentation. La vitamine C a des propriétés antioxydantes et des fonctions métaboliques importantes et agit comme un élément terminal dans la protection contre le dommage du tissu provoqué par les radicaux libres, mais quand les deux vitamines C et E sont présentes, la fonction majeure de la vitamine C est la restauration de la vitamine E (Vélez-Alavez et *al.*, 2014).

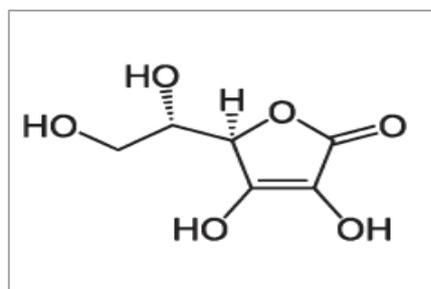


Figure n°07: Structure de l'acide ascorbique (Birben et *al.*, 2012)

▪ **Vitamine E**

La vitamine E naturelle est constituée d'une série de composés appelés tocophérols et tocotriénols se représente sous forme de (α -, β -, γ -, δ -) (Figure n°8). C'est dans la stéréochimie du RRR- α -tocophérol, que la vitamine E présente l'activité biologique la plus élevée (Bourgeois., 2003).

L' α -tocophérol, la forme principale de la vitamine E, est un antioxydant liposoluble, et il fonctionne comme un antioxydant de rupture de chaînes pour la peroxydation de lipide (LP)

dans les membranes cellulaires et également comme un piègeur des ERO tel que l'oxygène singulet.

La vitamine E est impliquée dans la réponse immunitaire et peut-être un de ses fonctions physiologiques principales pour protéger les membranes contre le dommage oxydatif (peroxydation de lipide) en réduisant les peroxydes lipidiques en alcool (Bourgeois., 2003 ; Barros *et al.*, 2008_b ; Vélez-Alavez *et al.*, 2014).

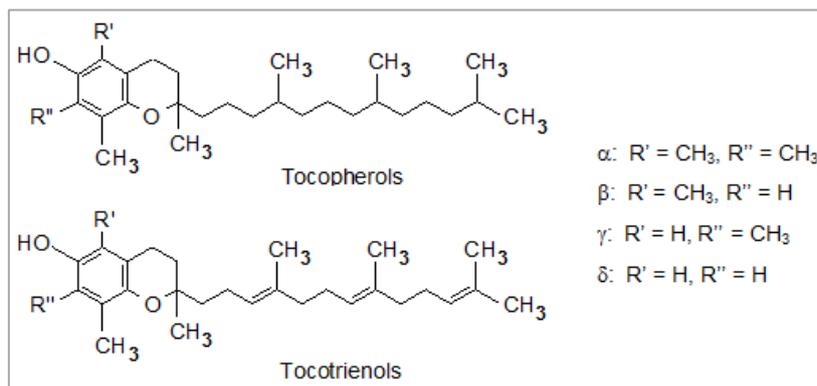


Figure n°8: La structure de base des tocophérols et tocotriénols (Lampi., 2011).

▪ Les polyphénols :

Les polyphénols sont apportés par une alimentation d'origine végétale et présentent une grande diversité structurale. Les sources principales des composés phénoliques dans la nourriture humaine sont les fruits, les légumes, et les boissons (Kapur et Kapoor., 2001 ; Dimitrios., 2006).

Les composés phénoliques sont des composés aromatiques hydroxylés, possédant un ou plusieurs cycles aromatiques avec un ou plusieurs groupements hydroxyle (Palacios *et al.*, 2011). Ils ont une forte activité inhibitrice de l'oxydation induite par les radicaux peroxydes (Neo *et al.*, 2010). En nature, les composés phénoliques sont habituellement trouvés conjugués aux sucres et des acides organiques (Matthews *et al.*, 1997). Ils incluent un grand nombre de sous classes, telles que les flavonoïdes, les acides phénoliques, y compris les acides hydroxybenzoïques et les acides hydroxycinnamiques, les stilbènes, les lignanes, les tannins, et les polyphénols oxydés, montrant une grande diversité de structure (Palacios *et al.*, 2011).

▪ Les caroténoïdes

Les caroténoïdes sont une classe de pigments naturels liposolubles et confèrent une coloration brillante aux plantes. Ils sont une source importante de vitamine A et protègent la

cellule contre les effets délétères des radicaux libres en agissant comme antioxydants (Baliga et *al.*, 2011).

Ils incluent les hydrocarbures, le lycopène, le β -carotène, et les xanthophylles (qui possèdent une substitution hydroxyle et/ou carbonyle sur une ou les deux groupes des extrémités de la molécule): astaxanthine, canthaxanthine, lutéine, et zéaxanthine (El-Agamey et *al.*, 2004).

Généralement, trois mécanismes sont proposés pour la réaction de radicaux libres avec les caroténoïdes: l'addition radicalaire, l'abstraction d'hydrogène du caroténoïde et la réaction de transfert des électrons (Valko et *al.*, 2006).

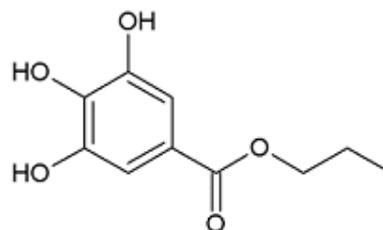
2.2 Antioxydants synthétiques

Les antioxydants synthétiques sont des composés phénoliques synthétisés au laboratoire et ont été employés dans la stabilisation des aliments. Les plus largement utilisés sont l'hydroxy anisole butylé (BHA), l'hydroxy toluène ebutylé (BHT), l'hydroxy quinone butylé tertiaire (TBHQ), et le gallate de propyle (PG) qui sont souvent ajoutés aux aliments pour préserver les graisses contre la détérioration oxydative (Tableau n°05). Pendant les dernières décennies, il y a un intérêt croissant pour le remplacement des antioxydants synthétiques par des alternatives naturelles, à cause de leurs problèmes de sécurité et de toxicité (Cheung et *al.*, 2003 ; Zhang et *al.*, 2007; Shalaby et *al.*, 2013).

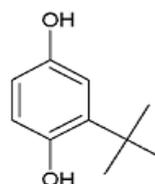
Tableau n°05: Structures de quelques antioxydants synthétiques (Schillaci et *al.*, 2013).

Nom	Structure
BHT (E321)	
BHA (E320)(2 isomères)	

PG (E310)



TBHQ (E319)



III. Stress oxydatif

1. Définition

Les cellules vivantes, y compris ceux de l'homme, les animaux, et les plantes, sont continuellement exposées à des variétés de défis qui exercent un stress oxydatif. Le stress oxydatif survient dans un système biologique après une augmentation de l'exposition des oxydants, et une diminution de la capacité antioxydante du système. Il est souvent associé avec ou mène à la génération des espèces réactives de l'oxygène (ERO), y compris les radicaux libres, qui sont fortement impliqués dans la pathophysiologie des maladies, telles que le cancer, l'arthrite rhumatoïde, la cirrhose et l'artériosclérose aussi bien que des processus dégénératifs liés au vieillissement (Barros et *al.*, 2008_a).

2. Stress oxydatif et atteintes pathologiques

Le stress oxydant est impliqué dans de très nombreuses maladies comme facteur déclenchant ou associé à des complications de l'évolution. La plupart des maladies induites par le stress oxydant apparaissent avec l'âge car le vieillissement diminue les défenses antioxydantes et augmente la production mitochondriale de radicaux (Figure n°9).

En faisant apparaître des molécules biologiques anormales et en sur exprimant certains gènes, le stress oxydant sera la principale cause initiale de plusieurs maladies: cancer, cataracte, sclérose latérale amyotrophique, syndrome de détresse respiratoire aigue, œdème pulmonaire, vieillissement accéléré (Favier., 2003).

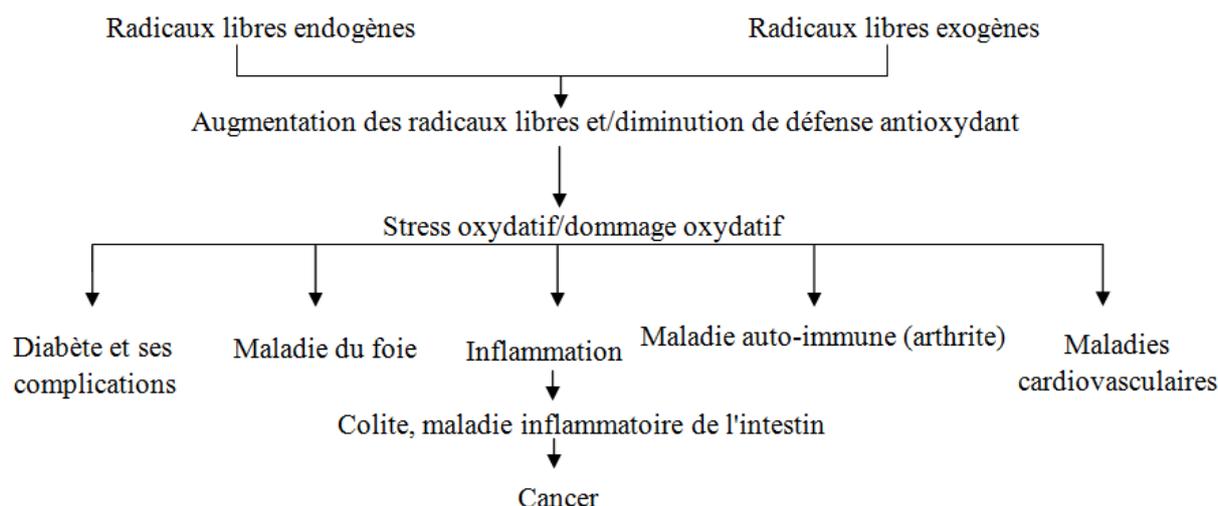


Figure n°9: Organisation des radicaux libres et leur impact sur la santé humaine (Vijay et Vimukta., 2014).

IV. Méthodes d'évaluation des propriétés antioxydantes *in vitro*

La diversité de la nature et la complexité des composés phytochimiques des extraits végétaux imposent le développement de nombreuses méthodes pour évaluer l'activité antioxydante et estimer l'efficacité de ces substances. La majorité de ces méthodes sont basées sur la coloration ou la décoloration d'un réactif dans le milieu réactionnel. Ils peuvent être classés en deux groupes: les dosages utilisés dans les aliments et le système biologique pour évaluer la peroxydation des lipides tout en mesurant le degré d'inhibition de l'oxydation, et les dosages utilisés pour mesurer la capacité de piégeage des radicaux libres.

Certains peuvent être basés sur le pouvoir réducteur du métal (capacités réductrices ferriques d'antioxydants "FRAP"), le piégeage des radicaux peroxyde (oxygen radical absorbance capacity "ORAC"; total radical trapping antioxidant parameter "TRAP"), le piégeage des radicaux hydroxyles (dosage de désoxyribose), le piégeage des radicaux organiques comme ABTS et DPPH (capacité antioxydante équivalente au trolox "TEAC"), quantification des produits formés au cours de la peroxydation lipidique (thiobarbituric acid reactive substance "TBARS"; Oxydation des LDL) (Benhammou et *al.*, 2009_b).

Parmi ces techniques, nous citons :

1. Piégeage du radical 2,2'-azinobis-[3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonate] (ABTS) ou Trolox equivalent antioxidant capacity (TEAC)

Dans cette méthode, l'activité antioxydante totale d'une molécule est déduite de sa capacité à inhiber le radical ABTS^{•+}, obtenu à partir de l'ABTS [sel d'ammonium de l'acide 2,2'-azinobis-(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonique)] comparativement à un antioxydant de

référence : le Trolox[®] (acide 6-hydroxy-2,5,7,8-tétraméthylchroman-2-carboxylique), dont la structure moléculaire cyclique est similaire à celle de la vitamine E.

L'obtention du radical cation résulte du contact de l'ABTS avec une enzyme de peroxydation (peroxydase metmyoglobine ou horseradish peroxydase) en présence de H₂O₂ ou d'un oxydant (dioxyde de manganèse ou persulfate de potassium).

Le radical ABTS^{•+}, en contact avec un donneur de H[•] conduit à l'ABTS⁺ (Figure n° 10) et à la décoloration à 734 nm de la solution.

La cinétique de réaction de l'antioxydant étudié doit être examinée préalablement pour déterminer la fin de réaction. La capacité antioxydante en équivalent Trolox[®] (TEAC) correspond à la concentration (mmole/l ou mg/l) de Trolox[®] ayant la même activité qu'une même concentration unitaire de substance à tester (Marc et *al.*, 2004).

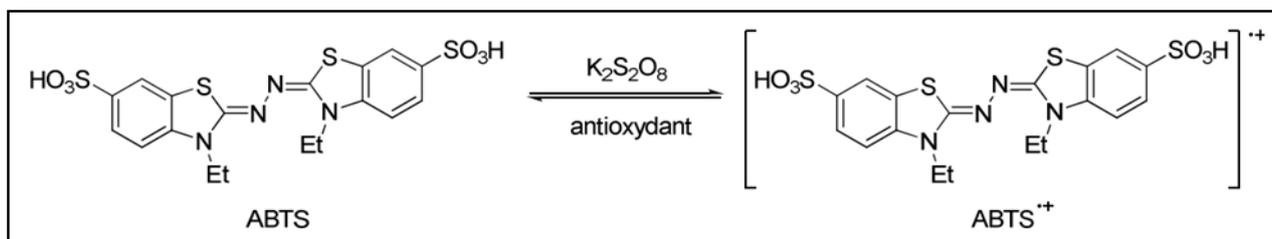


Figure n°10 : formation, et piégeage du radical ABTS^{•+} par un antioxydant (NADAL, 2010).

2. Piégeage du radical 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl (DPPH[•])

Le test DPPH est utilisé pour évaluer l'activité de piégeage de divers produits naturels. Il a été généralement accepté comme un composé modèle pour les radicaux libres provenant de l'oxydation des lipides (Benhammou et *al.*, 2009_a).

Le DPPH possède un électron non apparié sur un atome du pont d'azote. Du fait de cette délocalisation, les molécules du radical ne forment pas des dimères, i.e. DPPH[•] reste dans sa forme monomère relativement stable à température ordinaire (Popovici et *al.*, 2010). La délocalisation de l'électron donne également naissance à la couleur violette profonde, caractérisée par une bande d'absorption dans une solution d'éthanol centrée à environ 517 nm.

Lorsqu'une solution de DPPH est mélangée à celle d'un substrat (AH) qui peut donner un atome d'hydrogène, alors cela donne la forme réduite (Figure n°11) avec la perte de cette couleur violette (Alam et *al.*, 2013).

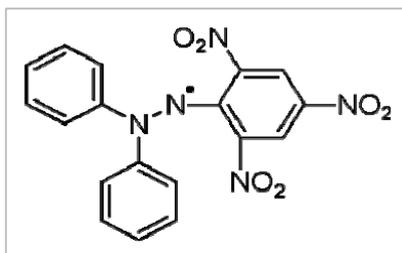


Figure n° 11: Structure du radical stable DPPH[•] (Popovici et *al.*, 2010)

Chapitre III:
Matériel et méthodes

I. Matériel**1. Matériel végétal**

Le matériel végétal utilisé est composé de trois variétés des dattes : Elgharss, Deglet-Nour et Ajwa, au stade finale de maturation "Tmar" (Figure n°12).

La récolte des variétés locales Elgharss et Deglet-Nour a été effectuée dans la palmeraie de Metlili wilaya de Ghardaïa au mois de septembre-octobre, et la variété Ajwa a été apporté de l'Arabie Saoudite, qui est cultivée exclusivement à l'ouest, dans la région d'Al Madinah Al Munawara.

Les dattes, fraîchement collectés, sont sélectionnées et conservées à 4°C dans des boites en plastique fermé en vue de leur utilisation ultérieure.

Le choix de la variété Elgharss et Deglet Nour est justifié par sa qualité gustative, sa disponibilité sur le marché et sa large consommation par toute la population Algérienne.

**Elgharss :**

Une datte très molles de couleur jaune à brun foncé, pèse 9g, de taille 4cm et diamètre 1,8 cm (Absi, 2013)

**Deglet Nour :**

Une datte demi-molle, de forme fuselée à ovoïde, de couleur brun foncé jaunâtre et mesure 6cm de longueur et 1,8cm de diamètre avec un poids de 12g (Absi, 2013)

**Ajwa :**

Le fruit est doux sec, de forme ovoïde allongée, de taille moyenne et de couleur brun foncé au stade de maturation (Khalid et al., 2017)

Figure n°12 : Présentation des trois variétés de dattes étudiées

2. Description de Palmier dattier

C'est une espèce monocotylédone arborescente, à tronc monopodique (non ramifié) à croissance apicale dominante peut atteindre 40 m de haut et sa courbure gracieuse est toujours du plus bel effet (Figure n°13).

C'est une espèce dioïque, ce qui signifie que certains exemplaires possèdent des fleurs femelles et d'autres des fleurs mâles. La présence de dattes permet de les différencier

Le stipe (tronc) est droit et cylindrique : fait entre 35 et 50 cm de diamètre, produit à sa base de nombreuses racines. Il est parfois recouvert par les bases fibreuses des anciennes feuilles, surtout dans sa partie la plus jeune. Ces restes pétiolaires tombent peu à peu, laissent le tronc nu, granuleux, fendillé et marqué de cicatrices foliaires.

Les feuilles (palmes ou djrid) sont pennées, vert grisâtre et mesurent 5-6 m de long et vivent de 3 à 7 ans. On en compte de 50 à 200 par arbre environ (Toutain, 1967 ; Albano, 2006 ; Garcerán, 2007)

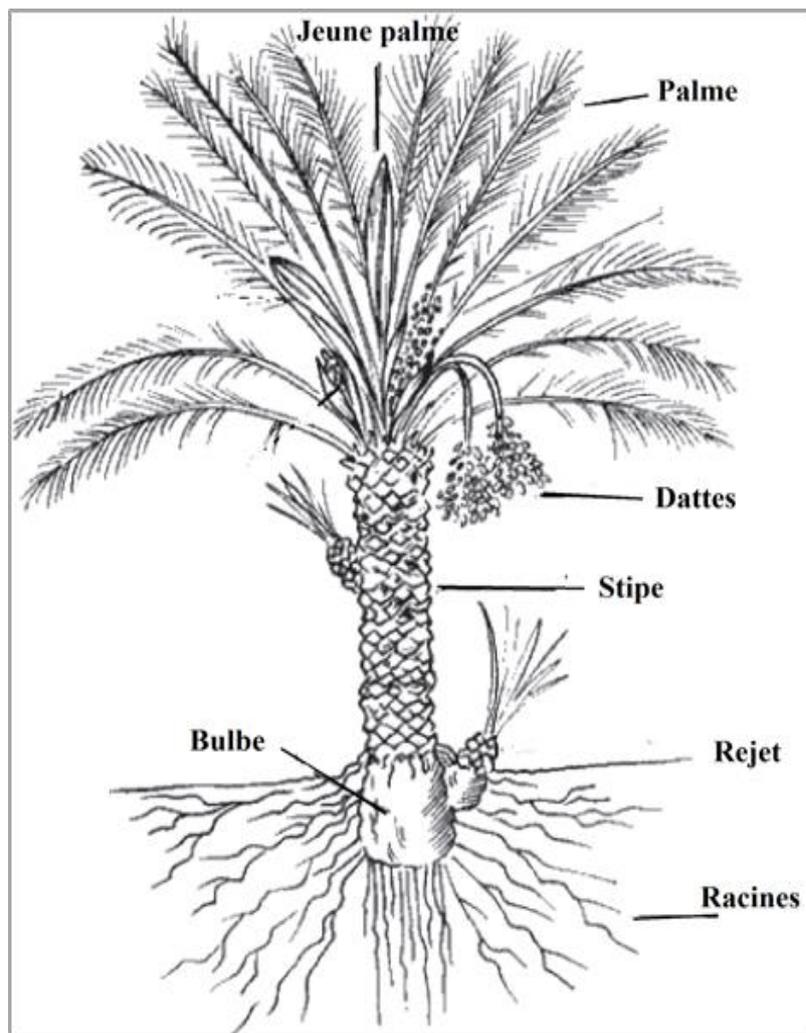


Figure n°13 : Différentes parties du Palmier dattier (Bendahou et *al.*, 2009)

3. Produits chimiques

Les produits chimiques utilisés dans cette étude sont : 1,1-Diphényl-2-picrylhydrazyl (DPPH), éthanol, acide 2,2'-azynobis-[3-éthylbenzothiazoline-6-sulfonique] (ABTS), persulfate de potassium ($K_2S_2O_8$), acide ascorbique, butylhydroxytoluène (BHT). Les autres réactifs chimiques sont d'un grade analytique.

II. Méthodes d'analyse

1. Extraction des polysaccharides

L'extraction est une étape très importante pour l'isolement des principes actifs à partir de la matière végétale (Mahmoudi *et al.*, 2013).

L'extraction est influencée par la nature chimique des composants, la méthode d'extraction employée et la présence de substances interférentes (Jin *et al.*, 2012). L'extraction à l'eau chaude ou à l'eau bouillante est la méthode classique et la plus pratique d'extraction en laboratoire, et elle est largement utilisée dans l'industrie (Ji *et al.*, 2017), en raison de leur processus respectueux de l'environnement, une efficacité d'extraction plus élevée, la rentabilité et la préservation de la structure (Liu *et al.*, 2015). Les polysaccharides sont généralement extraits des matières végétales par l'eau chaude, ce qui nécessite un long temps et une température élevée (Zhu *et al.*, 2016). L'obtention des polysaccharides à partir de nos échantillons est faite selon le processus suivant : d'abord cinquante grammes (50 g) des dattes dénoyautées et coupées en petits morceaux sont introduits dans 1000 ml d'eau distillée bouillante pendant 3 heures. Ensuite l'extrait est filtré (en utilisant papier filtre N° 4) puis centrifugé à 5000 rpm pendant 15 minutes. Le surnageant obtenu est concentré à l'aide d'un évaporateur rotatif à 60 °C (jusqu'à l'obtention de moins de 100 ml). Ce surnageant, ainsi concentré, est traité avec l'éthanol (4 fois le volume) pendant 48 heures à 4 °C. Après une centrifugation à 5000 rpm pendant 15 minutes, le précipité est récupéré et séché à 45 °C (dans une étuve propre) afin d'obtenir l'extrait brut des polysaccharides (Ishurd *et al.*, 2002).

2. Calcul du rendement

Le rendement de l'extraction (R en %) est le rapport entre le poids de l'extrait sec obtenu (E) et le poids de la matière végétale sèche (M). Le rendement, exprimé en pourcentage, est calculé selon la formule : $R (\%) = (E/M) \times 100$ (Abdelaziz, 2013).

3. Evaluation de l'activité antioxydante

Généralement, les méthodes d'évaluation de l'activité antioxydante *in vitro* en utilisant de piègeurs des radicaux libres sont relativement simples à réaliser. Parmi ces méthodes, la méthode DPPH qui est rapide, simple et peu coûteux par rapport à d'autres tests. D'autre part, le test de décoloration ABTS qui est applicable à la fois pour les antioxydants hydrophiles et lipophiles (Alam et *al.*, 2017).

3.1. Test d'ABTS

Le protocole de piégeage du radical ABTS a été effectué en suivant la méthode de Wang et *al.*, (2014). Le radical cation (ABTS^{•+}) 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.

Au moment de l'utilisation, la solution ABTS^{•+} est diluée à une absorbance de 0,70 (± 0,02) à 734 nm. Ensuite, 0,2 mL de l'extrait, à des concentrations différentes est ajouté à 2 mL de la solution ABTS^{•+}. 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.

Le pourcentage (%) de piégeage du radical ABTS^{•+} s'exprime par l'équation :

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

Où :

A blanc est l'absorbance du blanc control (sans l'échantillon) ;

A échantillon est l'absorbance des différents échantillons testés

3.2. Test du DPPH

Le protocole de piégeage du radical DPPH a été effectué en suivant la méthode d'El-Haci et *al.*, (2013). Un volume de 50 µL de l'extrait, à des concentrations différentes est mélangé avec 1,950 mL de la solution DPPH (6 x 10⁻⁵ M, dans l'éthanol). Après avoir réagir pendant 30 minutes à température ambiante, l'absorbance est immédiatement mesurée à 515 nm. BHT et acide ascorbique ont été utilisés comme témoin positif avec les mêmes concentrations que les extraits.

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 blanc est l'absorbance du blanc control (sans l'échantillon) ;

A échantillon est l'absorbance des différents échantillons testés.

La valeur EC₅₀ (mg/mL) est la concentration à laquelle cette activité de piégeage est de 50%.

4. Caractérisation qualitative des extraits polysaccharidiques par chromatographie sur couche mince (CCM)

4.1. Principe

La chromatographie sur couche mince (CCM) est basée essentiellement sur des phénomènes d'adsorption et sur le principe de la capillarité. Lorsque la plaque sur laquelle on a déposé l'échantillon est placée dans la cuve chromatographique, l'éluant monte à travers la phase stationnaire (PhS). Mais, en fonction de sa densité, de sa solubilité dans la phase mobile et des forces électrostatiques retenant le composant sur la PhS, chaque composant de l'échantillon se déplace à sa propre vitesse dans l'absorbant. Le contenant sera une cuve chromatographique, à savoir un récipient habituellement en verre, de forme variable, fermé par un couvercle étanche. La phase mobile (PhM), également appelée éluant est un solvant (ou un mélange de solvants), qui progresse le long d'une phase dite « stationnaire », fixée sur un support, en entraînant les composants de l'échantillon (Sherma., 2006).

4.2. Méthode

Afin de déterminer la composition osidique d'un polysaccharide, on procède à son hydrolyse.

➤ Hydrolyse des liaisons glycosidiques:

25 mg de l'extrait brut de polysaccharides est hydrolysé par 2 mL d'acide trichloracétique 4M, à 80°C pendant 5 heures, dans des tubes fermés. Après refroidissement, l'hydrolysate est centrifugé à 2000 g pendant 5mn. Le surnageant est récupéré. L'acide est évaporé à l'aide d'un dessiccateur sous vide. Une fois l'hydrolyse effectuée, les monosaccharides libérés, sont analysés par chromatographie sur couche mince (CCM).

➤ Préparation des solutions standards:

25 mg de chaque ose dont le galactose, l'arabinose, le glucose, le mannose et le fructose, est dissous dans 2,5 mL d'eau distillée.

➤ Types des plaques :

Ce sont des plaques prêtes à l'emploi, de gel de silice de 0,25 mm d'épaisseur sur feuille d'aluminium qu'ils sont activés avant l'utilisation dans l'étuve à 100°C pendant 5 min.

➤ Préparation de phase mobile :

Elle est constituée de butanol- acide acétique-eau dans les proportions de 2-1-1 (Paulsen et *al.*, 2002).

➤ **Réalisation de CCM et révélation**

A 1,5 cm du bas de la plaque, on dépose à intervalles réguliers sur une même plaque une série des étalons ainsi que la solution d'hydrolysate, 10 µL de chaque solution correspondant, on introduit la plaque dans une cuve étanche dont l'atmosphère est saturée par le mélange de la phase mobile. Le développement du chromatogramme est effectué de façon ascendante jusqu'à le front. Après séchage, la révélation du chromatogramme est faite en pulvérisant sur la plaque le réactif de Molisch (pour 100 mL : 0,25 g d' α -naphthol, 50 mL d'éthanol et 50 mL d'acide sulfurique à 20%), et en séchant à l'étuve à 105°C pendant 10 à 15 min. Le rapport frontal (R_f) est calculé pour chaque constituant (Boual et *al.*, 2011).

5. Analyse des données :

Les résultats des tests effectués sont exprimés en moyenne de deux essais. Les courbes de l'activité antioxydante des extraits et des antioxydants standards (acide ascorbique et BHT) sont effectuées à l'aide de Microsoft Excel 2010.

Chapitre IV:
Résultats et discussion

I. Rendement

Les rendements en polysaccharides pour les trois variétés des dattes étudiées sont indiqués dans la figure n°14.

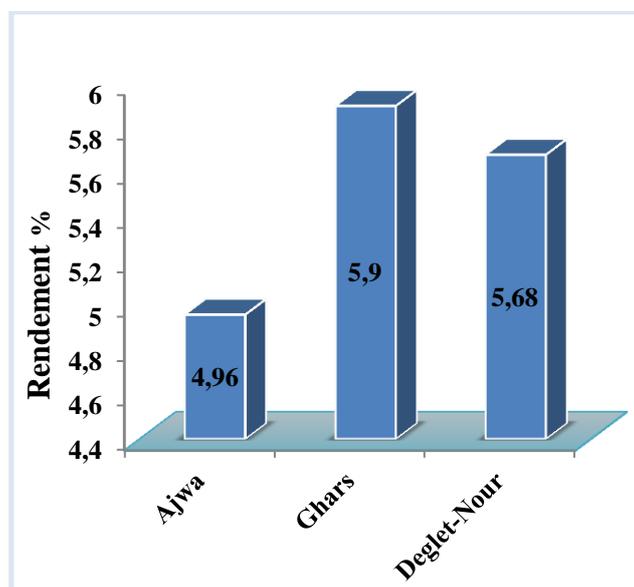


Figure n°14 : Rendement en polysaccharides bruts de trois variétés de l'espèce *Phoenix dactylifera*

D'après les résultats obtenus, les variétés Elgharss et Deglet Nour présentent les rendements en polysaccharides les plus élevés de 5,9 % et 5,68 % respectivement en comparant avec celui de la variété Ajwa qui est de 4,96 %.

Le rendement dépend des différentes conditions expérimentales telles que le mode d'extraction (décoction, infusion ou par macération,...), le volume et le degré de pureté d'alcool utilisé dans la précipitation (Mehellou et *al.*, 2017).

Selon Jin et *al.*, (2012) l'extraction classique par l'eau chaude combiné avec de quelques méthodes supplémentaires telles que: les microondes, est largement utilisée pour l'extraction des polysaccharides des olives. Ces méthodes peuvent réduire la consommation des solvants et améliorer le rendement des polysaccharides. même résultat sont trouvés par Afshari et *al.*, (2015).

II. Evaluation de l'activité antioxydante

Plusieurs méthodes sont utilisées pour évaluer *in vitro* l'activité antioxydante par piégeage des différents radicaux, comme les peroxydes ROO•; les ions ferriques; les radicaux ABTS• ou le radical libre DPPH• (Popovici., 2009). Parmi ces différentes méthodes, les tests ABTS et DPPH sont les deux méthodes qui ont été prises en considération pour l'évaluation de l'activité antioxydante des extraits des polysaccharides des dattes étudiées dans ce travail. A des fins comparatives, deux antioxydants standards ont été utilisés, la vitamine C (acide

ascorbique) et l'hydroxytoluène butylé (BHT). La présentation graphique des résultats obtenus de l'activité antioxydante est présentée dans la figure n°15 et 16.

1. Test d'ABTS

Cette méthode donne une mesure de l'activité antioxydante des composés, déterminée par la décoloration de l'ABTS^{•+}, en mesurant la perte de couleur lorsqu'un antioxydant est ajouté au chromophore bleu-vert ABTS^{•+} qui est un radical stable non trouvé dans le corps humain. L'antioxydant réduit l'ABTS^{•+} à l'ABTS et le décolore (Alam et *al.*, 2013).

Comme le montre la figure n°15, l'extrait des polysaccharides des différentes variétés étudiées présentent un potentiel à piéger le cation radical ABTS^{•+}. L'extrait de Deglet Nour inhibe le radical ABTS^{•+}, de façon plus importante par rapport aux autres extraits. Ceci est démontré par l'allure exponentielle. L'acide ascorbique est un excellent donneur d'électron par rapport aux extraits.

Ces profils d'activité anti-radicalaire obtenus révèlent que les extraits possèdent une activité anti-radicalaire dose-dépendante.

L'ordre décroissant de l'activité anti-radicalaire contre ABTS^{•+} des extraits des polysaccharides et des standards est :

Acide ascorbique > BHT > Deglet Nour > Ajwa > Elgharss

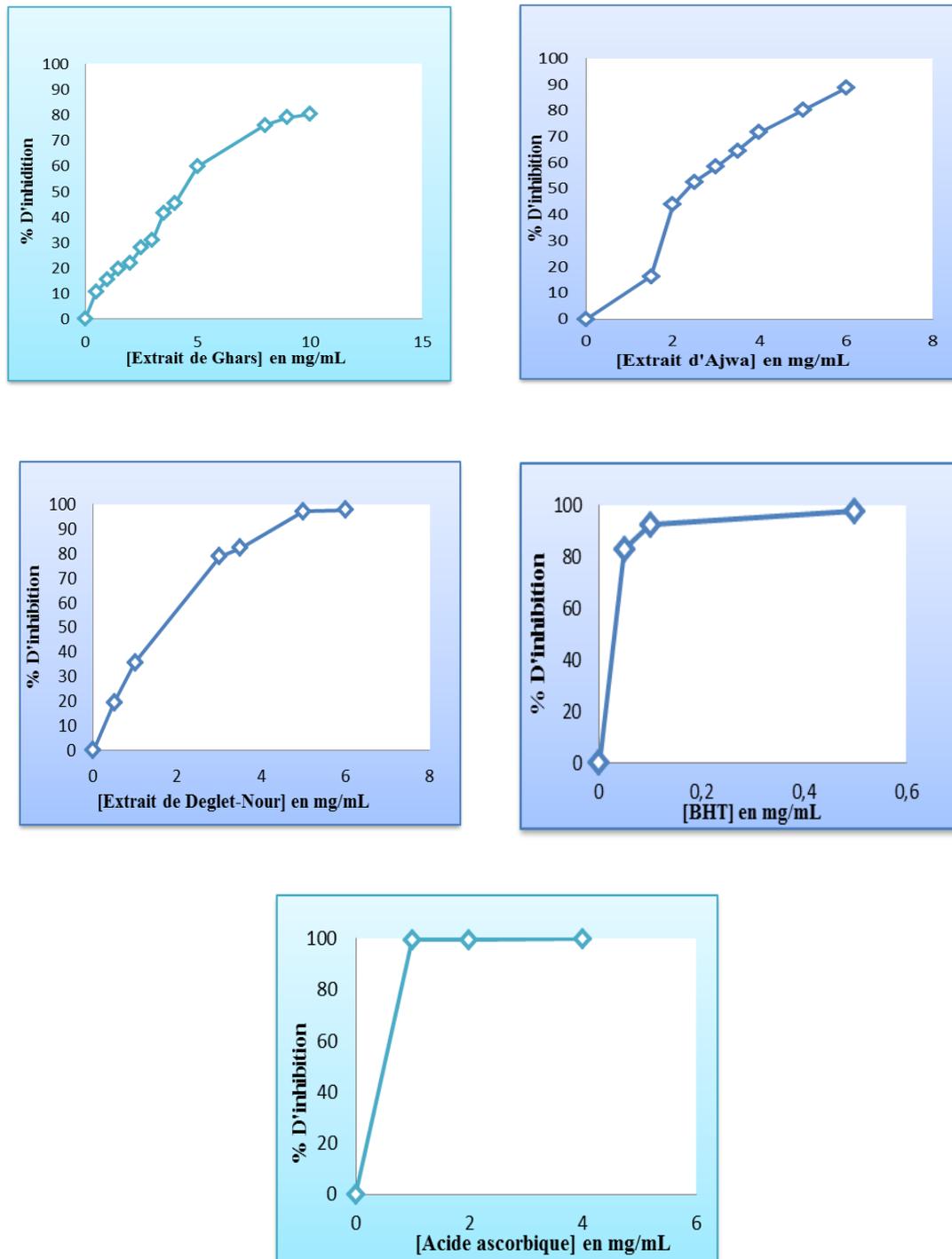


Figure n°15 : Présentations graphiques des pourcentages d'inhibition d'ABTS en fonction de concentration des extraits des polysaccharides.

2. Test du DPPH

Le test de DPPH est une méthode fréquemment utilisée pour évaluer le potentiel antioxydant de différents composés naturels vue sa rapidité, sa fiabilité et son faible coût (Senthilkumar et *al.*, 2012). Les résultats du pouvoir anti-radicalaire, des extraits des polysaccharides des dattes étudiées, exprimés en pourcentage d'inhibition du radical DPPH sont illustrés dans la figure n°16.

D'après la figure on constate que les allures des courbes sont différentes d'un extrait à un autre et que le taux de réduction du DPPH augmente avec l'augmentation de la concentration de l'extrait.

Dans le but d'une comparaison entre le pouvoir antioxydant des extraits de polysaccharides de dattes ; les valeurs EC_{50} ont été calculées où EC_{50} est la concentration exigée pour réduire la concentration de DPPH de 50% dans les conditions expérimentales. L' EC_{50} d'un composé est inversement lié à son capacité antioxydante, Une faible EC_{50} indique l'activité antioxydante la plus élevée (Do et *al.*, 2013).

Les valeurs de l' $EC_{50} \pm$ l'Ecartype pour chaque extrait ainsi que celle du standard, sont respectivement la variété Ajwa $7,74 \pm 0,02$ mg/mL, la variété Elgharss $14,78 \pm 0,013$ mg/mL, la variété Deglet Nour $3,04 \pm 0,09$ mg/mL et les standards l'acide ascorbique et BHT $0,13$ mg/mL, $4,83$ mg/mL respectivement.

Donc l'ordre décroissant de l'activité anti radicalaire des extraits des polysaccharides et les deux standards est : *Acide ascorbique* > *Deglet Nour* > *BHT* > *Ajwa* > *Elgharss*

Pour les deux tests ABTS et DPPH, les extraits bruts des polysaccharides présentent une activité anti-radicalaire notamment l'extrait de la variété Deglet Nour et l'Ajwa.

Xu et *al.*, (2017) suggèrent que le résultat de l'activité antioxydante in vitro dépend largement du test de piégeage choisi, parce que les différents tests in vitro à un mécanisme différent et l'activité de l'antioxydant a été attribuée à divers mécanismes.

Selon Allaith (2008), les facteurs affectant les propriétés antioxydantes comprennent la génétique, les conditions de croissance et environnementales, les maladies et le traitement de la plante.

Ishrud et *al.*, (2001_a), Ishrud et *al.*, (2001_b), Ishrud et *al.*, (2002) ont isolé et étudié des polysaccharides à partir de graines de dattes. Ils ont caractérisé les polysaccharides de type galactomannane, l'hétéroxylane et le glucomannane. Des fruits de la pulpe, Haq et Gomes (1977) ont isolé un xylane et Ishrud et *al.*, (2002) ont purifié un glucane linéaire qui montre des liaisons de mélange (1→3) et (1→4). Plus récemment, Ishrud et *al.*, (2004), Ishrud et Kennedy (2005) ont rapporté que ce glucan présentait une activité antitumorale puissante.

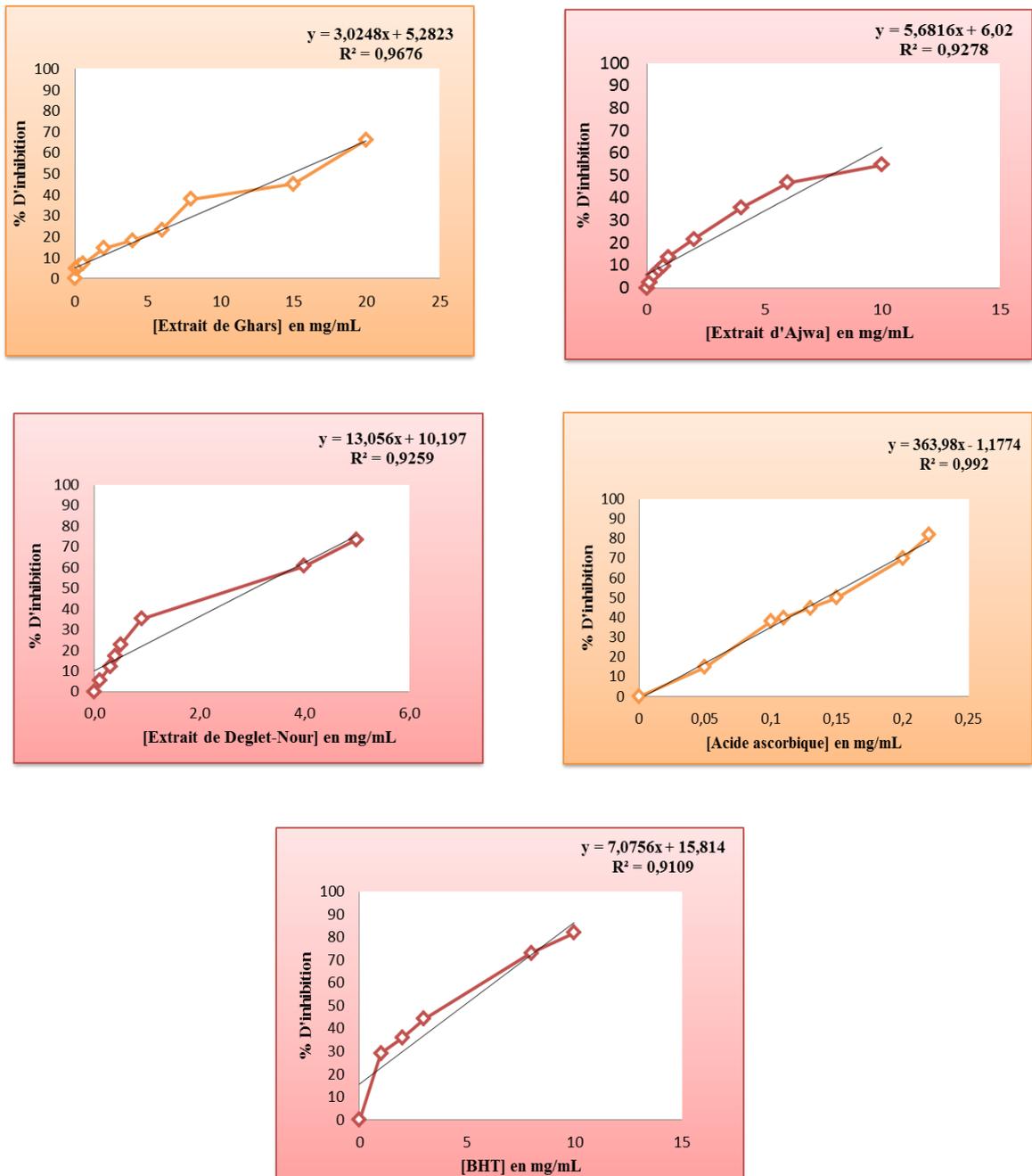


Figure n°16 : Présentations graphiques des pourcentages d'inhibition du DPPH en fonction de concentration des extraits des polysaccharides

3. Analyse statistique

Afin de tester l'influence de la concentration de chaque variété de dattes par rapport l'activité antioxydante, nous avons effectué une analyse de covariance par logiciel XLSTAT 2014. D'après le test de normalité, nos données suivent une loi normale (Annexe n°05).

Pour les deux tests quelque soit ABTS ou bien le DPPH, une différence hautement significative ($p < 0.001$) a été observée (Annexe n°06).

III. Caractérisation qualitative des extraits polysaccharidiques par CCM

L'analyse qualitative par chromatographie sur couche mince (CCM) a permis de caractériser les différents hydrolysats de polysaccharides bruts isolés des de trois variétés des dattes étudiés au stade Tmar. La comparaison des rapports frontaux des taches apparues avec ceux des étalons détermine la nature des oses constitutifs (Figure n°17).

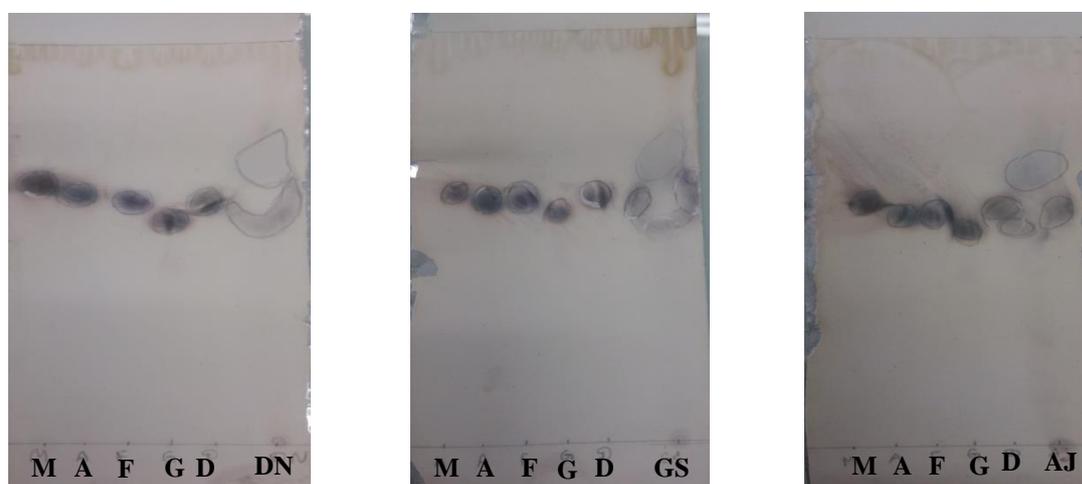


Figure n°17 : Chromatogramme des hydrolysats de polysaccharides des trois variétés des dattes étudiées

M : mannose ; A : arabinose F : fructose G: galactose D: glucose
 DN: Deglet-Nour GS : Elgharss AJ : Ajwa

D'après la figure les taches correspondent à nos extraits ne sont pas bien séparées peuvent être la substitution de l'acide trifluoroacétique (TFA) par l'acide trichloracétique (TCA) ou bien car les sucres standards ont des R_f proches. Il est observé que les trois extraits présente une grande tâche ne correspond a aucun sucre et présente le même R_f .

L'hydrolyse totale est effectuée par l'acide trifluoroacétique (TFA). L'acide trifluoroacétique est utilisé à la place de l'acide sulfurique ou de l'acide chlorhydrique dans l'analyse des polysaccharides non celluloses. Il s'agit d'un acide de force similaire mais sa volatilité permet de l'éliminer par évaporation ou lyophilisation. Le TFA hydrolyse les

liaisons glycosidiques sans causer des destructions massives des composants de monosaccharides résultants (Morrison et Stewart, 1998).

Mehellou et *al.*, (2017) montre que l'extrait brut de polysaccharides des dattes Deglet Nour au stade Tamar renferme des hétéro-polysaccharides constitués majoritairement de glucose, de galactose, de xylose, d'arabinose et de fructose. Ainsi qu'il renferme des oses acides constitués majoritairement de l'acide galacturonique.

Ainsi que Benagga et Daddi Addoun (2016) ont trouvés des résultats similaires pour la même variété aux stades Loulou et Tmar.

Dans l'étude de Boual et *al.*, (2011), la détermination de la composition en oses constitutifs de l'extrait brut de polysaccharides hydrosolubles des feuilles d'*A. tenuifolius* par CCM, montre une hétérogénéité et une diversité des oses neutres et acides, pentoses et hexoses. Et l'analyse par chromatographie échangeuse d'anions de haute performance montre une prédominance de mannose, de glucose, de l'acide glucuronique et d'arabinose.

Conclusion

Conclusion

Dans le cadre de développement des antioxydants naturels et leur rôle dans la prévention des maladies causées par le stress oxydatif, les extraits bruts des polysaccharides de trois variétés des dattes (*Elgharss*, *Deglet-Nour* et *Ajwa*) ont été testés pour leur éventuelle activité antiradicalaire en utilisant la méthode de radical DPPH et le test ABTS.

Les polysaccharides des dattes étudiées a été extraire par la méthode classique de l'eau chaude suivi par la précipitation dans l'éthanol, exprimant des rendements range de 4,9 à 5,9%. La variété *Elgharss* exprime le rendement le plus élevé.

Les tests de l'activité antioxydante montrent que la variété *Deglet Nour* possède l'activité antiradicalaire la plus élevée, et la variété *Elgharss* est le moins malgré leur richesse en polysaccharides. Cela peut expliquer par la nature des glucides présents dans l'extrait.

Une caractérisation de contenue glucidique des extraits polysaccharidiques par CCM a été réalisés en présence des composés étalons.

Les dattes sont connues pour leur grande valeur nutritive car elles sont riches en hydrocarbures, y compris les fibres alimentaires et les minéraux, tels que le calcium, le fer, le magnésium, le phosphore, le potassium et le zinc. Des études récentes indiquent que les extraits aqueux de dattes ont un pouvoir antioxydant et une activité antimutagène.

En perspective, des essais complémentaires doivent être réalisés inclut :

- ✓ Utilisation des autres variétés des dattes,
- ✓ Évaluation des autres activités biologiques-t-elle que l'activité antibactérienne et antifongique par ex,
- ✓ Comparaison ces résultats avec des autres polysaccharides de différents origine (Algues, fruits, végétal.....)
- ✓ Évaluation de l'activité des polysaccharides des dattes sur des modelés animaux (*in vivo*).

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- Abdelaziz, M., 2013. Caractérisation, activité antimicrobienne et antioxydante des huiles essentielles de trois espèces de sauges (*Salvia algeriensis*, *Salvia argentea* et *Salvia barrelieri*). Institut des Sciences Agronomiques. Université Hassiba Ben Bouali, Chlef, p. 118.
- Aberlenc Bertossi, F., 2010. Biotechnologies du palmier dattier: actes du 3ème séminaire du réseau AUF-BIOVEG.
- Absi, R., 2013. Analyse de la diversité variétale du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.): Cas des Ziban (Région de Sidi Okba). Université Mohamed Khider-Biskra.
- Afonso, V., Champy, R., Mitrovic, D., Collin, P., Lomri, A., 2007. Radicaux libres dérivés de l'oxygène et superoxydes dismutases: rôle dans les maladies rhumatismales. *Revue du Rhumatisme* 74, 636–643.
- Afshari, K., Samavati, V., Shahidi, S.-A., 2015. Ultrasonic-assisted extraction and in-vitro antioxidant activity of polysaccharide from *Hibiscus* leaf. *International Journal of Biological Macromolecules* 74, 558-567.
- Alam, M.N., Bristi, N.J., Rafiquzzaman, M., 2013. Review on *in vivo* and *in vitro* methods evaluation of antioxidant activity. *Saudi Pharmaceutical Journal* 21, 143-152.
- Albano, P.-O., 2006. La connaissance des palmiers---culture et utilisation.
- Al-Farsi, M.A., Lee, C.Y., 2008. Nutritional and functional properties of dates: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 48, 877-887.
- Allaith, A.A.A., 2008. Antioxidant activity of Bahraini date palm (*Phoenix dactylifera* L.) fruit of various cultivars. *International Journal of Food Science & Technology* 43, 1033-1040.
- Al-Shahib, W., Marshall, R.J., 2003. The fruit of the date palm: its possible use as the best food for the future?. *International Journal of Food Sciences and Nutrition* 54, 247-259.
- Ashraf, Z., Hamidi-Esfahani, Z., 2011. Date and date processing: a review. *Food Reviews International* 27, 101-133.
- Baliga, M.S., Baliga, B.R.V., Kandathil, S.M., Bhat, H.P., Vayalil, P.K., 2011. A review of the chemistry and pharmacology of the date fruits (*Phoenix dactylifera* L.). *Food Research International* 44, 1812-1822.
- Barros, L; Falcão, S., Baptista, P., Freire, C., Vilas-Boas, M., Ferreira, IC.F.R., 2008_a. Antioxidant activity of *Agaricus* sp. mushrooms by chemical, biochemical and electrochemical assays. *Food Chemistry* 111, 61–66.
- Barros, L., Venturini, BA., Baptista, P., Estevinho, LM., Ferreira, IC. F. R., 2008_b. Chemical composition and biological properties of Portuguese wild mushrooms: a comprehensive study. *J. Agric. Food Chem* 56, 3856–3862.

Références bibliographiques

- Bastway Ahmed, M., Hasona, N., Selemain, A., 2010. Protective effects of extract from dates (*Phoenix dactylifera* L.) and ascorbic acid on thioacetamide-induced hepatotoxicity in rats. Iranian Journal of Pharmaceutical research, 193-201.
- 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.
- Benagga, S., Daddi Addoun, N., 2016. Etude physico-chimique et biochimique de polysaccharides extraits de la variété Deglet Nour de dattes demie molles selon deux stades phénologiques. Université Kasdi Merbah Ouargla.
- Bendahou, A., Habibi, Y., Kaddami, H., Dufresne, A., 2009. Physico-chemical characterization of palm from *phoenix dactylifera*-L, preparation of cellulose whiskers and natural rubber-based nanocomposites. Journal of Biobased Materials and Bioenergy 3, 81-90.
- Benhammou, N., Bekkara, F.A., Coustard, J.-M., 2009_a. Antioxidant activity of methanolic and water extracts from *Marrubium deserti* (De Noë) and *Thymelaea microphylla* from Algerian Sahara. Advances in Food Sciences 31, 194.
- Benhammou, N., Bekkara, F.A., Panovska, T.K., 2009_b. Antioxidant activity of methanolic extracts and some bioactive compounds of *Atriplex halimus*. Comptes Rendus Chimie 12, 1259-1266.
- Birben, E., Sahiner, UM., Sackesen, C., Erzurum, S., Kalayci, O., 2012. Oxidative stress and antioxidant defense. WAO Journal 5, 9–19.
- Booij, I., Piombo, G., Risterucci, J., Coupe, M., Thomas, D., Ferry, M., 1992. Etude de la composition chimique de dattes à différents stades de maturité pour la caractérisation variétale de divers cultivars de palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.). Fruits 47, 667-678.
- Boual, Z., Kemassi, A., Michaud, P., Ould, E.H.M., 2011. Caractérisation partielle des polysaccharides hydrosolubles des feuilles d'*Asphodelus tenuifolius* cavan (liliaceae): effet prébiotique des oligosaccharides issus de l'hydrolyse des polysaccharides. Algerian Journal of Arid Environment 1, 52-60.
- Bourgeois, C F., 2003. Les vitamines dans les industries agroalimentaires. Lavoisier. 3 ème édition. 708 pages
- Celep, E; Aydın, A; Yesilada, E., 2012. A comparative study on the *in vitro* antioxidant potentials of three edible fruits: Cornelian cherry, Japanese persimmon and cherry laurel. Food and Chemical Toxicology 50, 3329–3335.
- Chao, C.T., Krueger, R.R., 2007. The date palm (*Phoenix dactylifera* L.): overview of biology, uses, and cultivation. Hort Science 42, 1077-1082.

Références bibliographiques

- Cheung, L.M., Cheung, Peter C.K., Vincent E.C. Ooi., 2003. Antioxidant activity and total phenolics of edible mushroom extracts. *Food Chemistry* 81, 249–255.
- Devasagayam, TPA., Tilak, JC., Boloor, KK., Sane, Ketaki S., Ghaskadbi, Saroj S., Lele, RD., 2004. Free radicals and antioxidants in human health: current status and future prospects. *JAPI* 52, 794-804.
- Dimitrios, B., 2006. Sources of natural phenolic antioxidants. *Trends Food Sci.Technol* 17, 505–512.
- Djerbi, M., 1994. Précis de phéniculture. Rome, FAO: 191.
- Do, QD., Angkawijaya, AE., Lan T-N, Phuong., Huong Huynh, L., Edi Soetaredjo, F., Ismadji, S., Ju, Y-H., 2013. Effect of extraction solvent on total phenol content, total flavonoids content, and antioxidant activity of *Limnophila aromatica*. *Journal of Food and Drug Analysis*. 1-7.
- El Hadrami, I., El Hadrami, A., 2009. Breeding date palm. Breeding plantation tree crops: tropical species. Springer, pp. 191-216.
- El-Agamey, A., Lowe, GM., McGarvey, DJ., Mortensen, A., Phillip, DMV., George Truscott, T., Young, AJ., 2004. Carotenoid radical chemistry and antioxidant/pro-oxidant properties. *Archives of Biochemistry and Biophysics* 430, 37–48.
- 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 aretoides* Coss. & Moq. from Algerian Sahara. *Pharmacognosy Journal* 5, 108-112.
- El-Sohaimy, S., Hafez, E., 2010. Biochemical and nutritional characterizations of date palm fruits (*Phoenix dactylifera* L.). *J Appl Sci Res* 6, 1060-1067.
- Espiard, E., 2002. Introduction à la transformation industrielle des fruits. Éditions Tec & Doc.
- FAO-ONU., 2013. Production alimentaire: dattes (tonnes) : <http://perspective.usherbrooke.ca/bilan/stats/0/2013/fr/5/carte/RSA.FAO.Dates/x.html>
- Favier, A., 2003. Le stress oxydant, intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique. Mécanismes biochimiques. L'actualité chimique. p : 109-113.
- Garcerán, T., 2007. Le grand livre des palmiers : espèces et variétés, culture, prévention et traitement des maladies. Paris, De Vecchi.
- Ghania, A., 2017. Extraction, caractérisation partielle et activités biologiques des polysaccharides des noyaux des dattes; variété Ghars. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie. Université Kasdi Merbah- Ouargla.
- Ghnimi, S., Umer, S., Karim, A., Kamal-Eldin, A., 2017. Date fruit (*Phoenix dactylifera* L.): an underutilized food seeking industrial valorization. *NFS Journal* 6, 1-10.

Références bibliographiques

- Griendling, K.K., FitzGerald, G.A., 2003. Oxidative stress and cardiovascular injury Part I: basic mechanisms and *in vivo* monitoring of ROS. *Circulation*. 108 :1912–1916.
- Griendling, K.K., Sorescu, D., Ushio-Fukai, M., 2000. NAD(P)H oxidase : role in cardiovascular biology and disease. *Circulation research* 86, 494-501.
- Haq, O. N., & Gomes, J., 1977. Studies on xylan from date fruits (*Phoenix dactylifera*). *Bangladesh Journal of Scientific and Industrial Research*, 12(1–2), 76–80.
- Hong, Y.J., Tomas-Barberan, F., Kader, A.A., Mitchell, A.E., 2006. The flavonoid glycosides and procyanidin composition of Deglet Noor dates (*Phoenix dactylifera*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 54, 2405-2411.
- Ishrud, O., Zahid, M., Ahmad, V. U., & Pan, Y., 2001_a. Isolation and structure analysis of a glucomannan from the seeds of Libyan dates. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(8), 3772–3774.
- Ishrud, O., Zahid, M., Zhou, H., & Pan, Y., 2001_b. A water-soluble galactomannan from the seeds of *Phoenix dactylifera* L. *Carbohydrate Research*, 335(4), 297–301.
- Ishurd, O., Kennedy, J.F., 2005. The anti-cancer activity of polysaccharide prepared from Libyan dates (*Phoenix dactylifera* L.). *Carbohydrate Polymers* 59, 531-535.
- Ishurd, O., Sun, C., Xiao, P., Ashour, A., Pan, Y., 2002. A neutral B-D-glucan from dates of the date palm, *Phoenix dactylifera* L. *Carbohydrate Research* 337, 1325–1328.
- Ishurd, O., Zgheel, F., Kermagi, A., Flefla, M., & Elmabruk, M., 2004. Antitumor activity of b-D-glucan from Libyan dates. *Journal of Medicinal Food*, 7(2), 252–255.
- Ji, X., Peng, Q., Yuan, Y., Shen, J., Xie, X., Wang, M., 2017. Isolation, structures and bioactivities of the polysaccharides from jujube fruit (*Ziziphus jujuba* Mill.): A review. *Food Chemistry* 227, 349-357.
- Jin, M., Zhao, K., Huang, Q., Xu, C., Shang, P., 2012. Isolation, structure and bioactivities of the polysaccharides from *Angelica sinensis* (Oliv.) Diels: A review. *Carbohydrate Polymers* 89, 713-722.
- Kapur, C., Kapoor, H. C., 2001. Antioxidants in fruits and vegetables: the millénium's health. *Int. J. Food Sci. Technol* 36, 703–725.
- Khalid, S., Khalid, N., Khan, R.S., Ahmed, H., Ahmad, A., 2017. A review on chemistry and pharmacology of Ajwa date fruit and pit. *Trends in Food Science & Technology* 63, 60-69.
- Lampi, A.M., 2011. Analysis of tocopherols and tocotrienols and by HPLC. Selected topics in the analysis of lipids.

Références bibliographiques

- Liu, J., Willför, S., Xu, C., 2015. A review of bioactive plant polysaccharides: biological activities, functionalization, and biomedical applications. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre* 5, 31-61.
- Mahmoudi, S., Khali, M., Mahmoudi, N., 2013. Etude de l'extraction des composés phénoliques de différentes parties de la fleur d'artichaut (*Cynara scolymus* L.). *Nature & Technology*, 35.
- Marc, F., Davin, A., Deglene-Benbrahim, L., Ferrand, C., Baccaunaud, M., Fritsch, P., 2004. Méthodes d'évaluation du potentiel antioxydant dans les aliments. *Médecine/Sciences* 20, 458-463.
- Matthews, S., Mila, I., Scalbert, A., Donnelly, M.X., 1997. Extractable and non-extractable proanthocyanidins in barks. *Phytochemistry* 45, 405–410.
- Meenakshi, S., Manicka Gnanambigai, D., Tamil Mozhi, S., Arumugam, M., Balasubramanian, T., 2009. Total flavanoid and *in vitro* antioxidant activity of two seaweeds of Rameshwaram coast. *Global Journal of Pharmacology* 3, 59-62.
- Mehellou, Z., Boual, Z., Benagga, S., Daddi Addoun, N., Michaud, P., Ould El Hadj, M.D., 2017. Etude des polysaccharides hydrosolubles et alcalisolubles extraits des dattes demies molles de la variété Deglet Nour de *Phoenix dactylifera* L. récoltée au Sahara septentrional Est algérien.
- Morrison, I.M., Stewart, D., 1998. Plant cell wall fragments released on solubilisation in trifluoroacetic acid. *Phytochemistry* 49, 1555-1563.
- Nadal, B., 2010. Synthèse et évaluation de nouveaux agents de protection contre les rayonnements ionisants. Faculté des sciences d'ORSAY. Paris, Université PARIS SUD XI. Doctorat: 134-135.
- Negre-Salvayre, A., Salvayre, R., 2005. Effet protecteur des acides gras contre le stress oxydatif : Implication en physiopathologie vasculaire. *OCL* 12., 433-438.
- Neo, Y.P., Ariffin, A., Tan, C.P., Tan, Yew.A., 2010. Phenolic acid analysis and antioxidant activity assessment of oil palm (*E. guineensis*) fruit extracts. *Food Chemistry* 122, 353–359.
- Öztürk, R., Bozkaya, L.A., Atav, E., Sağlam, N., Tarhan, L., 1999. Purification and characterization of superoxide dismutase from *Phanerochaete chrysosporium*. *Enzyme and microbial technology* 25, 392–399.
- Palacios, I., Lozano, M., Moro, C., D'Arrigo, M., Rostagno, M.A., Martínez, J.A., García-Lafuente, A., Guillamón, E., Villares, A., 2011. Antioxidant properties of phenolic compounds occurring in edible mushrooms. *Food Chemistry* 128, 674–678.

Références bibliographiques

- Paulsen, B. S., Olafsdottir, E. S., Ingolfsson, K., 2002. Chromatography and electrophoresis in separation and characterization of polysaccharides from lichens. *Journal of Chromatography A* 967, 163–171.
- Popovici, C., Saykova, I., Tylkowski, B., 2010. Evaluation de l'activité antioxydant des composés phénoliques par la réactivité avec le radical libre DPPH.
- Saafi, E.B., Louedi, M., Elfeki, A., Zakhama, A., Najjar, M.F., Hammami, M., Achour, L., 2011. Protective effect of date palm fruit extract (*Phoenix dactylifera* L.) on dimethoate induced-oxidative stress in rat liver. *Experimental and Toxicologic Pathology* 63, 433-441.
- Salem, S.A.; Hegazi, S.M., 1971. Chemical composition of the Egyptian dry dates. *J. Sci. Food Agr* 22, 632–633.
- Schillaci, C., Nepravishtaa, R., Bellomaria, A., 2013. Antioxidants in food and pharmaceutical research. *Albanian Journal of Pharmaceutical Sciences* 1, 15-25.
- Sedra, M.H., 2003. Le palmier dattier base de la mise en valeur des oasis au Maroc. Maroc: INRA Édition.
- Senthilkumar, P., Sudha, S., 2012. Antioxidant and antibacterial properties of methanolic extract of green seaweed *Chaetomorpha linum* from Gulf of Manner : South east coast of India. *Jundishapur J Microbiol* 5, 411-415.
- Shalaby, Emad. A., Shanab, Sanaa M.M., 2013. Antioxidant compounds, assays of determination and mode of action. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology* 7(10), 528-539.
- Sherma, J., 2006. Thin - Layer Chromatography. Wiley Online Library.
- Sidab., 2017. 3^{ème} édition du Salon International de la Datte de Biskra « SIDABTECH » : https://sidab.caci.dz/?page_id=427
- Surh, Y.J., Packer, L., 2005. Oxidative stress, inflammation, and health. Taylor & Francis Group. P: 2-3.
- Tessier, F., Marconnet, P., 1995. Radicaux libres, systèmes antioxydants et exercice. *Science & sports* 10, 1-13.
- Toutain, G., 1967. Le palmier dattier culture et production. *Al Awamia* 25, 84-151..
- Valko, M., Rhodes, C.J., Moncol, J., Izakovic, M., Mazur, M., 2006. Free radicals, metals and antioxidants in oxidative stress-induced cancer. *Chemico-Biological Interactions* 160, 1–40.
- Vayalil, P.K., 2002. Antioxidant and antimutagenic properties of aqueous extract of date fruit (*Phoenix dactylifera* L. Areaceae). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50, 610-617.

Références bibliographiques

- Vayalil, P.K., 2012. Date fruits (*Phoenix dactylifera* Linn): an emerging medicinal food. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 52, 249-271.
- Vélez-Alavez, M; Méndez-Rodríguez, LC; De Anda Montañez, JA; Mejía, C.H; Galván-Magaña, F; Zenteno-Savín, T., 2014. Vitamins C and E concentrations in muscle of elasmobranch and teleostfishes. *Comparative Biochemistry and Physiology, Part A* 170, 26–30.
- Vijay, P., Vimukta, S., 2014. The role of natural antioxidants in oxidative stress induced Diabetes Mellitus. *Research Journal of Pharmaceutical Sciences* 3(4), 1-6.
- Voet, D., Voet, J.G., Domenjoud, L., 2016. *Biochimie*. De Boeck.
- Wang, Y., Liu, Y., Hu, Y., 2014. Optimization of polysaccharides extraction from *Trametes robiniophila* and its antioxidant activities. *Carbohydrate Polymers* 111, 324–332.
- Weinman, S., 2004. *Toute la biochimie*.
- Whistler, R.L., Corbett, W., 1957. Polysaccharides (1). *The Carbohydrates*. Elsevier, pp. 641-732.
- Wijesinghe, W., Jeon, Y.J., 2012. Biological activities and potential industrial applications of fucose rich sulfated polysaccharides and fucoidans isolated from brown seaweeds: A review. *Carbohydrate Polymers* 88, 13-20.
- Wong, J Y, Chye, FY., 2009. Antioxidant properties of selected tropical wild edible mushrooms. *Journal of Food Composition and Analysis* 22, 269–277.
- Xu, Y., Gao, Y., Zhong, M., Li, J., Cao, H., Huang, S., Wei, R., Zhang, K., 2017. Isolation, characterization and bioactivities of the polysaccharides from *Dicliptera chinensis* (L.) Juss. *International Journal of Biological Macromolecules* 101, 603-611.
- Yang, J.H., Lin, H.C., Mau, J.L., 2002. Antioxidant properties of several commercial mushrooms. *Food Chemistry* 77, 229-235.
- Zhang, W.W., Duan, X.J., Huang, H.L., Zhang, Y., Wang, B.G., 2007. Evaluation of 28 marine algae from the Qingdao coast for antioxidative capacity and determination of antioxidant efficiency and total phenolic content of fractions and subfractions derived from *Symphyclocladia latiuscula* (Rodomelaceae). *J Appl Phycol* 19, 97-108.
- Zhu, W., Xue, X., Zhang, Z., 2016. Ultrasonic-assisted extraction, structure and antitumor activity of polysaccharide from *Polygonum multiflorum*. *International Journal of Biological Macromolecules* 91, 132-142.

Annexe

Annexe n°01 : Teneur (%) en sucres de quelques variétés des dattes algériennes (Belguedj, 2002)

Constituant par apport à la matière sèche (%)	Type de datte					
	<i>Molle</i>		<i>Demi-molle</i>		<i>Sèche</i>	
	Elgharss	Tinicine	Deglet-Nour	Tafazoiune	Degla-Baida	Mech-Degla
Sucres totaux	85,28	54,30	71,37	56,90	74	80,07
Sucres réducteurs	80,68	48	22,81	47,70	42	20
Saccharose	04,37	05,30	46,11	8,74	30,36	51,40

Annexe n°02 : Teneur en acides aminés pour 100g des dattes fraîches de variété Deglet-Nour (Al-Farsi et Lee, 2008)

Acide aminé	Teneur en mg
Glutamate	359
Aspartate	213
Glycine	101
Arginine	136
Sérine	57
Lysine	66
Tyrosine	15
Leucine	84
Alanine	83
Tryptophane	12
Thréonine	43
Proline	130
Phénylalanine	50
Méthionine	22
Isoleucine	49
Histidine	32
Cystéine	67

Annexe n°03 : Composition vitaminique moyenne pour 100g de la datte Deglet-Nour (Al-Farsi et Lee, 2008)

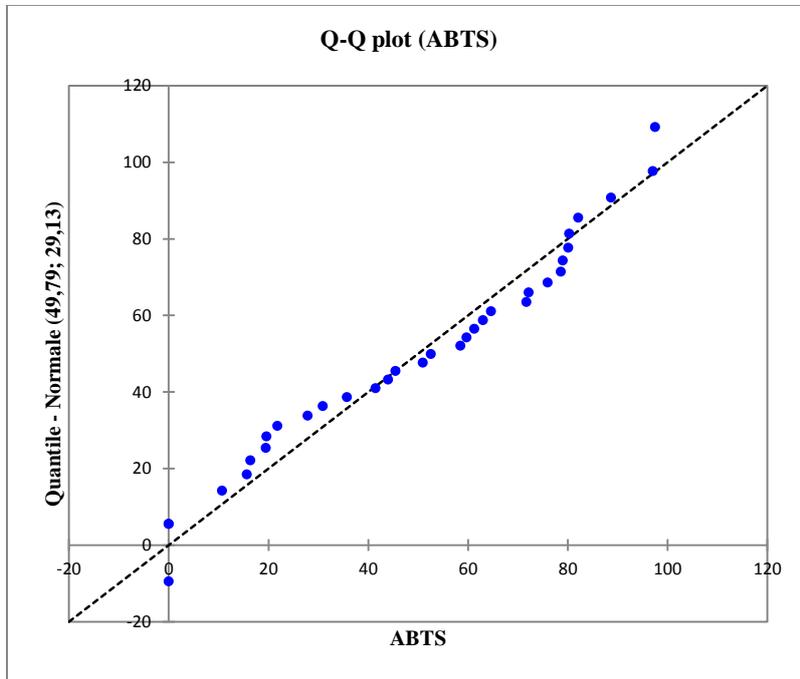
Vitamines	Teneur en µg
Vitamine C	400
Thiamine (B₁)	52
Riboflavine (B₂)	66
Niacine (B₃)	1274
Rétinol (A)	3
Pyridoxal (B₆)	165

Annexe n°04 : Composition minérale de 100 g de la datte fraîche (Al-Farsi et Lee, 2008)

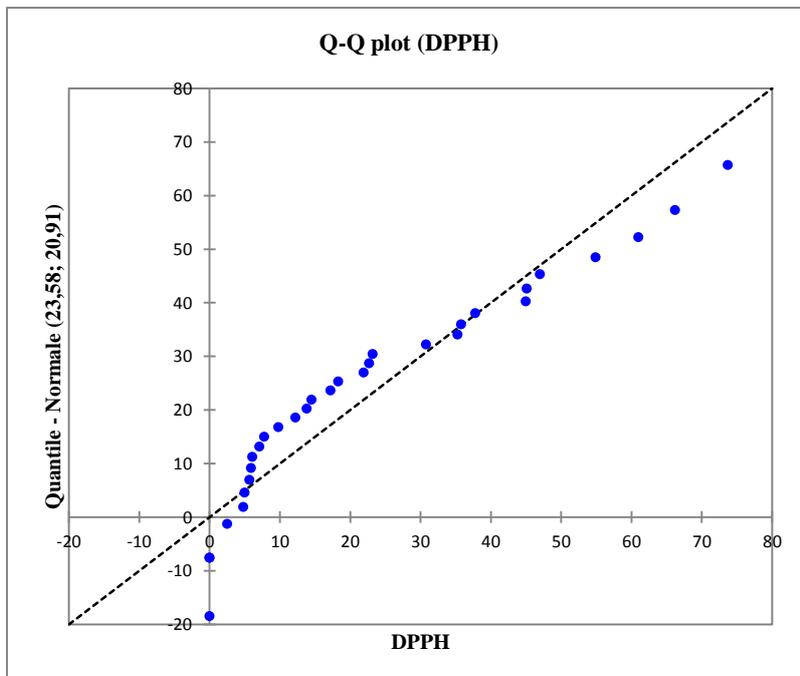
Élément	Teneur en mg
K	382
Zn	0,2
Ca	5
Mg	43
Fe	0,7
Na	76
Cu	0,2
Mn	0,2

Annexe n°05 : Test de normalité

1. ABTS :



2. DPPH :



Annexe n°06 :

- 1: Ajwa
- 2: Deglet-nour
- 3: Elgharss

1. ABTS

Statistiques descriptives :

Variable	Observations	Obs. avec données manquantes	Obs. sans données manquantes	Minimum
ABTS concentration 2 (mg/ml)	33	0	33	0,0000

Matrice de corrélation :

Variables	concentration 2 (mg/ml)	Variété-1	Variété-2	Variété-3	ABTS
concentration 2 (mg/ml)	1,0000	-0,0875	0,2745	-0,2194	0,7711
Variété-1	-0,0875	1,0000	-0,5590	-0,3750	0,0665
Variété-2	0,2745	-0,5590	1,0000	-0,5590	-0,2382
Variété-3	-0,2194	-0,3750	-0,5590	1,0000	0,1998
ABTS	0,7711	0,0665	-0,2382	0,1998	1,0000

Analyse de la variance : (P<0,0001) hautement significatif

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	3	23426,3847	7808,7949	49,5567	< 0,0001
Erreur	29	4569,6107	157,5728		
Total corrigé	32	27995,9955			

Calculé contre le modèle $Y = \text{Moyenne}(Y)$

2. DPPH

Statistiques descriptives :

Variable	Observations	Obs. avec données manquantes	Obs. sans données manquantes	Minimum
DPPH	31	0	31	0,0000
concentration 1 (mg/ml)	31	0	31	0,0000

Matrice de corrélation :

Variables	concentration 1 (mg/ml)	Variété-1	Variété-2	Variété-3	DPPH
concentration 1 (mg/ml)	1,0000	-0,0844	0,3352	-0,2587	0,7062
Variété-1	-0,0844	1,0000	-0,5118	-0,4762	-0,1202
Variété-2	0,3352	-0,5118	1,0000	-0,5118	-0,1010
Variété-3	-0,2587	-0,4762	-0,5118	1,0000	0,2236
DPPH	0,7062	-0,1202	-0,1010	0,2236	1,0000

Analyse de la variance : (P<0,0001) hautement significatif

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	3	9614,9092	3204,9697	21,9364	< 0,0001
Erreur	27	3944,7728	146,1027		
Total corrigé	30	13559,6819			

Calculé contre le modèle $Y = \text{Moyenne}(Y)$