

République Algérienne Démocratique et Populaire

Université Abdelhamid Ibn
Badis-Mostaganem
Faculté des Sciences de la
Nature et de la Vie



جامعة عبد الحميد بن باديس
مستغانم
كلية علوم الطبيعة و الحياة

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par

Damene Nour El Houda

Mecheri Sara

Pour l'obtention du diplôme de

Master en biologie

Spécialité:Pharmaco-Toxicologie

THÈME

**Revue bibliographique sur l'étude
phytochimique et l'activité
antioxydante des dattes Algériennes
(*Phoenix dactylifera* L.)**

DEVANT LE JURY

Présidente	Douichene salima	MCB	U. Mostaganem
Encadreur	Djebli Nouredine	Professeur	U. Mostaganem
Examinatrice	Rached wahiba	MCB	U. Mostaganem

Mémoire réalisé au laboratoire de recherche LPAP
Année universitaire : 2019-2020

Remerciements

Tout d'abord, nous remercions Allah, notre créateur de nous avoir donné les forces, la volonté et le courage afin d'accomplir ce travail modeste.

Le travail présenté dans ce mémoire a été réalisé au laboratoire de recherche pharmacognosie et Apithérapie.

La réalisation de ce mémoire a été possible grâce au recours de plusieurs personnes à qui on voudrait témoigner toute notre reconnaissance.

Nos vifs remerciements à tous les membres de jury, Mme «*Douïchen Salîma*», maître de conférence B au département de Biologie de l'université de Mostaganem d'avoir accepté d'assurer la présidence de jury, pour ses conseils et sa gentillesse, et Mme «*Rached Wahîba*» maître de conférence B au département de Biologie d'avoir bien voulu honorer de sa présence et examiner notre travail.

Nous tenons également à présenter nos remerciements les plus distingués à notre professeur & encadreur monsieur «*Djebli Nouredîne*» professeur au département de biologie de l'université de Mostaganem, et lui témoigner notre gratitude pour sa patience, son soutien, et surtout ses judicieux conseils, qui nous ont été précieux afin de mener notre travail à bon port.

On pense notamment à la doctorante «*Mme. Bendîab Hadjer*», qui nous a assisté tout au long de notre expérimentation, a répondu à nos questions et nous a donné accès à des informations utiles, pour son aide, sa disponibilité pour l'orientation, la confiance, la patience qui ont constitué un apport considérable sans lequel ce travail n'aurait pas pu être mené au bon port. Qu'elle trouve dans ce travail un hommage vivant à sa compétence professionnelle et sa haute personnalité de nous avoir fait part de son expérience et partager avec nous ses astuces indispensables.

A «*Mme. Medjahed Wahîba*» l'ingénieur de laboratoire (LPAP) pour ses conseils avisés.

Finalement, on remercie tout particulièrement nos proches, pour leur soutien et leur patience

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail

Aux deux êtres les plus chers au monde qui ont souffert nuit et jour

*Pour nous couvrir de leur amour : **mes parents***

A ma source de bonheur la prunelle de mes yeux ma chère mère.

A Mon père pour sa patience avec moi et son encouragement.

*A ma tante HALIMA, pour l'affection et l'amour qu'elle n'a donné le
courage et la force dans les moments les plus difficiles.*

A ma grande mère

A mes chères frères : youcef et Hakim

A mes chères sœurs : Samia ,Hadil

A toute ma famille

A mes amis les plus proche : Senia , Amel, Khadidja , SouhiLa,

Et Meriem

A tous ceux qui aiment la science

Sarra

Dédicaces

A mes plus chers au monde, à mes parents. A mon père, grâce à ton soutien, tes conseils, tes orientations, ton aide et tes prières que je suis là.

Espérant que je suis à la hauteur de tes pensées. Que dieu te donne de la santé et te protège pour nous.

A ma mère, grâce à ton amour, tes inquiétudes, tes sacrifices, tes encouragements, et tes prières que j'arrive là.

Espérant que tu es satisfaite de ta fille. Que dieu te donne de la santé et te garde pour nous.

Mes chères sœurs bouchra et kawthar et mes chères frère amine et djawed

A ma source de courge et de joie ,ma fillette hiba lina et son père madani

A tout ceux que j'aime et ceux qui m'aiment

Nour el houda

Résumé

Le stress oxydant serait la source de diverses pathologies et la conséquence de la présence excessive des radicaux libres dans l'organisme. Ces derniers sont des molécules contenant du dioxygène et sont à l'origine du processus naturel de l'oxydation des cellules. Les antioxydants synthétiques utilisés sont généralement d'origine carbochimique comme le BHA (Butylhydroxyanisole), le BHT (Butylhydroxytoluène). En revanche ces substances influent sur le système nerveux et augmentent le risque d'allergie et de certains cancers. Les plantes médicinales constituent des sources naturelles importantes grâce à une large variété des substances bioactives dont elles disposent. C'est dans ce sens que notre recherche fondamentale s'est orientée. En effet, l'objectif de notre travail est la valorisation du fruit dattier (*Phoenix dactylifera* L.) par les données des études antérieures. Ceci est établi par l'estimation qualitative et quantitative des composés phytochimiques, ainsi que l'évaluation de l'activité antioxydante de ce produit naturel. Les résultats des recherches précédentes ont mis en évidence la teneur intéressante des dattes en antioxydants (caroténoïdes, composés phénoliques, flavonols, flavonoïdes et tanins condensés). Les deux parties de dattes (pulpe et noyau) possèdent un potentiel antiradicalaire intéressant d'après différentes analyses effectuées (DPPH, FRAP, CAT, ORAC, blanchiment du β -carotène), celui-ci est comparable à celui des antioxydants synthétiques tels que le BHA (hydroxyanisolebutylé) et le BHT (hydroxytoluènebutylé). Enfin, on peut conclure par la présente recherche bibliographique que la datte constitue une source d'antioxydants naturels (polyphénols) qui peuvent être utilisés comme produits additifs en thérapeutique.

Mots clés : dattes, Phytochimie, activité antioxydante, polyphénols

Abstract

Oxidative stress is said to be the source of various pathologies and the consequence of the excessive presence of free radicals in the body. The latter are molecules containing oxygen and are at the origin of the natural process of oxidation of cells. The synthetic antioxidants used are generally of carbochemical origin such as BHA (Butylhydroxyanisol), BHT (Butylhydroxytoluene). However, these substances affect the nervous system and increase the risk of allergy and certain cancers. Medicinal plants are important natural sources thanks to a wide variety of bioactive substances available to them. It is in this direction that our basic research has been oriented. Indeed, the objective of our work is the valuation of the date fruit (*Phoenix dactylifera* L.) by the data of previous studies. This is established by the qualitative and quantitative estimation of phytochemicals, as well as the evaluation of the antioxidant activity of this natural product. The results of previous research have highlighted the interesting content of dates in antioxidants (carotenoids, phenolic compounds, flavonols, flavonoids and condensed tannins). The two parts of dates (pulp and stone) have an interesting anti-free radical potential according to various analyzes carried out (DPPH, FRAP, CAT, ORAC, bleaching of β -carotene), this is comparable to that of synthetic antioxidants such as BHA (hydroxyanisolebutyl) and BHT (hydroxytoluenebutyl). Finally, it can be concluded from the present bibliographical research that the date constitutes a source of natural antioxidants (polyphenols) which can be used as additive products in therapy.

Keywords: dates, Phytochemistry, antioxidant activity, polyphenols

الملخص

يقال إن الإجهاد التأكسدي هو مصدر العديد من الأمراض ونتيجة للوجود المفرط للجذور الحرة في الجسم. هذه هي الجزيئات التي تحتوي على الديوكسجين وهي أصل العملية الطبيعية لأكسدة الخلايا. مضادات الأكسدة الاصطناعية المستخدمة بشكل عام من أصل كاربوكيميائي مثل BHA (بوتيل هيدروكسي أيسول) ، BHT (بوتيل هيدروكسي تولين). ومع ذلك ، فإن هذه المواد تؤثر على الجهاز العصبي وتزيد من خطر الإصابة بالحساسية وأنواع معينة من السرطان. النباتات الطبية هي مصادر طبيعية مهمة بفضل مجموعة واسعة من المواد النشطة بيولوجيا المتاحة لها. في هذا الاتجاه تم توجيه بحثنا الأساسي. وبالفعل فإن الهدف من عملنا هو تقييم ثمار التمر (*Phoenix dactylifera L*). من خلال بيانات الدراسات السابقة. تم إثبات ذلك من خلال التقدير النوعي والكمي للمواد الكيميائية النباتية ، وكذلك تقييم النشاط المضاد للأكسدة لهذا المنتج الطبيعي. سلطت نتائج البحث السابق الضوء على المحتوى المثير للاهتمام للتمر في مضادات الأكسدة (الكاروتينات ، المركبات الفينولية ، الفلافونول ، الفلافونويد والعفص المكثف). يحتوي جزءاً التمر (اللب والحجر) على إمكانات مثيرة للاهتمام لمكافحة الجذور الحرة وفقاً للتحليلات المختلفة التي تم إجراؤها (DPPH ، FRAP ، CAT ، ORAC ، تبييض-كاروتين) ، وهذا مشابه لمضادات الأكسدة الاصطناعية مثل BHA (هيدروكسي أيزولبيوتيل) و BHT (هيدروكسي تولين بوتيل). أخيراً ، يمكن الاستنتاج من البحث الببليوغرافي الحالي أن التاريخ يشكل مصدرًا لمضادات الأكسدة الطبيعية (البوليفينول) التي يمكن استخدامها كمنتجات مضافة في العلاج.

الكلمات المفتاحية: التمر ، الكيمياء النباتية ، النشاط المضاد للأكسدة ، البوليفينول

Table de matière

Liste de figures	
Liste de tableau	
Liste d'abréviations	
Introduction générale	
Introduction générale.....	01
Chapitre I : stress oxydatif & radicaux libre	
I.1. Généralités.....	03
I.2. Définition.....	03
I.3. Symptômes du stress oxydatif.....	04
I.4. Radical libre.....	04
I.4.1. Définition	04
I.4.2. Sources de radicaux libres.....	05
I.4.2.1. Sources endogènes	05
I.4.2.2. Sources exogènes.....	07
I.4.3. Différentes formes des radicaux libres.....	09
I.4.4. Formation des radicaux libres.....	09
I.4.5. Effets des radicaux libres et leurs conséquences dans l'organisme	10
I.4.5.1. Dommages oxydatifs des macromolécules.....	11
I.4.5.2. Différentes pathologies.....	11
I.5. Systèmes de défense antioxydants.....	12
Chapitre II : antioxydant & plantes antioxydantes	
II.1 Généralités.....	13
II.2. Classification des antioxydants	13
II.2.1. Antioxydants endogènes	13
II.2.1.1. Superoxydedismutase (SOD).....	13
II.2.1.2. Glutathion peroxydase (GPx).....	13
II.2.1.3. Catalase (CAT)	14
II.2.2. Antioxydants exogènes.....	14
II.2.2.1. Antioxydants de synthèse.....	14
II.2.2.2. Antioxydants naturels.....	15
II.3. Activité antioxydante des composés phénoliques.....	18
II.4. plantes antioxydantes	19

II.4.1. Généralité sur les plantes médicinales	19
II.4.2. Quelques plantes médicinales pourvues de pouvoir antioxydant.....	19
II.4.2.1. Eucalyptus.....	20
II.4.2.2. Gingembre «Zingiber officinale ».....	20
II.4.2.3. la Mélisse.....	22
II.4.2.4. Thymus vulgaris.....	22

Chapitre III : Evaluation de l'activité antioxydante

III.1. généralités	24
III.2. Quelques méthodes analytiques d'évaluation de l'activité antioxydante in vitro.....	24
III.2.1. Piégeage du radical libre DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazil).....	24
III.2.2. Dosage du pouvoir réducteur « FRAP ».....	25
III.2.3. Test de blanchiment de β -carotène couplé à l'auto-oxydation de l'acide linoléique.....	26
III.2.4. Activité antioxydante totale (TAC)	27
III.2.5. ORAC (capacité d'absorbance du radical oxygéné).....	27
III.2.6. Test ABTS.....	27
III.2.7. TRAP (Total Radical Trapping Antioxidant Parameter).....	28
III.2.8. TOSC (Total Oxyradical Scavenging Capacity)	28
III.3. Evaluation de l'activité antioxydante In vivo.....	28
III.3.1. Détermination de la capacité plasmatique vis-à-vis du radical DPPH.....	28
III.3.2. Méthode de dosage des malondialdéhyde (MDA) tissulaires.....	29
III.3.3. Méthode de dosage de glutathion réduit (GSH) tissulaires.....	30
III.3.4. Dosage de l'activité enzymatique de la catalase (CAT).....	30

Chapitre IV : fruit dattier (Phoenix dactylifera L.)

IV. Palmier dattier.....	32
IV.1. Généralités.....	32
IV.2. Classification systématique	32
IV.3. Description botanique du palmier dattier	33
IV.4. Répartition géographique du palmier dattier.....	33
IV.4.1. Dans le monde.....	33
IV.4.2. En Algérie.....	34
IV.5. Fruit dattier (les dattes)	35
IV.5.1. Morphologie de la datte.....	35
IV.5.2. Variétés des dattes	36
IV.5.3. Production des dattes	38
IV.5.3.1. Dans le monde	38

IV.5.3.2. En Algérie.....	38
IV.5.4. Composition biochimique des dattes	39
IV.5.4.1. Composition biochimique de la partie comestible "Pulpe ".....	39
IV.5.4.1.1. Teneur en eau.....	39
IV.5.4.1.2. Les sucres.....	40
IV.5.4.1.3. Les protéines.....	40
IV.5.4.1.4. Les lipides.....	40
IV.5.4.1.5. Les éléments minéraux.....	40
IV.5.4.2. Composition biochimique de la partie non comestible "noyau ".....	41
IV.6. Effets thérapeutique des dattes	42
IV.6.1. Effets thérapeutiques des noyaux de dattes	42
IV.6.2. Effets thérapeutiques des pulpes de dattes	42
IV.6.2.1. Activitéantioxydant et anti inflammatoire.....	42
IV.6.2.2. Activité antibactérienne	43
IV.6.2.3. Activité protectrice gastro-intestinale.....	43
IV.6.2.4. Activité anti-hyperlipidémique.....	43
IV.6.2.5. Activité anti-hémolytique.....	44
IV.6.2.6. Activité anti-cancéreuse	44

Chapitre V : composition phytochimique et activité antioxydante des dattes

V.1 Composition phytochimique des dattes.....	45
V.1.1. Analyses qualitatives (Screening phytochimique).....	45
V.1.2. Analyses quantitatifs.....	47
V.1.2.1. Teneurs en composés phénoliques totaux.....	47
V.1.2.2. Teneur en flavonoïdes.....	49
V.1.2.3. Teneur en tanins condensés.....	51
V.1.2.4. Teneur en caroténoïdes.....	52
V.1.2.5. Teneur en anthocyanes.....	54
V.2. Evaluation de l'activité antioxydante.....	55
V.2.1. Activité antioxydante et antiradicalaire <i>in vitro</i>	55
V.2.1.1. Mise en évidence de l'activité antioxydante par la méthode du β - carotène.....	55
V.2.1.2. Test de blanchissement du β - carotène	55
V.2.1.3. Test antiradicalaire (Test DPPH).....	56
V.2.2. Activité antioxydante <i>in-vivo</i>	60
V.2.2.1. Effet sur la capacité antioxydante plasmatique vis-à-vis du radical DPPH.....	60
V.2.2.2. Mesure de l'activité enzymatique de la catalase.....	61
V.2.2.3. Dosage de glutathion hépatique.....	62

V.2.2.4. Dosage du malondialdéhyde (MDA).....	63
Conclusion.....	65
Références bibliographique	

Liste des figures

Figure 01 :Le transport électronique à travers la chaîne respiratoire mitochondriale et la production des ROS.....	06
Figure 02 :La NADPH Oxydase (Nox-2) des phagocytes.....	07
Figure 03 : Les origines des espèces réactives à l’oxygène.....	08
Figure 04 : L’origine des différents radicaux libres oxygénés et espèces réactives de l’oxygène impliqué en biologie.....	10
Figure 05 :Classification des polyphénols.....	17
Figure 06 : les feuilles d’eucalyptus.....	20
Figure 07 :Zingiber officinale Roscoe.....	21
Figure 08 :Feuilles et fleurs de Mélisse.....	22
Figure 09 : Aspect morphologiques de Thymus.....	23
Figure 10 :Equation du radical DPPH transformé en DPPH.....	25
Figure 11 :Schéma sur la réaction de test FRAP (Ferricreducing antioxidant power).....	26
Figure 12 : Jeune dattier palmier (Phoenix dactyliferaL.).....	33
Figure 13 : Répartition géographique du palmier dattier dans le monde.....	34
Figure 14 :Distribution géographique du palmier dattier en Algérie.....	35
Figure 15 : schéma représentatif de la datte et son noyau.....	36
Figure 16 :Deglet noir.....	37
Figure 17 :Variétés des dattes.....	37
Figure 18 :Teneur en caroténoïdes pour les trois échantillons de dattes.....	53
Figure 19 :Teneur en anthocyanes pour les trois échantillons de dattes.....	54
Figure 20 : Inhibition du DPPH en fonction des concentrations de PPDN, de PPDB et du Tocoblend.....	58
Figure 21 : Capacité antioxydante plasmatique vis-à-vis du radical DPPH.....	60
Figure 22 : L’activité enzymatique de la catalase cytosolique.....	61
Figure 23 :Résultats de dosage de glutathion hépatique.....	62
Figure 24 :Résultats de dosage de malondialdéhyde.....	63

Liste des tableaux

Tableau 01 : Principales espèces réactives de l'oxygène	09
Tableau 02 :Différentes pathologies causées par les ROS.....	11
Tableau 03 : Structure des vitamines antioxydantes et leurs propriétés	16
Tableau04 : Classification systémique du palmier dattier.....	32
Tableau 05 : Production des dattes en tonnes dans le monde.....	38
Tableau 06 :Production de dattes en Algérie, en quintaux.....	39
Tableau 07 : Teneur moyenne en éléments minéraux dans la pulpe en mg/100 g de matière sèche..	40
Tableau 08 : Composants chimiques des noyaux de dattes	41
Tableau 09 :Screening photochimique des extraits du cultivar Degla-Beida.....	45
Tableau 10 : Screening photochimique des extraits du cultivar Deglet-Nour.....	46
Tableau 11 :Résultat de test photochimique du cultivar Ghars.....	47
Tableau 12 :Teneurs moyennes en composés phénoliques totaux des extraits des trois variétés de dattes (en mg d'équivalent d'acide gallique/100g d'extrait).....	48
Tableau 13 :Teneurs moyennes en composés phénoliques totaux des trois variétés de dattes (en mg d'équivalent d'acide gallique/100g de poids frais).....	48
Tableau 14 :Teneurs moyennes en flavonoïdes des extraits des trois variétés de dattes (en mg d'équivalent de quercétine/100g d'extrait).....	49
Tableau 15 :Teneurs moyennes en flavonoïdes des trois variétés de dattes (en mg d'équivalent de quercétine/100g de poids frais).....	50
Tableau 16 :Teneurs moyennes en tanins condensés des extraits des trois variétés de dattes (en mg d'équivalent de catéchine/100g d'extrait).....	51
Tableau 17 :Teneurs moyennes des trois variétés de dattes en tanins condensés (en mg d'équivalent de catéchine /100g de poids frais).....	51
Tableau 18 : Valeurs des IC 50 du DPPH pour les extraits.....	57

Liste d'abréviations

ROS : Reactiveoxygenspecies

ABTS: Activitéscavenger du radical sulphonate

TEAC : Capacité antioxydante équivalente de Trolox,

FRAP:Ferricreducing antioxydant power

TOS:total oxyradicalscavengingcapacityassay

TAC : capacité antioxydante totale

SOD :Superoxydedismutase

GPx : Glutathionperoxydase

PCL : test de Photochemiluminescence

ORAC : Capacité d'absorbance duradical de l'oxygène

FRAP: Testdela réduction du fer outest de pouvoir réducteur

MDA : malondialdéhyde

PPT : PolyphénolsTotaux.

Introduction Générale

Introduction général

Le stress oxydant correspond à un déséquilibre entre les systèmes pro-oxydants et antioxydants. Il résulte probablement d'un déficit nutritionnel en antioxydants, à une surproduction endogènes ou à une exposition environnementale à des facteurs pro-oxydants. **(Collard, 2014)**. Ce déséquilibre endommage des macromolécules, des cellules, des tissus, des organes et l'organisme dans l'ensemble. Une fois les dégâts installés au niveau de ces macromolécules, leurs fonctions essentielles dans le métabolisme cellulaire seront modifiées, aboutissant ainsi à la manifestation de diverses pathologies. **(Kumar et al., 2017)**.

Afin d'éviter les conséquences du stress oxydant, il est obligatoire de rétablir l'équilibre oxydant / antioxydant dans l'organisme. Les antioxydants sont des substances naturelles produites par le corps ou bien apportées par l'alimentation qui retardent, empêchent ou réparent les dégâts oxydatifs. Plusieurs substances peuvent agir en tant qu'antioxydants, telles que la beta carotène, l'albumine, l'acide urique, les œstrogènes, les polyamines, les flavonoïdes, l'acides ascorbique, les composés phénoliques, la vitamine A et E **(Halliwell et Gutteridge, 2008)**.

Au cours de ces dernières années, la prévention et le traitement du stress oxydatif par des médicaments et l'utilisation des additifs tels que les antioxydants synthétiques est très répondue. Cependant, ces derniers possèdent des effets secondaires sur la santé du consommateur, plusieurs questions ont été soulevées concernant l'efficacité et la sécurité de ces produits chimiques **(Gião et al., 2010)**.

D'autres alternatives thérapeutiques ont été mises en œuvres afin de substituer les antioxydants chimiques par des produits naturels, en autre la phytothérapie. En effet les plantes médicinales constituent une source naturelle de composants actifs qui lui confèrent des propriétés thérapeutiques inégalées. Actuellement la recherche scientifique redouble d'efforts afin d'aboutir à de nouvelles molécules bioactives considérées comme les agents pharmacologiques de substitution, impliquées dans le traitement de diverses pathologies **(Eddouks et al., 2007)**.

C'est dans ce contexte que notre recherche fondamentale a été établie. Effectivement l'intérêt de cette étude est la mise en place d'une base scientifique à l'utilisation des dattes dans le domaine thérapeutique, en s'appuyant sur les résultats de recherches antérieures dans la quantification des composants phytochimiques des dattes et de ressortir l'un de leur vertus médicinales élucider dans l'activité antioxydant.

Une revue bibliographique est présentée dans notre modeste travail, constituée de cinq chapitres. Le premier apporte les grands concepts relatifs au stress oxydant, suivi d'une mise au point sur les différents antioxydants endogènes et exogènes, ainsi que quelques plantes médicinales pourvues de pouvoir antioxydant. Le troisième chapitre traite certaines méthodes d'analyses pour l'évaluation *in vivo* et *in vitro* de l'activité antioxydante. Le chapitre qui suit élabore des généralités sur le palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) et ses fruits (les dattes). Le dernier établit la détermination de la composition phytochimique et propriétés thérapeutiques du fruit dattier. L'activité antioxydante des dattes est finalement démontrée par des recherches antérieures. Cette étude est clôturée par une conclusion générale.

Chapitre I
Stress oxydatif
&
Radicaux libres

I.1. Généralités

"Le stress" est un terme général qui a été d'abord employé dans un contexte biologique par l'endocrinologue Hans Selye en 1936, pour décrire la réponse physiologique inadéquate d'un organisme (**Schiavone et al., 2013**).

Le stress occupe une place importante dans la recherche biologique actuelle. L'intérêt considérable porté à ce domaine est justifié par les multiples implications des ROS (Reactive oxygen species) dans diverses pathologies, comme le cancer, les maladies cardiovasculaires et neuro dégénératives. C'est pourquoi la recherche fondamentale du stress oxydant s'efforce à déchiffrer les bases moléculaires des agressions oxydatives provoquées par les ROS, ainsi que les systèmes physiologiques de protection et de réparation des lésions d'origine oxydatives (**Enoiu, 2001**). Dans l'ensemble des tissus sains, la balance antioxydants/pro-oxydants est en équilibre, cet équilibre est important pour l'homéostasie de la cellule (http://grenet.free.fr/fjtreize/Entraîneurs/Documents/OHB/Stress_oxydant.pdf, 2012).

Le stress oxydant résulte d'un déséquilibre entre les systèmes de défense antioxydants et la production des RL (Radicaux libres). Ce déséquilibre peut être dû à un déficit nutritionnel en antioxydants, à une surproduction endogènes ou à une exposition environnementale à des facteurs pro-oxydants (**Collard, 2014**).

Ce déséquilibre endommage des macromolécules, des cellules, des tissus, des organes et l'organisme dans l'ensemble. Une fois qu'il y a des dégâts à ces macromolécules, leurs fonctions essentielles dans le métabolisme cellulaire sont changées aboutissant à la manifestation de beaucoup de maladies (**Kumaret al., 2017**).

I.2. Définition

Dans les systèmes biologiques, le stress oxydant est la conséquence d'un déséquilibre entre la production des radicaux libres et la destruction par des systèmes de défenses anti oxydantes. Les radicaux libres peuvent engendrer des dommages importants sur la structure et le métabolisme cellulaire en dégradant de nombreuses cibles : protéines, lipides et acide nucléiques. Les radicaux libres sont des formes particulières d'espèces chimiques (atomes ou molécules) qui possèdent un électron célibataire (ou non apparié) (**Angelos et al., 2005**).

I.3. Symptômes du stress oxydatif

Il n'y a pas de symptômes officiellement reconnus du stress oxydatif. Cependant, selon des études récentes, les symptômes peuvent inclure la fatigue, des maux de tête, la sensibilité au bruit, perte de mémoire, douleurs musculaires et articulaires, les rides et les cheveux gris, trouble de la vision et une diminution de l'immunité (**Szalay, 2016**).

L'excès de radicaux libres non neutralisé par les défenses est très dommageable pour les macromolécules essentielles de nos cellules, entraînant anomalies d'expression des gènes et des récepteurs membranaires, prolifération ou mort cellulaire, troubles immunitaires, mutagenèse, dépôts de protéines dans les tissus. De nombreuses affections humaines incluent donc un stress oxydant, local ou général, dans leur pathogenèse au même titre que l'inflammation à laquelle il est souvent associé. Dans plusieurs maladies graves, notamment celles liées au vieillissement, le stress oxydant est le facteur déclenchant originel. C'est le cas des cancers, des pathologies oculaires (cataracte et dégénérescence maculaire), des maladies neurodégénératives (ataxies, sclérose latérale, maladie d'Alzheimer). La sclérose latérale amyotrophique familiale est l'exemple le plus démonstratif, puisque cette maladie génétique est due à un défaut sur le gène de l'enzyme antioxydant superoxyde dismutase. Dans de nombreuses autres maladies, le stress oxydant est secondaire à l'établissement de la pathologie, mais participe à ses complications immunitaires ou vasculaires. C'est le cas de maladies infectieuses comme le sida ou le choc septique, le diabète, la maladie de Parkinson ou l'insuffisance rénale (**Favier, 2006**).

I.4. Radical libre

I.4.1. Définition

Un radical libre peut être défini comme toute espèce moléculaire instable et très réactive, qui contient un ou plusieurs électrons non appariés dans l'orbitale externe (**Loboetal.,2010**). Les espèces réactives de l'oxygène (ROS) et de l'azote (RNS) sont considérés comme des produits réactifs, qui ont la capacité pour faire le don d'électrons (e-) aux macromolécules (**Kang et al., 2017**) tels que l'ADN, les protéines et les lipides, entraînant une réduction de molécules et des enzymes protectrices, la mort cellulaire (**Gonzalez-Vicenteetal., 2017;Tanguy et al., 2009**).

Il peut soit arracher un électron (se comportant comme un oxydant), soit en céder un (agissant alors comme un réducteur). Cette première réaction conduit généralement à la formation en chaîne de nouveaux radicaux ; ceci explique que la production d'un premier radical libre puisse causer d'importantes lésions dans une cellule(**Durakova, 2008**).

Il ne faut pas penser que tous les radicaux de l'oxygène sont extrêmement réactifs, cette réactivité étant très variable selon la nature du radical. Ainsi parmi les radicaux formés chez les êtres vivants, l'anion radicalaire superoxyde ($O_2^{\bullet-}$) et le monoxyde d'azote (NO^{\bullet}) ne sont pas très réactifs, mais constituent des précurseurs d'autres espèces plus réactives(**Favier, 2003**).

I.4.2. Sources de radicaux libres

Les d'espèces réactives de l'oxygène (ROS) et de l'azote (RNS) sont générés à partir de sources endogènes ou exogènes. Les radicaux libres endogènes sont produits de la chaîne respiratoire mitochondriale, l'inflammation, l'exercice excessif, l'ischémie, l'infection, le cancer et le vieillissement. Et les ROS exogènes sont le résultat de la pollution de l'air et de l'eau, la fumée de cigarette, l'alcool, des métaux de transition, de certains médicaments, des solvants industriels, et les radiations (**Hrycayetal., 2015**).

I.4.2.1. Sources endogènes

La mitochondrie est considérée comme une source majeure des ROS. Il est évalué que 2-3 % d' O_2 consommé par la mitochondrie sont incomplètement réduits(**Mohammedetal., 2015**) (**Fig 01**).

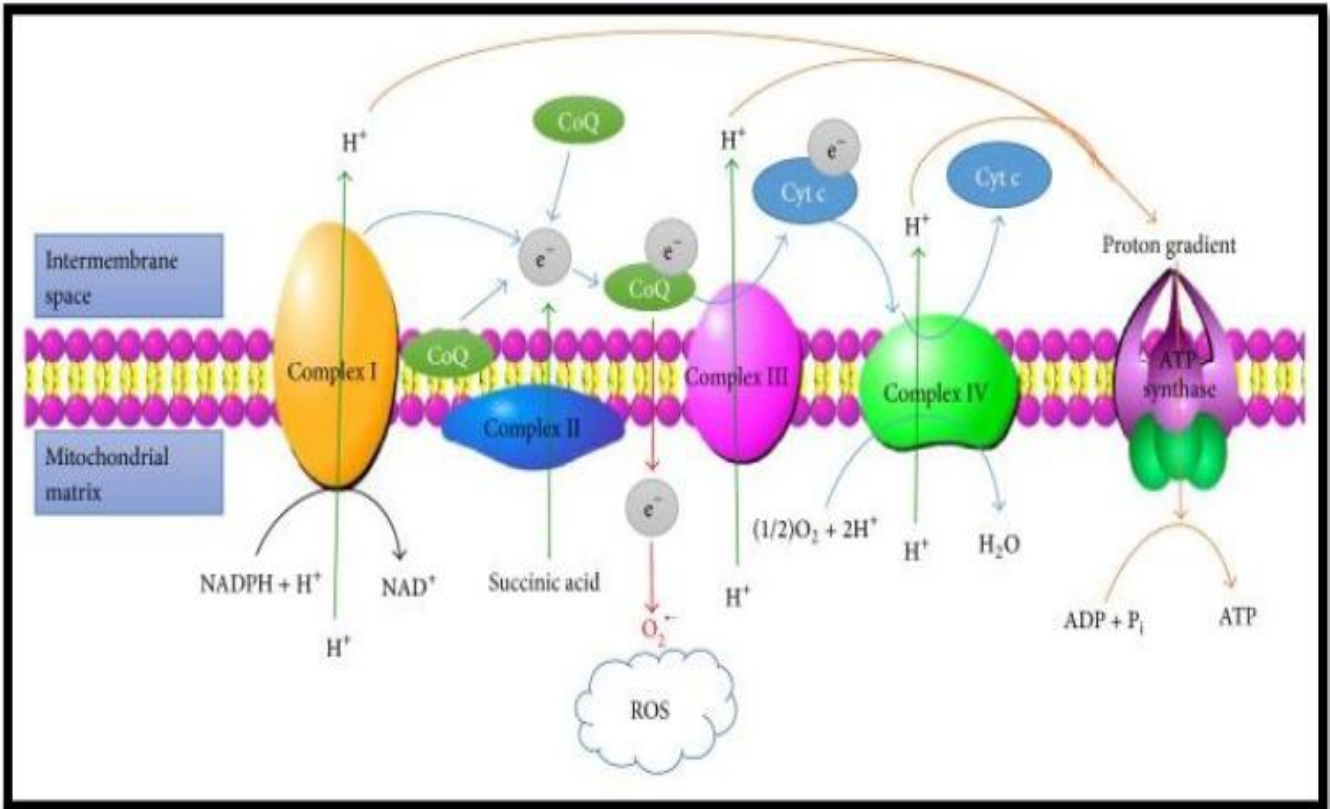


Figure 01 :Le transport électronique à travers la chaîne respiratoire mitochondriale et la production des ROS.

Complexe I: NADH déshydrogénase, **Complexe II :** succinate déshydrogénase,

Complexe III: Coenzyme Q-cytochrome réductase, **Complexe IV:** Cytochrome coxydase, Co-Q10: Coenzyme Q10 (Lietal., 2017).

Les complexes de I à IV sont localisés dans la membrane interne mitochondriale. Pendant la chaîne respiratoire, si le complexe III ne peut pas recevoir des électrons de CoQ10, les électrons seraient acceptés par O₂, qui pourrait produire les ROS et aboutir au stress oxydatif (Lietal., 2017).

Les cellules phagocytaires sont une autre source importante d'oxydants, elles libèrent des produits toxiques, qui incluent le monoxyde d'azote (NO●), le peroxyde d'hydrogène (H₂O₂) et l'anion superoxyde (O₂●-) (Baskaranetal., 2017). L'apoptose est un processus de la mort cellulaire programmée. Elle active le Bcl-2; un groupe de protéines qui stimule le Bax, qui cause la fuite de cytochrome-c. Ce cyt-c se lie à Apaf-1 et forme l'apoptosome. Ceci active la

caspase 9 et finalement, cause la dénaturation de protéines et la phagocytose de la cellule, d'où la génération des ROS (Noori, 2012) (Fig 02).

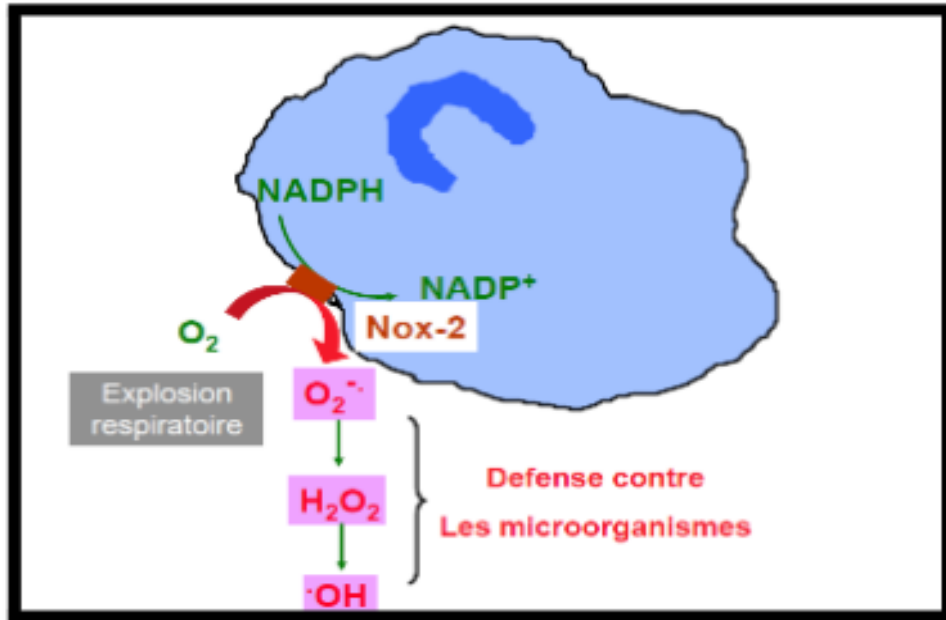


Figure 02 :La NADPH Oxydase (Nox-2) des phagocytes (Cillard, 2011)

Le système microsomal monooxygénase cytochrome P450-dépendant (MMO) est l'un des principales sources des ROS dans le réticulum endoplasmique, notamment le H₂O₂. (Di Meo *et al.*, 2016; Zeeshan, 2016).

La plupart des cellules sont capables de produire des radicaux superoxydes O₂^{•-} via une activité NADPH oxydase membranaire (NOX), elle catalyse la réduction monoélectronique de l'O₂ en utilisant le NADPH ou le NADH comme donneur d'électrons: $NAD(P)H + 2O_2 \rightarrow NAD(P)H^+ + 2O_2^{\bullet-}$ (Migdal *et al.*, 2011).

Comme un neurotransmetteur, la dopamine (DA) est stable dans la vésicule synaptique. Quand il y'aura un excès de DA dans le cytosol, il sera à l'extérieur de la vésicule synaptique. La dopamine est facilement métabolisée via l'oxydase mono-amine (MAO) qui conduit à la production d'H₂O₂, ou par l'auto oxydation pour produire les ROS (Mohammed *et al.*, 2015).

I.4.2.2. Sources exogènes

Les facteurs exogènes associés à une production accrue et/ou à une diminution de l'élimination de radicaux libres sont également très variés. Parmi ces facteurs, on retrouve :

L'alimentation (antibiotiques, alcool, aliments riches en protéines et/ou en lipides et/ou à indice glycémique élevé, faible consommation d'antioxydants) ;

LeCO₂ atmosphérique

Les polluants (fumée de cigarette, pollution atmosphérique (SO₂, NO₂, O₃, hydrocarbures), métaux occupationnels (métaux de transition tels le mercure, le fer, le cadmium et le nickel, arsenic, amiante) ;

Les métaux lourds ayant une grande affinité avec les groupements sulfhydryles (-SH), ils inactivent facilement les antioxydants contenant du soufre ;

Les médicaments (traitements contre le cancer, psoralène) ;

Les radiations (ionisantes, ultraviolets, micro-ondes) ;

L'absorption dermique (insecticides, médicaments).

(Bentes *et al.*, 2004 ; Hu *et al.*, 2006 ; Moller *et al.*, 1996 ; Valko *et al.*, 2005) (Fig 03)

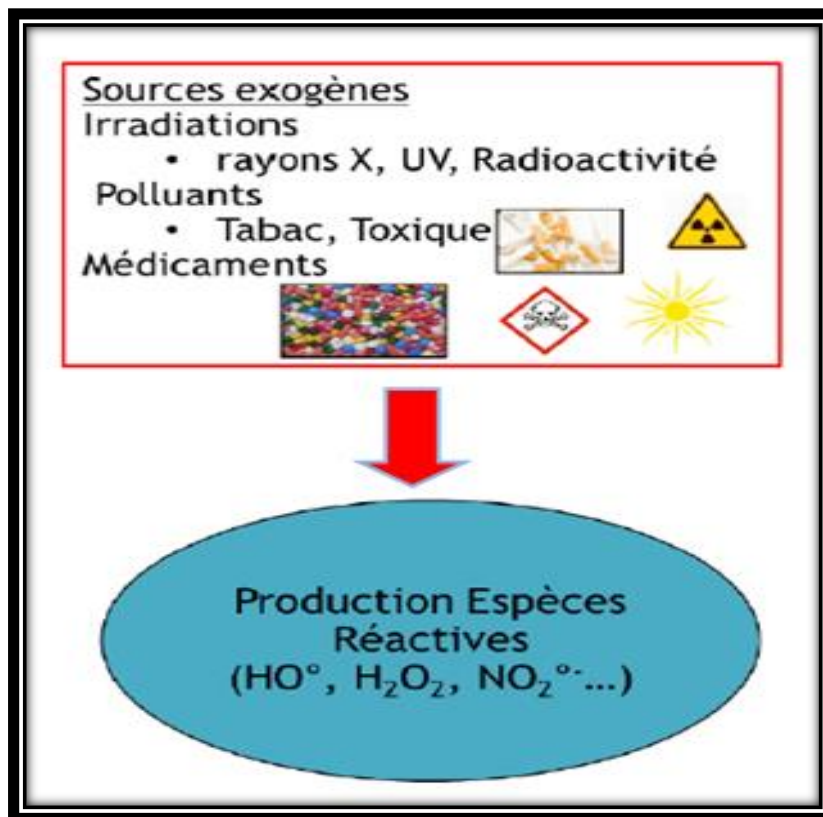


Figure 03 : Les origines des espèces réactives à l'oxygène (Poisson, 2013)

I.4.3. Différentes formes des radicaux libres

Les d'espèces réactives de l'oxygène (ROS) et de l'azote (RNS) peuvent être classés en deux groupes: espèces radicalaires et espèces non radicalaires. Ces derniers ne sont pas des radicaux libres, mais peuvent facilement conduire à des réactions de radicaux libres chez les organismes vivants (Phaniendra *et al.*, 2015). Tableau 01 Représente les espèces radicalaires et non radicalaires (Mercan, 2010).

Tableau 01 : Principales espèces réactives de l'oxygène

Espèces réactives de l'oxygène (ERO)			
Radicalaire		Non-radicalaire	
Hydroxyle	•OH	Peroxynitrite	ONOO ⁻
Alkoxy	L(R)O•	Hypochlorite	⁻ OCL
Hydroperoxy	HOO•	Hydroperoxide	L(R)OOH
Peroxy	L(R)OO•	Singlet oxygen	¹ ΔO ₂
Nitricoxide	NO•	Hydrogenperoxide	H ₂ O ₂
superoxide	O ₂ •		

I.4.4. Formation des radicaux libres

Les RL sont très instables et réagissent rapidement avec d'autres molécules, essayant de capturer l'électron nécessaire pour gagner leur stabilité. Lorsque la molécule "attaquée" perd son électron, elle même devient un radical libre, en initiant une réaction en chaîne. Tout cela arrive en nano secondes. Une fois le processus démarré, il continue en cascade, résultant finalement en la rupture d'une cellule vivante (Sarma *et al.*, 2010) (Fig 04).

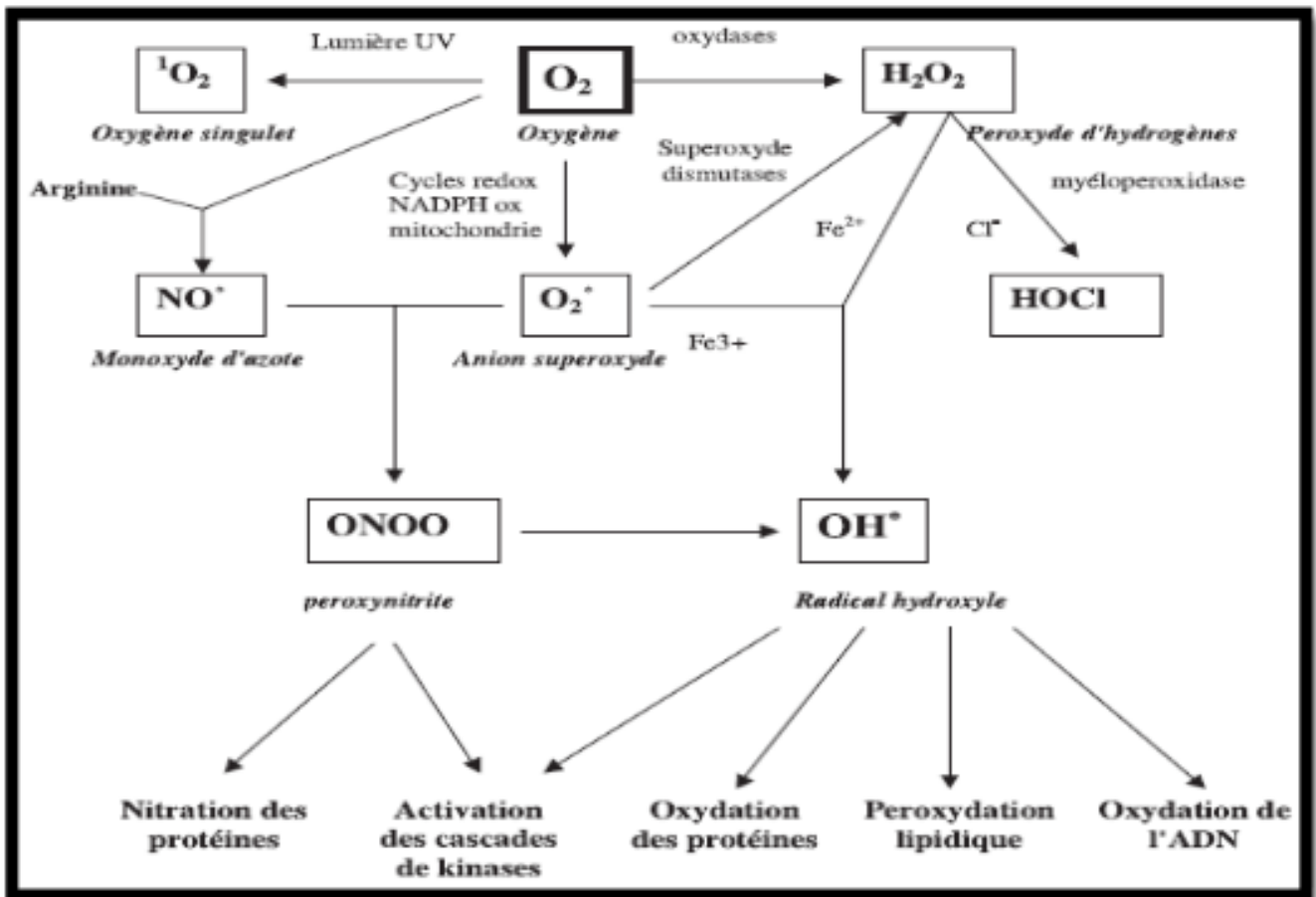


Figure 04: L'origine des différents radicaux libres oxygénés et espèces réactives de l'oxygène impliqué en biologie.(Favier, 2003).

I.4.5. Effets des radicaux libres et leurs conséquences dans l'organisme

Les radicaux libres exercent de nombreuses fonctions essentielles dans l'organisme, ils contrôlent le flux sanguin dans les artères pour lutter contre l'infection. Certains radicaux libres tels que NO• et l'O2•- sont produits en très grandes quantités par les cellules immunitaires, pour détruire les virus et les bactéries et tuent les cellules cancéreuses (Sarma et al., 2010). Leur rôle physiologique est impliqué dans la régulation des cascades de signalisation intracellulaire dans divers types de cellules. En bref, les ROS et les RNS à des niveaux faibles ou modérés sont vitales pour la santé humaine (Pham-Huy et al., 2008).

I.4.5.1. Dommages oxydatifs des macromolécules

Les ROS, peuvent endommager les macromolécules comme L'ADN, les protéines et les lipides quand ils sont présents en concentrations élevées, menant aux menaces de santé graves (Moukette et al., 2015).

I.4.5.2. Différentes pathologies

Un dénominateur commun dans la pathogénie de la plupart des maladies chroniques est l'engagement du stress oxydatif, affectant des processus cellulaires différents, comme la prolifération, le métabolisme, la différenciation et la survie (Gasparrini et al., 2017) et des organes spécialisés ou les systèmes, notamment les poumons, le foie et les reins, le système nerveux et le système cardio-vasculaire (Palipoch et al., 2015) (Tab 02).

Sous certaines conditions, un déséquilibre provoqué soit par une production excessive des radicaux libres soit par une diminution des défenses antioxydantes sous l'effet de certains stimuli exogènes (polluants environnementaux, tabagisme...) ou endogène. On parle alors de stress oxydant à l'origine d'altérations moléculaires attaché à de nombreux processus pathologiques comme l'athérosclérose, l'inflammation, les maladies cardiovasculaires, neurodégénératives et le cancer (Phaniendra et al., 2015)

Tableau 02: Différentes pathologies causées par les ROS (Cillard, 2011).

Pathologies chroniques	Pathologies aiguës
Athérosclérose	Lésion de reperfusion post-ischémique (infarctus, AVC, greffe d'organe)
Cancer	
Diabète	
Cataracte, DMLA	Hyperoxygénation (O ₂ hyperbare)
Maladie d'Alzheimer	Choc septique
Vieillesse	inflammation

I.5. Systèmes de défense antioxydants

Les antioxydants sont des substances qui peuvent protéger les cellules des dégâts causés par des radicaux libres en interagissant et stabilisant ces derniers (**Shindeetal., 2012**). Les antioxydants existent dans les cellules vivantes, de types enzymatiques (le superoxyde dismutase, le glutathion peroxydase et la catalase) ou non-enzymatique (comme le glutathion et l'acide urique) comme des boueurs de ROS, pour empêcher les dégâts oxydatifs des membranes biologiques. À côté de ces antioxydants trouvés dans les cellules, les antioxydants naturels existent dans les légumes et la majeure partie d'entre eux incluant la vitamine A, la vitamine C, la vitamine E et les caroténoïdes (**Piemeetal., 2017**).

Chapitre II
Antioxydants
&
Plantes antioxydantes

II.1 Généralités

Les antioxydants sont définis comme toute substance qui, en faible concentration par rapport au substrat susceptible d'être oxydé, retarde ou inhibe l'oxydation de ce substrat (Halliwell, 1999; Sindhi et al., 2013).

Ces molécules interviennent en protégeant les cellules des dommages oxydatifs induits par les radicaux libres (Sindhi et al., 2013). Les antioxydants piègent les radicaux libres en inhibant les réactions à l'intérieur des cellules provoquées par les E.R.O et E.R.N (Kumar et al., 2017).

Face à la production permanente des espèces réactives, les organismes vivants ont développé des systèmes de défense qui les protègent des dommages oxydatifs. On peut distinguer un système de défense antioxydant endogène (les antioxydants enzymatiques) et autre exogène (les antioxydants naturels et synthétiques).

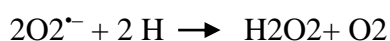
II.2. Classification des antioxydants

II.2.1. Antioxydants endogènes

Ils sont représentés par un système enzymatique. Les principaux antioxydants enzymatiques sont au nombre de trois et de fonctionnement complémentaire. Ces enzymes réagissent très rapidement avec les espèces réactives afin de les neutraliser (Sharma et al., 2012; Boubekri, 2014). Les principales enzymes antioxydantes sont la superoxydedismutase, la glutathionperoxydase et la catalase (Vincent et al., 2004).

II.2.1.1. Superoxydedismutase (SOD)

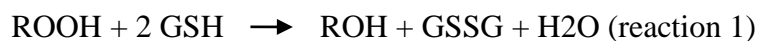
Ce sont des métallo-enzymes à manganèse ou à cuivre et zinc présentes dans la mitochondrie. L'enzyme catalyse la dismutation de l'anion superoxyde en peroxyde d'hydrogène qui pourra être pris en charge par des enzymes à activité peroxydase par la réaction suivante (Baudin, 2006; Papaet al., 2014; Ighodaro et Akinloye, 2018).



II.2.1.2. Glutathion peroxydase (GPx)

La GPx fait partie d'un système complet qui joue un rôle central dans le mécanisme d'élimination du H₂O₂. La GPx est l'enzyme clef du système antioxydant et nécessite la présence de glutathion réduit (GSH) comme donneur d'électron. Le glutathion dissulfite

(GSSG) ainsi produit est à nouveau réduit par la glutathion réductase (GR) qui utilise le NADPH comme donneur d'électron (Agarwal et Prabakaran, 2005). Elle détoxifie le peroxyde d'hydrogène et d'autres hydroperoxydes d'origine lipidique selon les deux réactions suivantes (Lobo et al., 2010; Jacquot, 2013; Lonnet et al., 2012)



II.2.1.3. Catalase (CAT)

La catalase est une enzyme intracellulaire qui catalyse la réaction de détoxification du H₂O₂ (Généralement produit par les SOD) (Newsholme et al. 2007). Elle transforme le peroxyde d'hydrogène en eau et en oxygène moléculaire selon la réaction suivante (Bonfont-Rousselot et Collin, 2010; Ighodaro et Akinloye, 2018):



II.2.2. Antioxydants exogènes

II.2.2.1. Antioxydants de synthèse

Il existe de nombreux antioxydants synthétiques dont les squelettes sont souvent dérivés des antioxydants naturels (Lee et al., 2009; Ahmad et al., 2017). Pour une utilisation pratique, les antioxydants ne doivent pas être toxiques, ils doivent être hautement actifs à des faibles concentrations (0.01- 0.02%). Parmi les polyphénols de synthèse, on peut citer à titre d'exemple: la 3,3',5,5'-Tetra-*t*-butyl-biphenyl-4,4'-diol qui a montré un effet protecteur des cellules neuronales (Duong et al., 2008).

Les antioxydants synthétiques tel que le butylhydroxyanisole (BHA), butylhydroxytoluène (BHT), gallate propylée (PG) et le tétrabutylhydroquinone (TBHQ) sont largement utilisés dans l'industrie alimentaire parce qu'ils sont efficaces et moins chers que les antioxydants naturels (Çabuk, 2017). Cependant, il a été montré que ces antioxydants de synthèse pouvaient être toxiques (Yu et al., 2000; Ahmad et al., 2017).

II.2.2.2. Antioxydants naturels

Au cours de ces dernières années, les antioxydants naturels dérivés de plantes médicinales ont été fréquemment utilisés, étant donné qu'ils présentent une activité comparable aux antioxydants synthétiques les plus continuellement utilisés (**Xu et al., 2017**).

Les antioxydants se trouvent également dans une variété d'herbes et d'aliments tels que le thé vert, les légumes et les fruits (**Romero et al., 2013; Attaet al., 2017**).


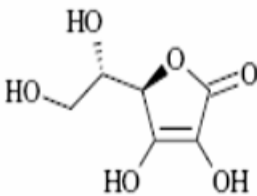
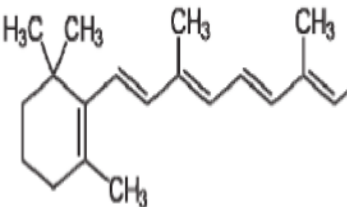
Ces antioxydants naturels incluent en particulier les polyphénols, les caroténoïdes et les vitamines qui présentent de divers effets biologiques, notamment anti-inflammatoires, anti-âge, anti-athérosclérose et anti-cancer (**Attaet al., 2017**).

L'extraction efficace et la bonne évaluation des antioxydants contenus dans les aliments et les plantes médicinales sont essentielles pour explorer les sources d'antioxydants potentielles et promouvoir l'application des aliments fonctionnels, des produits pharmaceutiques et des additifs alimentaires (**Xu et al., 2017**).

a- Vitamines

Les vitamines antioxydantes sont connues par leur rôle dans la prévention de certaines maladies chroniques associées au stress oxydatif (**Evans et Lawrenson, 2017**). Les principales vitamines antioxydantes sont résumées dans le tableau 03

Tableau 03 : Structure des vitamines antioxydantes et leurs propriétés

Vitamine	Structure	Propriétés
Vitamine E « α tocophérol »		<p>-C'est une vitamine liposoluble.</p> <p>-Elle permet d'inhiber la propagation de la peroxydation lipidique.</p> <p>-Elle possède aussi la capacité du piège de radicaux lipidiques, en particulier LO• et LOO. Neve et Pincemil (2008); Romero <i>et al.</i> (2013)</p>
Vitamine C « Acide ascorbique »		<p>-Elle assure la régénération de l'alpha-tocophérol en se transformant en un radical très peu réactif (C-O•). -Elle piège directement les radicaux hydroxyles, et un surplus d'acide ascorbique peut s'avérer néfaste(c'est-à-dire avoir un effet oxydant), surtout lorsque les membranes sont pauvres en alpha-tocophérol ou en présence d'une concentration élevée de métaux de transition (.Neve et Pincemil (2008);Kurutas (2016).</p>
Vitamine A « rétinol »		<p>C'est une vitamine liposoluble piègeur de radicaux libres. Halenget <i>al.</i> (2007); Romero <i>et al.</i> (2013)</p>

b- Caroténoïdes

Ce sont des pigments fabriqués par les végétaux. Les plus importants caroténoïdes sont le bêta-carotène, l'alpha-carotène, la lutéine, le lycopène, et la zéaxanthine. Ils donnent aux fruits et légumes des couleurs orange, rouge et jaune (Merhan, 2017; Young et Lowe, 2018).

Ils sont d'excellents piègeurs d'espèces radicalaires particulièrement vis-à-vis de la lipoperoxydation des phospholipides membranaires grâce à leurs structures (un système conjugué de doubles liaisons) (Fiedor et Burda, 2014).

c- Composés phénoliques

Ce sont des antioxydants naturels puissants; en luttant contre la production des radicaux libres néfastes impliqués dans l'apparition de diverses maladies, ainsi en restaurant les antioxydants enzymatiques (Neve et Pincemail, 2008; Pourreza, 2013).

Les polyphénols sont classés en différents groupes en fonction du nombre de noyaux aromatiques qui les composent et en fonction des substitutions qui les relie (Manallah, 2012; de la Rosa *et al.*, 2019). De ce fait, On distingue les flavonoïdes et les composés non flavonoïdiques (Fig 05).

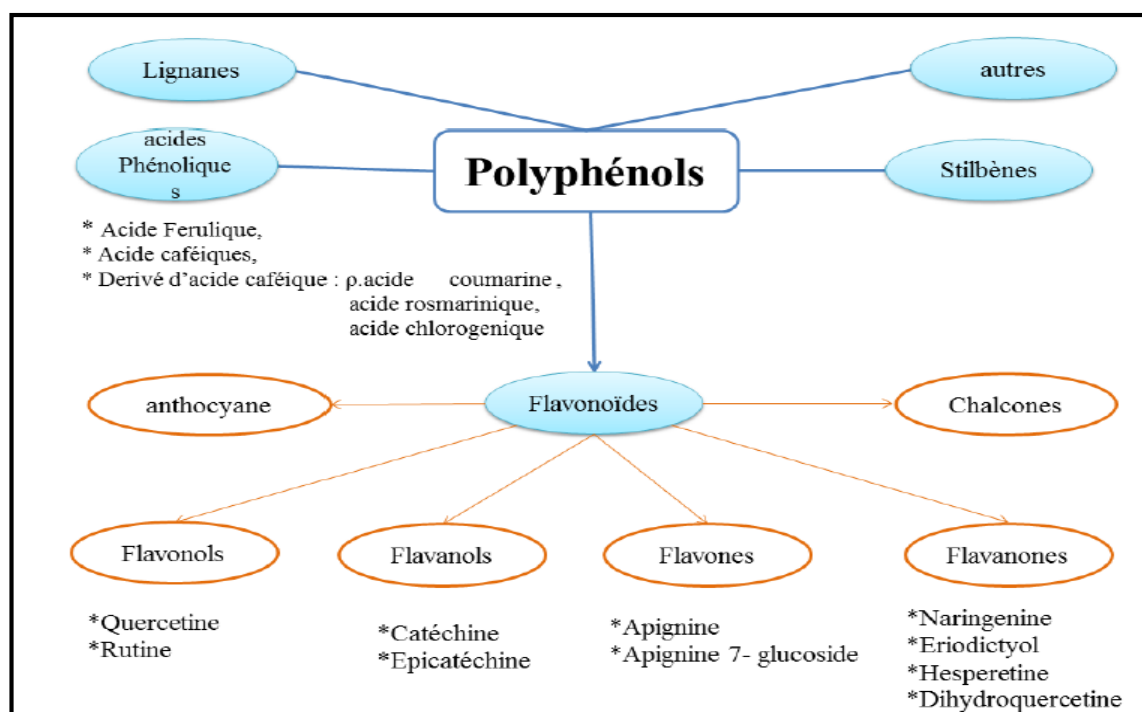


Figure 05 :Classification des polyphénols (de la Rosa *et al.*, 2019)

Les polyphénol non flavonoidiques regroupent les acides phénoliques (les dérivés de l'acide benzoïque et l'acide hydroxy-cinnamique) ainsi que d'autres dérivés tels que les stilbènes dont le plus connu est le resvératrol et les tanins hydrolysables (gallo ou ellagitanins) (Collin et Crouzet, 2011; Cuevas-Valenzuela *et al.*, 2016). Ils sont considérés comme substances phytochimiques avec des effets antioxydants, anticancéreux, antimicrobiens et anti-inflammatoires. Leur toxicité est très faible (Bhuyan et Basu, 2017).

II.3. Activité antioxydante des composés phénoliques

De nombreuses études ont été effectuées sur les polyphénols dérivés de plantes médicinales grâce de leurs bienfaits sur la santé humaine et notamment en raison de leur capacité antioxydante qui contribue à la prévention ou le traitement de diverses pathologies associées au stress oxydatif.

Ils sont également utilisés comme additifs soit colorant, conservateur ou un complément alimentaire dans les industries agroalimentaire en préservant les qualités nutritionnelles et sensorielles ou les intégrés dans des formulations cosmétiques et pharmaceutiques (Zillichet *al.*, 2015; Tungmunnithumet *al.*, 2018).

Plusieurs auteurs ont prouvé que la capacité antioxydante de plusieurs fruits est due à la présence des flavonoïdes, en fait, la plus part des constituants polyphénoliques montre un pouvoir antioxydant élevé en comparant avec les autres antioxydants connus tels que la vitamine C, la vitamine E, et la β -carotène (Kaurinovic et Vastag, 2019).

Des études expérimentales sur des souris ont montré que la consommation quotidienne des composés phénoliques dérivés des plantes médicinales, des épices et des fruits riches en antioxydants s'accompagne avec une augmentation du statut antioxydant plasmatique et une diminution de paramètre biochimique lipoprotéines de faible densité ce qui prévient contre les maladies cardiovasculaire (Tressera-Rimbauet *al.*, 2017).

Des travaux antérieurs ont montré qu'il existe une relation entre la structure et l'activité antioxydante. Les mécanismes d'actions des polyphénols peuvent se faire par (BouayedetBohn, 2012; Zhang et Tsao, 2016; Kaurinovic et Vastag, 2019)

➤ Neutraliser les radicaux libres étant un donneur d'électron ou atome d'hydrogène à une large gamme des espèces réactifs d'oxygène y compris $O^{\bullet-2}$, OH^{\bullet} , radicale peroxy LO_2 , Acide hypochloreux ($HOCl$) et acide peroxy-nitrique ($ONOOH$).

- Interagir avec les ions métalliques responsables de la production des E.R.O; aboutissant à la formation de complexe chélateur stable et inerte.
- Inhiber des enzymes responsables de la production des E.R.O (xanthine oxydase et cyclooxygénase).
- Assurer l'inhibition de la peroxydation lipidique par l'inhibition de la phase de propagation dans les réactions en chaînes.

II.4. plantes antioxydantes

II.4.1. Généralité sur les plantes médicinales

La plante médicinale désigne une plante ou une partie d'une plante (feuille, tige, racine etc.) possédant des substances appelées principes actifs, pouvant être utilisés à des fins thérapeutiques sans effets nocifs aux doses recommandées (**besançon, 2012**).

La branche de la médecine qui étudie des plantes médicinales est appelée phytothérapie. Parmi les principes actifs les plus courants des plantes médicinales, on peut nommer les polyphénols, les terpènes, les stéroïdes et les alcaloïdes.

Les plantes médicinales sont donc importantes pour la recherche pharmaceutique et l'élaboration des médicaments, directement comme agents thérapeutiques, mais aussi comme matière première pour la synthèse des médicaments ou comme modèle pour les composés pharmaceutiquement actifs (**Decaux, 2002**).

II.4.2. Quelques plantes médicinales pourvues de pouvoir antioxydant

Certaines plantes se révèlent être des ressources aux vertus antioxydantes exceptionnelles pour combattre les éléments nocifs qui ont tendance à affaiblir l'organisme. Parmi ces plantes on peut citer :

II.4.2.1.Eucalyptus

l'*Eucalyptus* fait partie de la famille de myrtacé d'après la classification scientifique APG (Angiospères Phylogeny Group) selon **Guignard, 2001 (Fig 06)**. Il est utilisé dans la médecine traditionnelle chinoise pour une variété de maladies. Ses principales utilisations sont la production d'huiles essentielles, qui sont utilisées à des fins médicales et pharmaceutiques (**Belyagoubi, 2012**). Aussi pour soulager les symptômes de l'asthme, pour traiter l'inflammation des voies respiratoires, de la gorge ou des muqueuses de la bouche (voie interne) ainsi que pour soulager les douleurs rhumatismales (**Atta, 1998**).

Les extraits d'*Eucalyptus* possèdent une activité antioxydante due à la présence de composés de haut poids moléculaire tels que les polyphénols ; pro anthocyanidines tanins condensés), et flavonoïdes (flavonols, flavanols,) et alcaloïdes (**Seeram, N. P. 2008 ; Dixit et al 2012**).



Figure 06 : les feuilles d'eucalyptus (**Fraival, 2005**)

II.4.2.2. Gingembre «*Zingiber officinale* »

Cette plante est classé dans la Famille de Zingiberaceae selon **Jolad et al., 2005**. Au cours des dernières années le gingembre est utilisé pour traiter certaines anomalies (**Malhotra et Singh, 2003**) en raison de ses activités biologiques. Le *Zingiber officinale* est une plante vivace herbacée, originaire des régions tropicales d'Asie (**Braga et al., 2006**). La partie souterraine

de cette plante présente des rhizomes horizontaux et ramifiés, peau beige pâle, il devient de plus en plus fibreux avec l'âge (**Faivre et al., 2006**) et son odeur est très aromatique avec une saveur chaude et piquante (**Gigon, 2012**)(Fig 07).

Le gingembre permet d'abaisser certaines douleurs grâce à ces composés shagoal, gingérol et paradol ; à savoir les douleurs musculaires et articulaires (l'arthrite, l'arthrose et les rhumatismes) et les œdèmes et les douleurs intestinales (**Grzanna et al., 2005**). Aussi la consommation de gingembre aide à lutter contre l'action des radicaux libres et de prévenir les maladies neurodégénératives et certains cancers comme le cancer de la prostate (**Aggarwal et Shishodia, 2006 ; karna et al., 2012**). Aussi bien il améliore l'efficacité d'un traitement du cancer cervical (**Sharma et al., 2009**).



Figure 07 :Zingiber officinale Roscoe (Gigon, 2012).

II.4.2.3.la Mélisse

C'est une plante herbacée vivace de la famille des Lamiacées avec des feuilles à l'odeur et la saveur citronnées (**Kothe,2007**).Elle possède un activité anxiolitique en agissant sur le système nerveux central grace à ses composés bioactifs, citons entre autres ;l'acide rosmarinique, l'acide ursolique et l'acide oléanolique (**Awad et al., 2009**). Elle présente également une activité apparentée à une activité antidépressive chez l'homme avec un traitement parimipramine (**Dorosz et al., 2011**).La Mélisse présente des propriétés antioxydantes importantes (**Dastmalchi et al.,2008**).On peut associer l'huile essentielle de Mélisse au traitement de la maladie d'Alzheimer (**Bahtiyarca et Cosge,2006**)(Fig 08).



Figure 08 :Feuilles et fleurs de Mélisse(Adimi,2014)

II.4.2.4.Thymus vulgaris

Thymus vulgaris L. est de la famille de Lamiaceae donnée par **Goetz et Ghédira., 2012**. Il est l'une des plus populaire plantes aromatique utilisé dans le monde entier, ces applications sont très vastes et touchent le domaine alimentaire et celui de la médecine traditionnelle (**Adwan et al., 2009**). Le thym est consommé en tisane, condiment ou épice (**Stahl-Biskup et Sàez, 2002**). En raison de ses nombreuses propriétés ethno médicinales, il est utilisé comme

stimulant, antiseptique, sédatif, stomachique, antitussive, antispasmodique, antimicrobien, antioxydant, anti-inflammatoire, antiviral, carminatif, expectorant, anthelminthique, diaphorétique et diurétique (**Johnson, 1998**).

Thymus vulgaris se situe parmi les fines herbes séchées contenant les plus grandes capacités antioxydantes. Différents composants du thym lui permettent de posséder un tel statut, comme les phénols (**thymol et carvacrol**), les flavonoïdes, l'acide caféique et la vitamine E (**Guillén et Manzanos, 1998 ; Kulisic et al., 2006**). L'huile de *Thymus vulgaris* témoigne d'une grande activité antioxydante in vitro (**Bouhdid et al., 2006**). À côté de l'huile, qui a été largement étudiée pour ses propriétés antioxydantes, l'extrait aqueux des feuilles de *Thymus vulgaris* présente également une activité antioxydante importante, et les caractéristiques antioxydantes observées sont fortement dépendantes de l'acide rosmarinique, composé phénolique principal dans l'extrait aqueux de *Thymus vulgaris* (**Thuille et al., 2003**) (**Fig 09**).



Figure09: Aspect morphologiques de *Thymus* (**Iserin, 2001**)

Chapitre III
Evaluation de
l'activité anti oxydante

III.1. généralités

Plusieurs techniques analytiques sont appliquées pour mesurer la capacité antioxydante des antioxydants lipophiles et hydrophiles contenus dans les systèmes biologiques, dans notre alimentation et les plantes médicinales (**Pisoschi et Negulescu, 2011**).

Les méthodes utilisées peuvent être classées en deux groupes selon deux mécanismes: soit par le transfert d'atome d'hydrogène, soit par le transfert d'un simple électron (**Sanchez Moreno, 2002; Huang et al., 2005**).

Les techniques du premier groupe sont employées pour évaluer la peroxydation lipidique en utilisant un substrat lipidique ou lipoprotéique. La quantification de cette propriété est exprimée par la mesure du degré d'inhibition de l'oxydation (**Miguel-Chávez, 2017**). Alors que, les méthodes du deuxième groupe sont celles qui interviennent dans la mesure de l'habilité du piégeage des radicaux libres.

Parmi ces différentes méthodes analytiques, nous distinguons (**Peng, 2009; Pisoschi et Negulescu, 2011; Miguel-Chávez, 2017**): La méthode de DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl) (Activité scavenger du radical DPPH), TRAP (Paramètre du piégeage du radical total), PCL (test de Photochemiluminescence), ORAC (Capacité d'absorbance du radical de l'oxygène), FRAP (Test de la réduction du fer ou test de pouvoir réducteur), TOSC (total oxyradical scavenging capacity assay), TAC (capacité antioxydante totale), ABTS (Activité scavenger du radical ABTS (2,2-azinobis (3-éthyle-benzothiazoline-6-sulphonate))); ou TEAC (Capacité antioxydante équivalente de Trolox,

III.2. Quelques méthodes analytiques d'évaluation de l'activité antioxydante

III.2.1. Quelques méthodes analytiques d'évaluation de l'activité antioxydante *in vitro*

III.2.1.1. Piégeage du radical libre DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazil)

Cette méthode permet de mesurer le pouvoir réducteur par le calcul de la CI50 des substances antioxydantes contenues dans un extrait (**Ammar et al., 2009**). Le DPPH est un radical libre decouleur violette qui devient jaune quand il est réduit par un donneur de proton H⁺



Où AH est un composé capable de céder un H⁺ au radical DPPH.

En effet, le DPPH se caractérise par sa capacité à produire des radicaux libres stables. Cette stabilité est due à la délocalisation des électrons libres au sein de la molécule. La présence de ces radicaux DPPH donne lieu à une coloration violette foncée de la solution. La réduction des radicaux DPPH par un agent antioxydant entraîne une décoloration de la solution (Molyneux, 2004).

Le changement de couleur peut être suivi par spectrophotométrie à 517 nm et de cette façon le potentiel antioxydant d'une substance ou un extrait de plante peut être déterminé (Molyneux, 2004 ; Popovici *et al.*, 2010) (Figure 10).

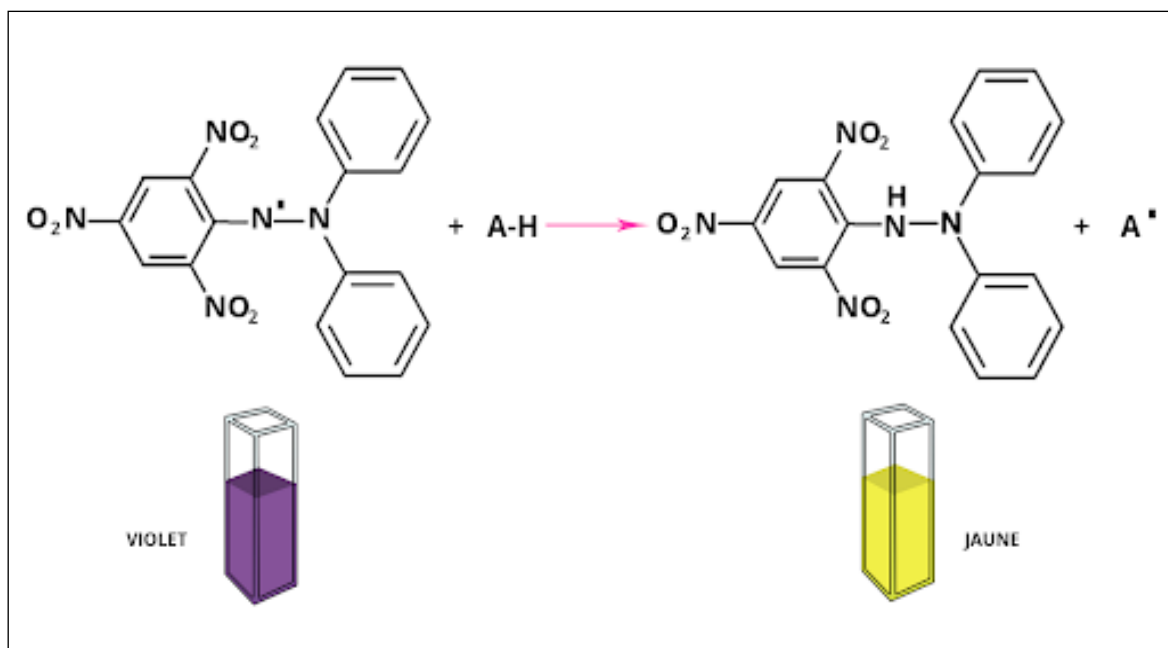


Figure 10: Equation du radical DPPH transformé en DPPH (Talbi *et al.*, 2015)

III.2.1.2. Dosage du pouvoir réducteur « FRAP »

Le pouvoir réducteur du fer III dans les extraits a été déterminé selon les méthodes décrites par Benzie et Strain, 1996 (Agbonon *et al.*, 2009).

Cette méthode est basée sur la réduction de l'ion ferrique (Fe^{3+}) en ion ferreux (Fe^{2+}). La présence des réducteurs (AH) dans les extraits des plantes provoque la réduction de Fe^{3+} complexe ferricyanide à la forme ferreux. Par conséquent, le Fe^{2+} peut être évalué en mesurant et en surveillant l'augmentation de la densité de la couleur bleu cyanée dans le milieu réactionnel à 700 nm (Chung *et al.*, 2002). En effet, le système

FeCl₃/K₃Fe(CN)₆ confère à la méthode la sensibilité pour la détermination «semi quantitative» des concentrations des antioxydants, qui participent à la réaction redox (Amarowicz *et al.*, 2004) (Fig 14).

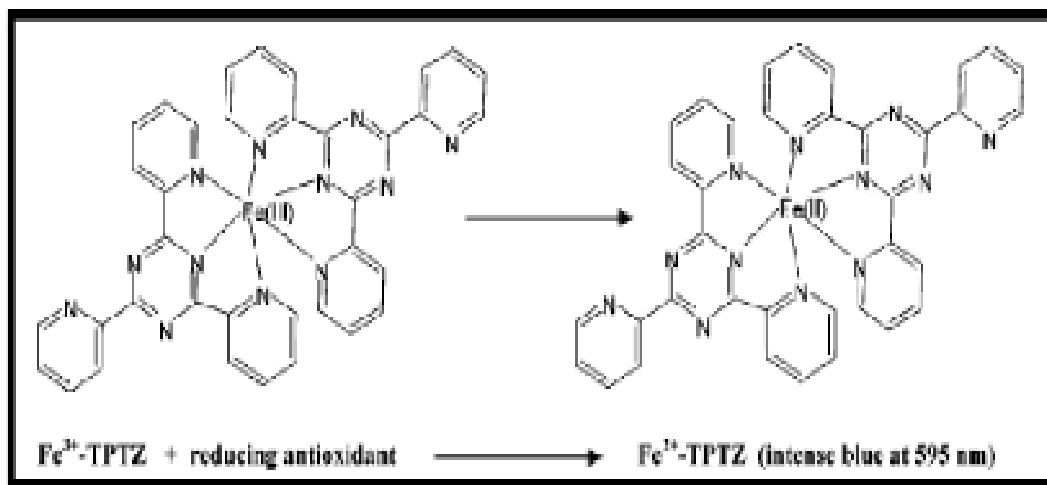


Figure 11 : Schéma sur la réaction de test FRAP (Ferric reducing antioxidant power) (Prior *et al.*, 2005)

III.2.1.3. Blanchiment de β -carotène couplé à l'auto-oxydation de l'acide linoléique

Le β -carotène est physiologiquement un composé important reconnu par sa forte activité biologique. Dans l'industrie agro-alimentaire, il est utilisé dans les boissons comme un agent de coloration et sa décoloration indique la réduction de qualité de ce produit (Bougatef *et al.*, 2009).

Cependant, dans le test du blanchiment du β -carotène, la présence des 11 paires de doubles liaisons rend le β -carotène extrêmement sensible aux radicaux libres dérivés d'hydroperoxydes qui sont formés à partir de l'oxydation d'acide linoléique dans un système émulsion aqueuse en résultant le blanchiment du β -carotène (Unten *et al.*, 1997). La présence des antioxydants comme les polyphénols réduisent l'ampleur de la destruction du β -carotène en neutralisant les hydroperoxydes et d'autres espèces radicalaires formées à l'intérieur de ce système.

III.2.1.4. Activité antioxydante totale (TAC)

La capacité antioxydante totale (TAC) des extraits est évaluée par la méthode dephosphomolybdène de **Prieto et al. (1999)**. Cette technique est basée sur la réduction demolybdène Mo (VI) présent sous la forme d'ions molybdate MoO_4 à molybdène Mo (V) MoO_2 en présence de l'extrait pour former un complexe vert de phosphate/ Mo(V) à pH acide.

III.2.1.5. ORAC (capacité d'absorbance du radical oxygéné)

Cette méthode permet d'estimer le potentiel antioxydant d'échantillons, basé sur leur capacité à piéger les radicaux libres. Elle évalue la capacité des antioxydants d'un échantillon à limiter l'oxydation de la fluorescéine, une sonde fluorescente sensible à l'oxydation, par des radicaux peroxyles générés par un composé oxydant thermolabile, l'AAPH. L'oxydation de la fluorescéine s'accompagne d'une diminution de fluorescence mesurée au cours du temps (excitation : 485 nm, émission : 520 nm). Les composés antioxydants intervenant dans cette réaction limitent ainsi, pendant un temps, la perte de la fluorescence. Le potentiel antioxydant de l'échantillon est déterminée par la différence d'aire sous courbe avec l'aire sous courbe d'un témoin sans antioxydant.

III.2.1.6. ABTS

Le radical cation de l'acide 2,2'-azinobis(3-éthylbenzothiazoline-6-sulfonique) (ABTS) est stable sous sa forme libre. Ce radical est facilement formé à partir de l'acide correspondant par oxydation en présence de persulfate de potassium. D'autres oxydants peuvent être utilisés, tels que le dioxyde de manganèse (MnO_2). Ce radical est utilisé pour évaluer le pouvoir antioxydant de fluides biologiques, de mélanges complexes ou de composés purs. Il est capable de réagir avec des antioxydants classiques de type phénols et thiols, mais aussi avec tout composé donneur d'hydrogène ou d'électron (**Rice-Evans et Miller, 1994**).

Ce radical est caractérisé par un spectre UV avec des maximums d'absorbance à 416, 650 et 734 nm. La concentration de ce radical peut être déterminée en mesurant l'absorbance à ces longueurs d'onde. L'addition d'un antioxydant à une solution de ce radical cation entraîne sa réduction et une diminution de l'absorbance à 734 nm. Cette diminution dépend de l'activité antioxydante du composé testé mais souvent aussi du temps et de la concentration (**Rice-Evans, 1999**).

III.2.1.7. TRAP (Total Radical Trapping Antioxidant Parameter)

La méthode TRAP a été développée par **Wayner en 1985** et est basée sur la mesure de l'oxygène consommé lors d'une réaction de peroxydation lipidique. Cette réaction d'oxydation est induite par la décomposition thermique de l'AAPH (dichlorhydrate de 2,2'-azobis-2-méthylpropanimidamide) qui permet de générer un radical peroxy *in situ*. Les résultats sont exprimés en μ moles de radicaux peroxy captés par litre de milieu étudié.

Wayner suivait la consommation de l'oxygène à l'aide d'une électrode thermostatée à l'oxygène. Cependant, une électrode à oxygène n'est pas stable durant toute la période de mesure (environ 2 h par échantillon). Plus tard, la méthode TRAP a été modifiée pour utiliser l'accroissement de chimioluminescence induite par la réaction des radicaux peroxy avec du Luminol (**Ikonen et Salo, 1999**). Cette modification a permis d'augmenter la précision de la méthode et a rendu possible l'automatisation des mesures.

III.2.1.8. TOSC (Total Oxyradical Scavenging Capacity)

Cette méthode, développée par **Winston G.W. 1998**, utilise la réaction d'oxydation de l'acide 2-céto-4-méthiobutyrique (KMBA) en éthylène par un radical peroxy. Ce radical est formé à partir de l'AAPH, et la formation d'éthylène est mesurée par chromatographie gazeuse. Le pouvoir antioxydant d'un composé est évalué par sa capacité à inhiber la formation d'éthylène.

III.2.2. Quelques méthodes analytiques d'évaluation de l'activité antioxydante *in vivo*

III.2.2.1. Détermination de la capacité plasmatique vis-à-vis du radical DPPH.

La capacité du plasma à piéger le radical DPPH est évaluée selon la méthode de **Hasani et ses collaborateurs (2007)** avec quelques modifications, en se basant sur le même principe que celui du test de DPPH *in vitro*.

III.2.2.2. Méthode de dosage des malondialdéhyde (MDA) tissulaires

Les composés carbonylés à l'instar du malondialdéhyde réagissent avec l'acide thiobarbiturique (TBA) pour donner des chromophores de couleur rose absorbant à 532 nm (Yagi, 1976).

III.2.2.3. Méthode de dosage de glutathion réduit (GSH) tissulaires

Le dosage du glutathion est réalisé selon la méthode de **webbaker et cory (1988)**. Le principe de ce dosage repose sur la mesure de l'absorbance optique de l'acide 2-nitro-5 mercapturique. Ce dernier résulte de la réduction de l'acide 5,5'-dithio-bis-2 nitrobenzoïque (réactif d'Ellman, DTNB) par les groupements (-SH) existant dans le GSH.

III.2.2.4. Dosage de l'activité enzymatique de la catalase (CAT)

L'activité enzymatique de la catalase est déterminée dans les tissus cellulaires selon la méthode de **flohe et al, (1984)**. Le dosage de l'activité enzymatique de la catalase est basé sur la diminution de l'absorbance à 240 nm qui est due à la décomposition du peroxyde d'hydrogène (H₂O₂) par la catalase.

Chapitre IV
Fruit dattier
(phœnix dactylifera.L)

IV. Palmier dattier

IV.1. Généralités

Le nom scientifique du palmier dattier est *Phoenix dactylifera* L. Il provient du mot Phoenix qui signifie dattier chez les phéniciens, et dactylifera, du terme grec dactulos signifiant doigt, allusion faite à la forme du fruit (**Djerbi, 1994**).

Phoenix dactylifera est une espèce dioïque, monocotylédone, appartenant à la famille des Palmaceae, et à la sous-famille des Coryphineae. La famille des Palmaceae compte environ 235 genres et 4000 espèces (**Munier,1973**).

Le palmier est une composante essentielle de l'écosystème oasien (**Toutain et al.,1990**), grâce à sa remarquable adaptation aux conditions climatiques, la haute valeur nutritive de ses fruits, les multiples utilisations de ses produits (**Bousdiraetal.,2003; Bakkaye, 2006**) et sa morphologie favorisant d'autres cultures sous-jacentes (**El Homaizi, 2002**).

Différents noms vernaculaires sont retenus pour cette plante selon les différents pays : Palmier dattier (Français), Nakhla (Arabe), Tamar (Hébreu), Palmadatilera (Espagnol), Palma daterro (Italien), Manah (Persan), Tazdait, Tanekht, Tainiout (en Berbère suivant les régions) (**tirichine, 2010**).

IV.2. Classification systématique

La classification botanique du palmier dattier donnée par **Djerbi (1994)** est la représentée dans le tableau **04**

Le genre *Phoenix* comporte au moins douze espèces, la plus connue est le dactylifera.

Tableau04 : Classification systématique du palmier dattier

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

IV.3. Description botanique du palmier dattier

Le palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) est une monocotylédone arborescente dont la tige monopodiale couverte des bases des feuilles mortes, porte le nom de stipe qui peut atteindre 30 à 40 m. Sur le stipe, par arbre, on compte environ 50 à 200 palmes (**Ben Abdallah, 1990**). Le palmier dattier est une plante dioïque à reproduction allogame. Les palmiers mâles sont appelés communément dokkars ou pollinisateurs (**Chaibi et al., 2002**) (**Fig 12**).

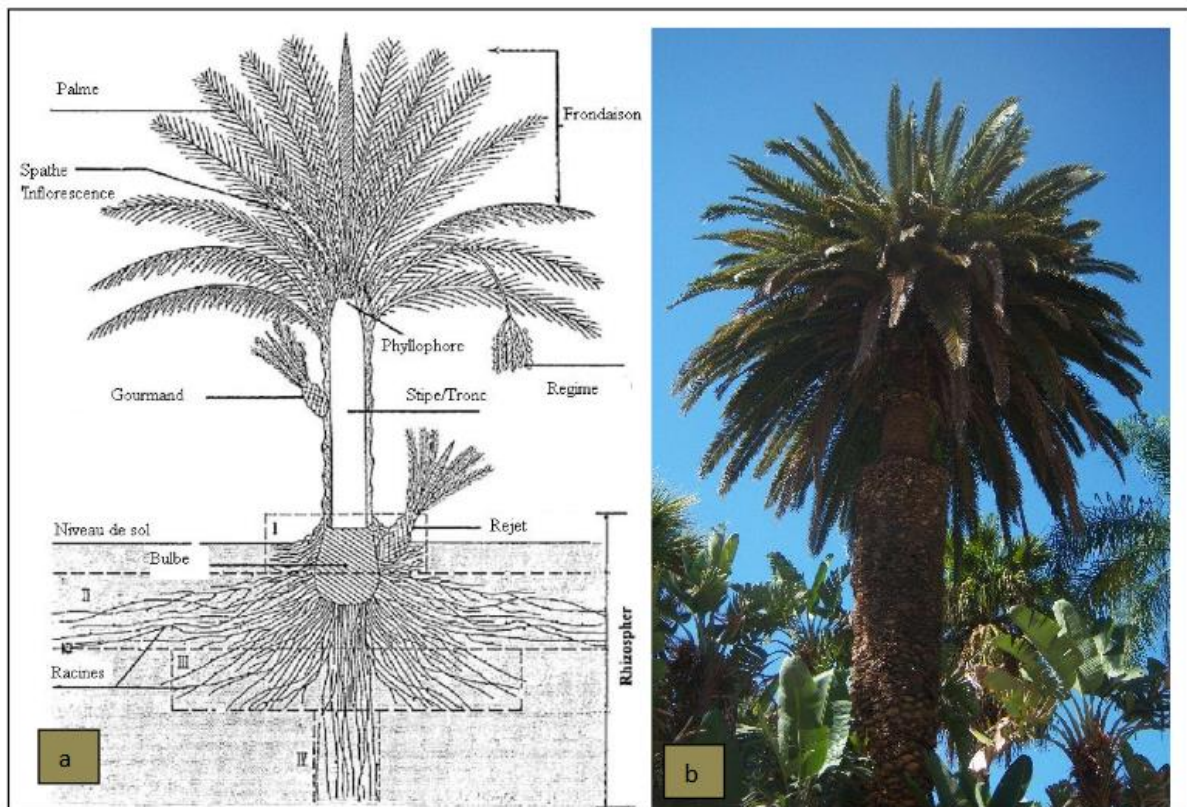


Figure 12 : (a) palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) (**Munier, 1973**)

(b): palmier Dattier (**Zaid and P.F. de Wet, 1999**)

IV.4. Répartition géographique du palmier dattier

IV.4.1. Dans le monde

Le dattier est une espèce xérophile, il ne peut fleurir et fructifier normalement que dans les déserts chauds (**Amorsi, 1975**).

Le palmier dattier fait l'objet d'une plantation intensive en Afrique méditerranéenne et au Moyen-Orient (**Fig 13**).

L'Espagne est l'unique pays européen producteur de dattes, principalement dans la célèbre palmeraie d'Elche (**Toutain, 1996**). Aux Etats-Unis d'Amérique, le palmier dattier fût introduit au XVIII^{ème} siècle. Sa culture n'a débuté réellement que vers les années 1900 avec l'importation de variétés irakiennes (**Matallah, 2004 ; Bouguedoura, 1991; Hilgeman, 1972**). Le palmier dattier est également cultivé à plus faible échelle au Mexique, en Argentine et en Australie (**Matallah, 2004**).

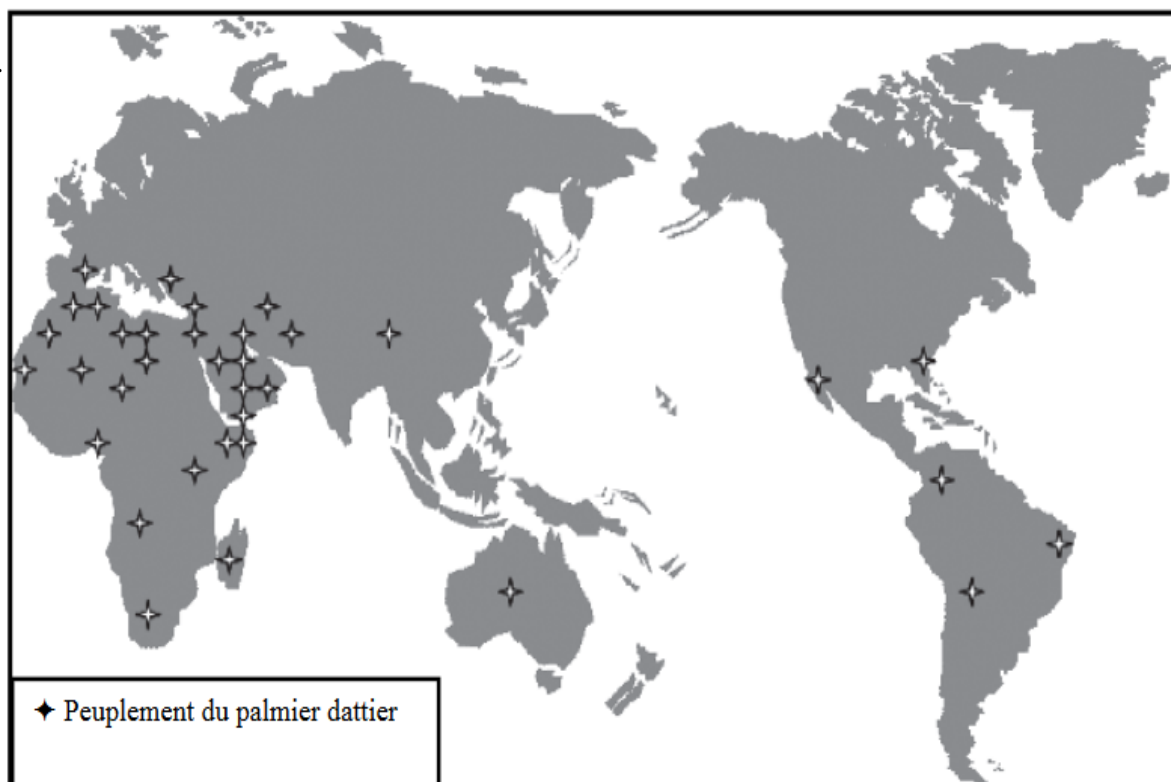


Figure 13 : Répartition géographique du palmier dattier dans le monde (**El Hadrami et El Hadrami, 2007**)

IV.4.2. En Algérie

Actuellement, la palmeraie algérienne est constituée de plus de 11 millions de palmiers répartis à travers 09 wilayas sahariennes: Biskra, El-Oued, Ouargla, Ghardaïa, Adrar, Béchar, Tamanrasset, Illizi et Tindouf. Le palmier dattier se trouve également dans d'autres wilayas situées dans des zones de transition entre la steppe et le Sahara que l'on considère par rapport aux palmeraies sahariennes, de «marginales» (**Buelguedj, 2007**) (**Fig 14**)

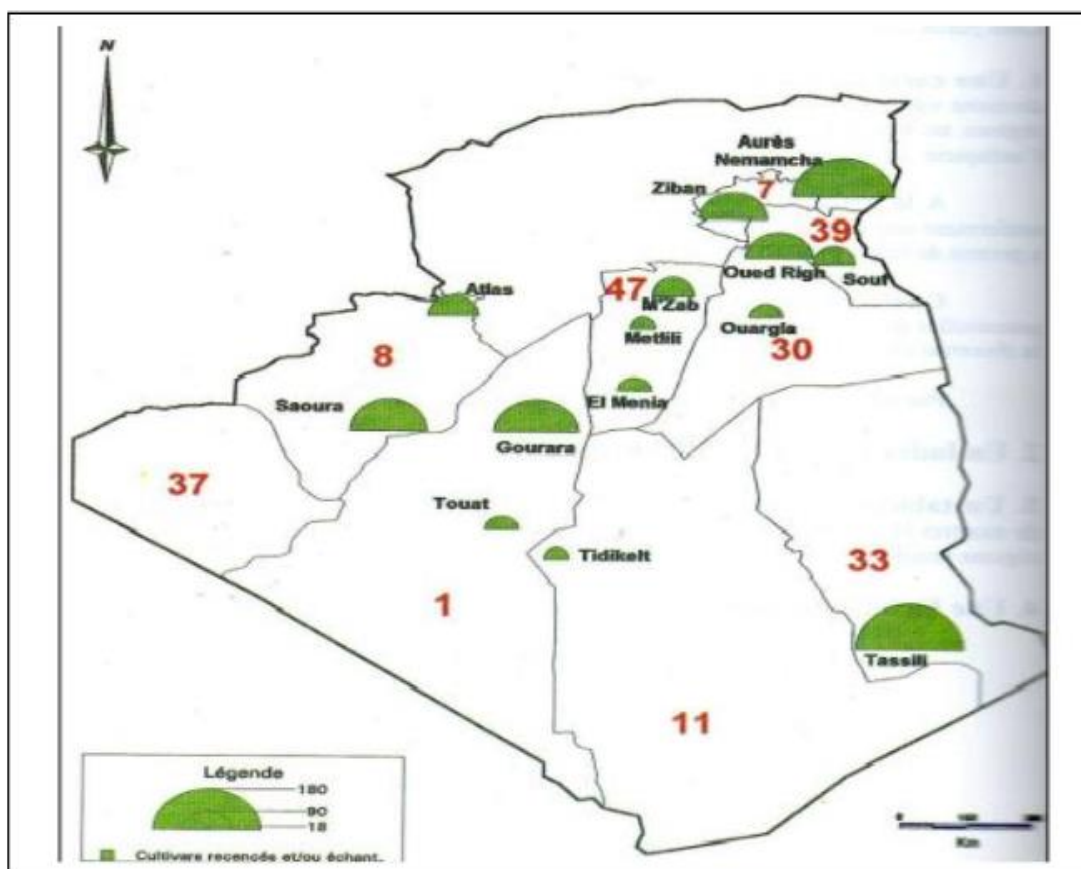


Figure 14 :Distribution géographique du palmier dattier en Algérie (Bouguedoura, 1991)

IV.5.Fruit dattier (les dattes)

IV.5.1. Morphologie de la datte

La datte, fruit du palmier dattier, est une baie, généralement de forme allongée, ou arrondie. Elle est composée d'un noyau ayant une consistance dure, entouré de chair. La partie comestible de la datte, dite chair ou pulpe, est constituée selon **Espiard (2002)** de :

Péricarpe ou enveloppe cellulosique fine dénommée peau.

Mésocarpe généralement charnu, de consistance variable selon sa teneur en sucre et de couleur soutenue.

Endocarpe de teinte plus claire et de texture fibreuse, parfois réduit à une membrane parcheminée entourant le noyau. La figure 15 montre une coupe de la datte et de son noyau.

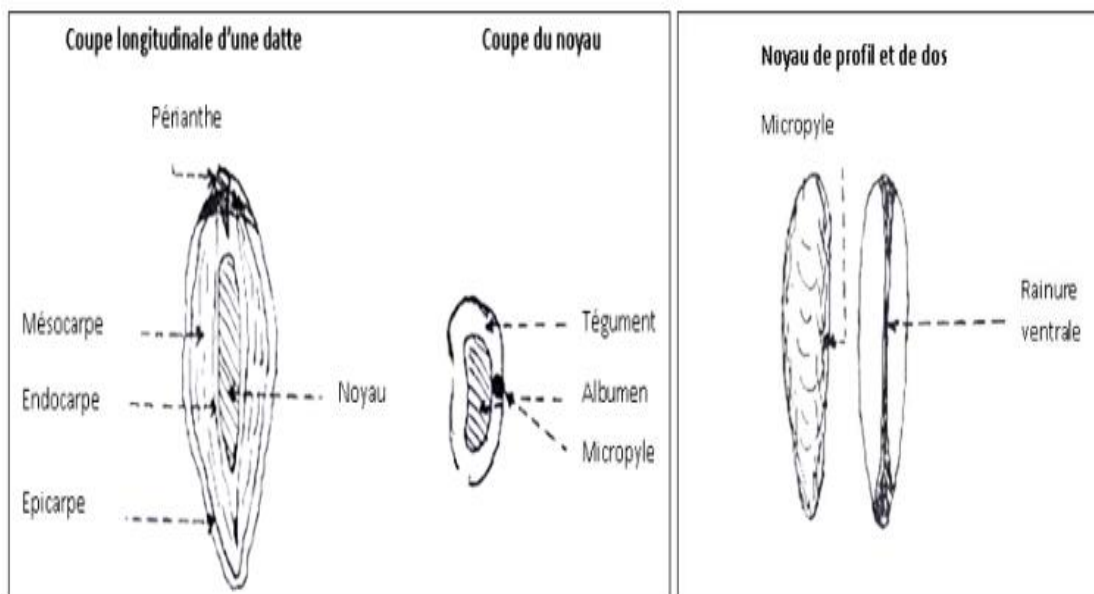


Figure 15 : schéma représentatif de la datte et son noyau (Belguedj, 2001)

IV.5.2. Variétés des dattes

Les dimensions de la datte sont très variables, de 2 à 8 cm de longueur et d'un poids de 2 à 8 grammes selon les variétés. Leur couleur va du blanc jaunâtre au noir en passant par les couleurs ambres, rouges, brunes plus ou moins foncées (Djerbi, 1994).

Les variétés de dattes sont très nombreuses, seulement quelques unes ont une importance commerciale. Elles se différencient par la saveur, la consistance, la forme, la couleur, le poids et les dimensions (Buelguedj, 2001 ; Djerbi, 1988).

En Algérie, il existe plus de 940 cultivars de dattes (Hannachi et al., 1998). Les principales variétés cultivées sont :

➤ **Deglet-Nour** : Variété commerciale par excellence. C'est une datte demi-molle, considérée comme étant la meilleure variété de datte du fait de son aspect, son onctuosité et sa saveur. A maturité la datte est d'une couleur brune ambrée avec un épicarpe lisse légèrement plissé et brillant, le mésocarpe présente une texture fine légèrement fibreuse (Kendri, 1999 ; Boudrar et al., 1997)(Fig 16).



Figure 16 :Deglet Nour (battesti, 2005)

Variétés communes : Ces variétés sont de moindre importance économique par rapport à Deglet-Nour. Les variétés les plus répandues sont : Ghars, Degla-Beïda et Mech-Degla



Figure 17 :Variétés des dattes (battesti, 2005)

A :Ghars

b : Degla Beïda

c :Mech Degla

IV.5.3. Production des dattes

IV.5.3.1. Dans le monde

En moyenne plus de 5 millions de tonnes de dattes sont récoltées dans le monde chaque année. Cela place la datte au 5^{ème} rang des fruits les plus produits dans les régions arides et semi-arides. L'Egypte est le plus gros producteur, mais les dattes voyageant peu. 90% de la production est consommée dans son pays d'origine. L'Europe est surtout approvisionnée par l'Afrique du nord. (Principalement Algérie et Tunisie) (FAO, 2013) (Tableau 05).

Tableau 05 : Production des dattes en tonnes dans le monde (FAO, 2013)

Pays	Production en quintaux			
	2010	2011	2012	2013
Egypte	1352954,00	137357,00	1470000,00	1501799,00
Irak	567668,00	619182,00	655450,00	676111,00
Iran	1023126,00	1053870,00	1066000,00	1083720
Arabie-Saoudite	991546,00	1008105,00	1050000,00	1065032,00
Emirats Arabes Unis	825300,00	239164,00	250000,00	245000,00
Pakistan	524041,00	557279,00	524612,00	526749,00
Algérie	644741,00	724894,00	789357,00	848199,00
Soudan	431000,00	432100,00	433500,00	437835,00
Oman	276405,00	268011,00	270000,00	269000,00
Libye	161000,00	165948,00	170000,00	17040,00
Tunisie	174000,00	180000,00	193000,00	195000,00
Maroc	101351,00	102961,00	101862,00	107611,00

Les principaux pays producteurs de dattes sont : l'Egypte, l'Irak, l'Iran, l'Arabie-Saoudite, l'Emirats Arabes Unis, le Pakistan, l'Algérie et le Soudan (FAO, 2013).

IV.5.3.2. En Algérie

La production nationale de dattes en l'an 2012, a assuré un chiffre total de 7 893 570 quintaux (Minagri, 2012). D'après le tableau 06 près de 63% de la production nationale de dattes est

réalisée par les deux wilayas : El oued et Biskra avec un pourcentage respectif de 37 et 26% .La variété de DegletNour occupe la première place et représente 49,80% de la production totale des dattes. Quant aux dattes molles et sèches, elles représentent respectivement un pourcentage de l'ordre de 17,54 et 32,66% de production dattière Algérienne.

Tableau 06 :Production de dattes en Algérie, en quintaux (Minagri , 2012).

Wilayas	DegletNour (dattes demi moles)	Ghars et analogues (dattes molles)	DeglaBieda et analogues (dattes sèches)
Adrar	0	0	865 083
Laghouat	1108	4853	2800
Batna	4616	3772	4891
Biskra	1 729 650	398 436	789 098
Bechar	0	0	239 240
Tamanrasset	0	0	108 590
Tebessa	7400	10600	0
Djelfa	1100	280	110
Ouargla	634 346	435 946	61 009
El bayed	46	6760	0
Illizi	685	9 230	5669
Tindouf	0	6075	0
El oued	1 334 793	392 150	295 927
Khenchla	22 500	29 600	6 800
Naama	0	8 800	197000
Ghardaia	195 000	78 000	19700
Total	3 931 244	1 384 508	2 577 818

IV.5.4. Composition biochimique des dattes

IV.5.4.1. Composition biochimique de la partie comestible "Pulpe "

IV.5.4.1.1. Teneur en eau

La teneur en eau de la datte étudiée est de 14,71 %. Cette valeur est comparable à celle donnée par **Aït Ameur (2001)**, avec une teneur de 15 % pour la même variété.

IV.5.4.1.2. Les sucres

Les sucres sont les constituants les plus importants dans la datte. Ils sont également responsables de la douceur de l'aliment. La datte renferme une teneur de 63.8 % de sucres totaux du poids frais, correspondant à une teneur de 75,10 % de matière sèche. Cette teneur est comparable à celle trouvée par **Boutaida (2001)**, qui donne une teneur de 79,75 % du poids sec pour la même variété.

IV.5.4.1.3. Les protéines

Le taux en protéines est estimé à 2,46 % de matière fraîche. Cette teneur est supérieure à celle trouvé par **Boudrâa (2004)**, qui donne une valeur de 1,09 % du poids frais pour la même variété. Cette différence peut être due aux conditions climatiques et édaphiques.

IV.5.4.1.4. Les lipides

La teneur en lipides dans la datte est évaluée à 0,27 %, soit 0,32 % de matière sèche **Al-Hooti et al., (1997)**

V.5.4.1.5. Les éléments minéraux

Les résultats des éléments minéraux sont mentionnés dans le tableau suivant (Acourene et al.,2001):

Tableau 07: Teneur moyenne en éléments minéraux dans la pulpe en mg/100 g de matière sèche

Eléments minéraux	Pulpe
Potassium (K)	678,00
Calcium (Ca)	231,75
Magnésium (Mg)	21,00
Sodium (Na)	34,00
Zinc (Zn)	1,27
Fer (Fe)	0,99
Cuivre (Cu)	0,13
Manganèse (Mn)	0,05

IV.5.4.2. Composition biochimique de la partie non comestible "noyau "

Le noyau présente 7 à 30 % du poids de la dattte. Plusieurs études concernant les caractérisations du noyau de la dattte ont relevé sa richesse en diverses substances biochimiques et ménirales. Le tableau07 montre la composition biochimique des noyaux de dattes

Tableau 08 : Composants chimiques des noyaux de dattes

Composition chimique	Teneur	Références
Matière protéique (shahal) (%MS)	2.29	Al-Farsi et al.,2007(variété shahal)
Matière grasse en %	13.2	Djouab,2007;Amellal, 2008
Sucres en %	4.4 à 4.6	Lecheb,2007
Fibres en %	70	Almana et al.,1994
Polyphénols (%MS)	0,0215 à 0,0526	Besbesetal., 2004
Minéraux (%MS)		Devshony et al., 1992
K	25,4-28,9	
Ca	1,35-1,87	
Mg	-	
P	6,74-9,36	
Na	0,38-1,48	
Fe	0,22-1,68	
Zn	-	
Cu	0,07-0,2	
Mn	0,06-0,09	

IV.6. Effets thérapeutique des dattes

IV.6.1. Effets thérapeutiques des noyaux de dattes

➤ Les propriétés médicinales des graines de dattes sont impressionnantes, ils permettent à prévenir les reins et le foie contre la toxicité, sont utiles dans le diabète, riches en antioxydants, préviennent les dommages à l'ADN. Ils ont aussi un rôle important dans le traitement de diverses infections virales (Al-Farsi et al., 2007).

- Les études d'Al-Farsi et ses collaborateurs (2007), ont montré que les noyaux de dattes ont un effet défensif contre les lésions hépatiques induites chimiquement et les dommages oxydatifs de l'ADN.
- Les noyaux de dattes ont également un effet remarquable dans le traitement des troubles de la glycémie, plus précisément le diabète et ses complications. En effet des études récentes ont montrés que les noyaux possèdent des effets protecteurs potentiels contre les complications diabétiques précoces du foie et des reins (**Al-Farsi et al., 2007**).
- Vu leur richesse en antioxydants, les noyaux de dattes ont des propriétés antioxydantes et anti-radicalaires, ils aident à protéger le corps contre les dommages dus au stress oxydatif. D'après des recherches récentes, le potentiel antioxydant des hydrolysats de protéines de graines de dattes pourrait être utilisé comme ingrédient alimentaire fonctionnel potentiel pour la promotion de la santé (**Al-Farsi et al., 2007**).

IV.6.2. Effets thérapeutiques des pulpes de dattes

IV.6.2.1. Activité antioxydant et antiinflammatoire

La datte est un fruit riche en polyphénols qui sont susceptibles d'assurer la protection des tissus contre les effets nocifs comme la reproduction excessive des radicaux libres qui induit une activité inflammatoire dans les cellules leucocytes. Des études réalisées montrent que l'extrait méthanolique et aqueux de la pulpe de la datte possèdent une activité antiinflammatoire dans un modèle auxiliaire d'arthrite chez les rats. Ces extraits augmentent les niveaux antioxydants du plasma (vitamine C, E, A et β -carotène) et diminuent les niveaux des peroxydes de lipide. Des études réalisées montre que les constituants de datte : les proanthocyanidine (**Subarnas et Wagner, 2000**), les flavonoïdes (**Robak et Gryglewski, 1996**), polyphénols (**Gescher, 2004**), le β -carotène (**Uteshev et al, 2000**), et le sélénium (**Roberts, 1963**) possèdent des effets anti-inflammatoires et peut contribuer pour les effets bénéfiques.

IV.6.2.2. Activité antibactérienne

La datte est considérée comme un aliment ayant des propriétés antimicrobiennes contre les bactéries pathogènes qui causent plusieurs infections telles que la bronchite. Plusieurs auteurs rapportent que la datte a des effets antibactériennes directs sur certains bactéries tels que, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhi* et *Pseudomonas aeruginosa*.

Les extraits de datte empêche presque totalement la croissance de ces bactéries dans le milieu nutritif, ainsi que la germination des spores de *B. subtilis* (Sallal et Ashkenani, 1989). Plusieurs composés actifs dans la datte ont été identifiés. Les composés phytochimiques non identifiés peuvent être impliqués dans les activités antimicrobiennes. Les extraits de datte stimulent également l'immunité cellulaire chez les souris qui peuvent les aider à se protéger contre les diverses infections (Puri et al., 2000).

IV.6.2.3. Activité protectrice gastro-intestinale

Les dattes sont connues pour leurs activités contre les ulcères peptiques. Les musulmans consomment d'habitude plus de dattes pendant le mois de Ramadan, ce qui peut protéger la muqueuse gastrique contre les effets nuisibles de l'acide gastrique (Al Qarawi et al., 2005). Plusieurs études montrent que l'extraits aqueux et éthanoliques des dattes peuvent être efficaces en améliorant l'ulcération gastrique chez les rats. Plusieurs constituants de la datte comme les proanthocyanidines (Iwasaki et al., 2004), les flavonoides (Mota et al., 2009), la cyanidine 3-glucoside (Li et al., 2008), le β carotène (Garamszegi et al., 1989), le β -sitostérol (Xiao et al., 1992) et le sélénium (Parmar et al., 1988) possèdent une activité protectrice contre les différents ulcères

IV.6.2.4. Activité anti-hyperlipidémique

Les maladies du cœur coronaire sont fortement liées à la diminution des concentrations de cholestérol de lipoprotéine de haute densité et à l'augmentation du cholestérol de lipoprotéine de faible densité. Salah et Al-Maiman (2005) rapportent que l'alimentation des rats avec une farine dégraissée de datte réduit le taux de triglycérides dans le plasma, le cholestérol et la lipoprotéine de faible densité. El-Mougy et al. (1991) ont également observé des résultats similaires quand les fibres de graine de datte.

IV.6.2.5. Activité anti-hémolytique

L'extrait de datte neutralise l'activité hémolytique de Streptocoque exotoxine, le streptolysine O, probablement dû à la stabilisation de membrane d'érythrocyte et à l'inhibition de l'enzyme du streptolysine O. D'autres études montrent que la substance inhibitrice était de nature stéroïdienne et non protéique car la déprotéinisation de l'extrait n'a pas diminué son effet inhibiteur (Abuharfeil et al., 1999). D'autres travaux montrent que les anthocyanines, les

caroténoïdes, les procyanidines et les flavonoïdes de dattes sont connus pour leurs effets protecteurs de membrane d'érythrocyte (**Hocman, 1988; Tapas et al., 2008**)

IV.6.2.6. Activité anti-cancéreuse

La datte contient des composés phytochimiques qui possèdent des effets bénéfiques pour la santé contre beaucoup de types de cancers. Ces composés phytochimiques ont été étudiés pour leurs activités chimio-préventive et anticancéreuses. Ces derniers incluent les phytoestrogènes tels que le génistéine, glycitéine et daïdzéine, les acides phénoliques tels que les acides galliques et féruliques, et d'autres composés polyphénoliques comprenant les tannins, les anthocyanines, les flavonoïdes et les phytostérols (Sindhi, V et al. 2013)

Chapitre V
Composition
phytochimique et
activités anti
oxydantes des dattes

V.1 Composition phytochimique des dattes

V.1.1. Analyses qualitatives (Screening phytochimique)

D'après les résultats de l'étude menée par (LAOUINI, 2014) les trois cultivars (Degla-Beida, Deglet-Nour, Ghars) sont riches en métabolites secondaires.

Le tableau 09 illustre la présence des flavonoïdes, des tanins, des terpénoïdes et des stérols et l'absence des alcaloïdes, des saponosides, des stéroïdes, des anthocyanes, des anthraquinones et les huiles volatils dans la variété de Degla-Beida. Les glycosides cardiaques se présentent dans les extraits hexane et n-butanol. Pour les coumarines se présentent dans les extraits acétate d'éthyle et n-butanol.

Tableau 09 :Screening photochimique des extraits du cultivar Degla-Beida (LAOUINI, 2014)

Groupes chimiques	Extrait		
	Hexane	Acétate d'éthyle	n-Butanol
Flavonoïdes	+	+	+
Alcaloïdes	-	-	-
Tanins	-	+	+
Saponosides	-	-	-
Terpénoïdes	+	+	+
Stérols/terpènes	+	+	+
Stéroïdes	-	-	-
Anthocyanes	-	-	-
Anthraquinones	-	-	-
Glycosides cardiaques	+	-	+
Huiles volatils	-	-	-
Coumarines	-	+	+

+ : présence, - : absence

Le tableau 10 illustre la présence des flavonoïdes, des tanins, des terpénoïdes, des glycosides cardiaques et des coumarines et l'absence des alcaloïdes, des saponosides, des stéroïdes, des anthocyanes, des anthraquinones et des huiles volatils dans le cultivar de Deglet-Nour. Les stérols sont présentés dans les extraits hexane et acétate d'éthyle et absents dans l'extrait n-butanol.

Tableau 10: Screening photochimique des extraits du cultivar Deglet-Nour (LAOUINI, 2014)

Groupes chimiques	Extrait		
	Hexane	Acétate d'éthyle	n-Butanol
Flavonoïdes	+	+	+
Alcaloïdes	-	-	-
Tanins	±	+	+
Saponosides	-	-	-
Terpénoïdes	+	+	+
Stérols/terpènes	+	+	-
Stéroïdes	-	-	-
Anthocyanes	-	-	-
Anthraquinones	-	-	-
Glycosides cardiaques	+	+	+
Huiles volatils	-	-	-
Coumarines	+	+	+

+ : présence, - : absence, ± : relativement faible

Les résultats des tests phytochimiques des extraits de la variété Ghars indique la présence de cinq groupes de métabolites secondaires dans les trois extraits à savoir les flavonoïdes, les tanins, les terpénoïdes, les stérols, les glycosides cardiaques. Les trois extraits sont dépourvus des alcaloïdes, des terpénoïdes, des stéroïdes, des anthocyanes, des anthraquinones et des huiles volatils. Les coumarines sont absentes dans les extraits acétate d'éthyle, n-butanol et présents dans les extrais d'hexane tableau 11.

Tableau 11 :Résultat de test photochimique du cultivar Ghars

Groupes chimiques	Extrait		
	Hexane	Acétate d'éthyle	n-Butanol
Flavonoïdes	+	+	+
Alcaloïdes	-	-	-
Tanins	+	+	+
Saponosides	-	-	-
Terpénoïdes	+	+	+
Stérols/terpènes	+	+	+
Stéroïdes	-	-	-
Anthocyanes	-	-	-
Anthraquinones	-	-	-
Glycosides cardiaques	+	+	+
Huiles volatils	-	-	-
Coumarines	+	-	-

+ : présence, - : absence

V.1.2. Analyses quantitatives

V.1.2.1. Teneurs en composés phénoliques totaux

Les travaux de (LAOUINI, 2014) démontrent les teneurs en composés phénoliques extractibles totaux des différents extraits des trois variétés de dattes qui sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau 12 : Teneurs moyennes en composés phénoliques totaux des extraits des trois variétés de dattes (en mg d'équivalent d'acide gallique/100g d'extrait) (LAOUINI, 2014)

Extraits	Variétés		
	Deglet Nour	Ghars	Mech Degla
Ethéropétrolique	97.77±4.80 a	74.99±2.70 b	120.68±0.77 c
Dichlorométhanique	189.81±8.01 a	83.33±5.16 b	159.11±4.75 c
Alcoolique	114.79±3.47 a	101.09±1.47 b	216.95±2.65 c
Macéré aqueux	204.57±2.21 a	170.94±1.22 b	304.08±9.51 c
Décocté	313.59±1.94 a	237.17±0.97 b	302.74±2.70 c
décocté concentré	361.60±7.27 a	351.67±3.31 a	378.64±3.67 c

a, b, c : les moyennes suivies par des lettres différentes d'une même ligne sont significativement différentes ($p \leq 0.05$)

Le tableau 12 affiche la teneur de la datte en composés phénoliques totaux trouvés dépend du mode d'extraction.

Les teneurs moyennes des trois variétés de dattes en ces composés sont exprimées en pourcentage du poids frais de la datte.

Tableau 13 : Teneurs moyennes en composés phénoliques totaux des trois variétés de dattes (en mg d'équivalent d'acide gallique/100g de poids frais) (LAOUINI, 2014)

Mode d'extraction	Variété		
	Deglet Nour	Ghars	Mech Degla
A l'éther de pétrole	0.058±0.01 a	0.048±0.01 b	0.078±0.01 c
Au dichlorométhane	0.136±0.01a	0.056±0.01b	0.084±0.01 c
A l'alcool	7.60±0.23 a	8.32 ±0.12 b	37.81±0.46 c
Macération à l'eau	80.05±0.89 a	69.90±0.50 b	112.54±3.52 c
Décoction à l'eau	142.69±0.88 a	121.53±0.50 b	143.89±1.28 a
Décoction	130.17±2.61 a	116.05±1.09 b	143.88±1.29 c
Concentration au SDS	55.69±1.74 a	71.35±3.84 b	177.51±1.74 c

a, b, c : les moyennes suivies par des lettres différentes d'une même ligne sont significativement différentes ($p \leq 0.05$)

La teneur des dattes en composés phénoliques totaux extraits à l'éther de pétrole et au dichlorométhane est très faible pour les trois variétés, allant de 0.048 à 0.136 mg/100g de poids frais. L'extraction à l'alcool a donné des teneurs plus élevées mais inférieures à celles obtenues, par macération et décoction dont la valeur maximale est de 143.89 mg/100g de poids frais de la datte. La teneur de Deglet Nour en composés phénoliques totaux extraits au butanol est de 7.6 mg/100g de poids frais, proche à la valeur obtenue par **Mansouri et al. (2005)** qui est de 6.73mg/100g.

V.1.2.2. Teneur en flavonoïdes

Les teneurs des différents extraits des trois variétés de dattes en flavonoïdes sont représentées dans le tableau 14 d'après les résultats rapportés par (LAOUINI, 2014)

Tableau 14 :Teneurs moyennes en flavonoïdes des extraits des trois variétés de dattes (en mg d'équivalent de quercétine/100g d'extrait)

Extraits	Variétés		
	DegletNour	Ghars	MechDegla
Ethéropétrolique	9.60±0.25 a	3.12±0.16 b	13.30±1.00 c
Dichlorométhanique	3.61±0.13 a	2.54±0.10 b	5.16±0.10 c
Alcoolique	2.06±0.27 a	1.79±0.12 b	6.01±0.33 c
Macéré aqueux	2.27±0.22 a	5.25±0.36 b	13.01±0.62 c
Décocté	8.15±0.50 a	5.65±0.29 b	2.28±0.31 c
décocté concentré	3.87±0.23 a	2.30±0.40 b	5.41±0.27 c

a, b, c : les moyennes suivies par des lettres différentes d'une même ligne sont significativement différentes ($p \leq 0.05$)

Les teneurs moyennes des trois variétés de dattes en ces composés sont exprimées en pourcentage de poids frais de la datte et sont données dans le tableau 15 La teneur de la datte en flavonoïdes dépend du mode d'extraction utilisé.

Tableau 15 :Teneurs moyennes en flavonoïdes des trois variétés de dattes (en mg d'équivalent de quercétine/100g de poids frais) (LAOUINI, 2014)

Mode d'extraction	Variétés		
	DegletNour	Ghars	MechDegla
A l'éther de pétrole	5.70.10 ⁻³ ±0.01 a	2.00.10 ⁻³ ±0.01 b	8.73.10 ⁻³ ±0.01 c
Au dichlorométhane	2.60.10 ⁻³ ±0.01 a	1.73.10 ⁻³ ±0.01b	2.74.10 ⁻³ ±0.01a
A l'alcool	0.136±0.01 a	0.143±0.01 a	1.05±0.06 b
Macération à l'eau	0.89±0.08 a	2.15±0.15 b	4.81±0.23 c
Décoction à l'eau	3.71±0.22 a	2.90±0.15 b	1.09±0.15 c
Décoction	1.39±0.08 a	0.76±0.13 b	2.57±0.13 c
Concentration au SDS	8.89±0.14 a	8.26±0.07 b	6.96±0.02 c

a, b, c : les moyennes suivies par des lettres différentes d'une même ligne sont significativement différentes ($p \leq 0.05$)

Les concentrations en flavonoïdes des trois variétés de dattes extraits à l'éther de pétrole, le dichlorométhane et l'alcool sont très faibles. Ces teneurs correspondent à des traces, ce qui est en accord avec les résultats obtenus par **Mansouri et al. (2005)**.

La macération et la décoction à l'eau et l'extraction au SDS ont données des teneurs plus élevés en flavonoïdes par le poids frais de la datte.

V.1.2.3. Teneur en tanins condensés

Le tableau 16 renferme les teneurs en tanins condensés des différents extraits des trois variétés de dattes (**LAOUINI, 2014**)

Tableau 16 : Teneurs moyennes en tanins condensés des extraits des trois variétés de dattes (en mg d'équivalent de catéchine/100g d'extrait) (**LAOUINI, 2014**)

Extraits	Variété		
	Deglet Nour	Ghars	Mech Degla
Alcoolique	34.33±9.15 a	61.76±24.01 b	152.49±3.35 c
Macéré aqueux	77.47±4.47 a	118.40±0.91 b	237.01±5.35 c
Décocté	265.16±2.38 a	221.10±3.76 b	269.68±3.09 c
décocté concentré	243.75±1.02 a	245.00±11.45 a	300.18±7.70 c

a, b, c : les moyennes suivies par des lettres différentes d'une même ligne sont significativement différentes ($p \leq 0.05$)

La teneur en tanins condensés des trois variétés de dattes se révèle nettement plus élevé que la teneur en flavonoïdes extraits par les mêmes solvants. Cette teneur varie de 2.27 à 114.08mg/100g de poids frais de datte selon le solvant utilisé pour l'extraction.

Les teneurs moyennes des trois variétés de dattes en ces composés, exprimées en pourcentage de poids frais sont données dans le tableau 17.

Tableau 17 : Teneurs moyennes des trois variétés de dattes en tanins condensés (en mg d'équivalent de catéchine /100g de poids frais) (LAOUINI, 2014)

Mode d'extraction	Variétés		
	DegletNour	Ghars	MechDegla
A l'alcool	02.27±0.60 a	05.08±1.98 b	26.58±0.58 c
Macération à l'eau	30.31±1.75 a	60.61±0.44 b	99.81±1.14 c
Décoction à l'eau	120.65±1.08 a	90.41±1.53 b	112.65±2.54 c
Décoction	87.75±1.34 a	80.61±4.17 b	114.08±2.92 c
Concentration au SDS	30.00±0.00 a	60.00±0.00 b	102.95±1.41 c

a, b, c : les moyennes suivies par des lettres différentes d'une même ligne sont significativement différentes ($p \leq 0.05$)

Les teneurs en composés phénoliques totaux des extraits aqueux sont plus élevées que celles des extraits organiques. Ce qui est attendu car l'extraction aux solvants organiques a permis de fractionner ces composés.

D'autre part, la majorité des composés phénoliques trouvés dans la datte, notamment les tanins condensés sont de nature polaire. **Shiba et al. (2005)**, **Gangoue-Pieboji et al. (2006)**, **Sanogo et al. (2006)** confirment que la majorité des groupes chimiques, comme les tanins, les saponosides, les flavonoïdes, les coumarines et les anthocyanosides, sont extractibles par l'eau. Par ailleurs, une partie importante de composés phénoliques a été extraite par les solvants organiques moins polaires. Ce qui témoigne de l'efficacité prouvée, dans nombreux travaux, de l'extraction des composés phénoliques par des mélanges de méthanol/eau ou d'acétone/eau.

Le contenu en composés phénoliques totaux des extraits non polaires peut correspondre au phytoestrogènes présumés être dans les dattes. En effet, **Fernandez et al. (1983)** ont rapporté que certains chercheurs ont pu isoler à partir du palmier dattier, par extraction à l'hexane les composés : 3-hydroxyphytostérols, 3,6- diketophytostérols et 3-keto-6-hydroxyphytostérols.

V.1.2.4. Teneur en caroténoïdes

Les résultats du dosage des caroténoïdes dans les extraits méthanoliques des dattes ne représentent aucune différence significative ($P=0.38$). Ils sont illustrés par (la figure 18) D'après ces résultats, (**Boulkour Assia, 2012**) remarquent que la variété de dattes codée **DB** renferme la plus grande quantité de ces composés estimée à 127µg /100g de MF, suivi par les

dattes de l'échantillon codé DV (Datte Village Moussa) avec une teneur de 72 μ g /100g MF. Alors que les dattes codées DC (Datte Camp-Chevallier) renferment la plus faible quantité.

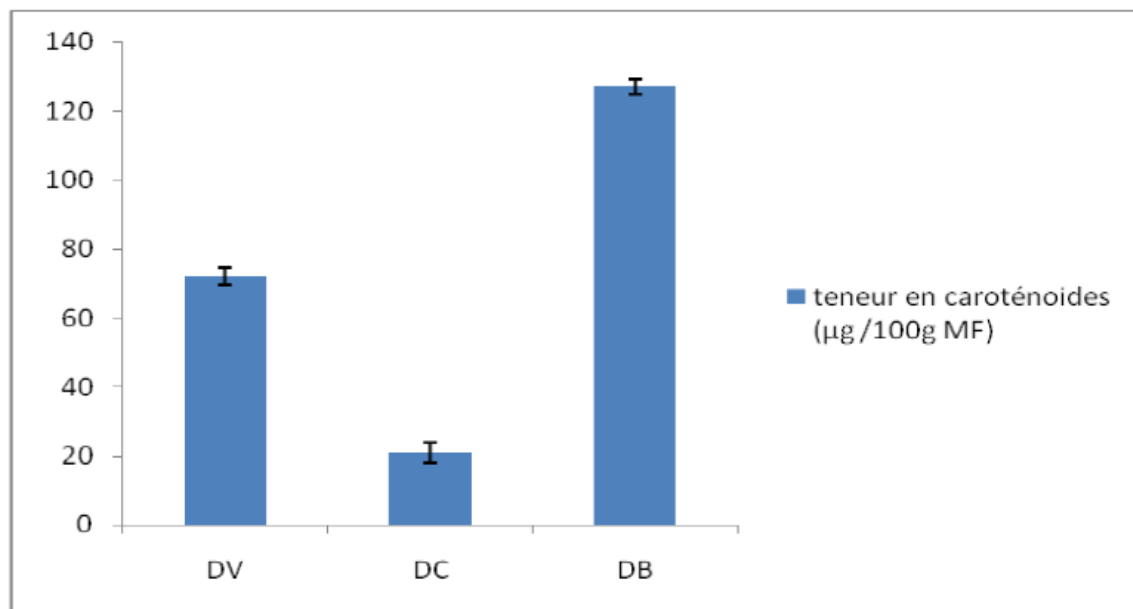


Figure 18 :Teneur en caroténoïdes pour les trois échantillons de dattes.

DV : Datte Village Moussa, **DC** : Datte Camp-Chevallier, **DB** : Datte Ben Hayen

L'analyse trois variétés de dattes Algériennes, **Boudrieset al. (2007)** a permis de révélerdes teneurs allant de 51,3 à 145 μ g/100g de poids frais, qui sont inférieures à celles de **Al-Farsiet al. (2005)** qui ont rapporté des valeurs comprises entre 1,31 à 3,03 mg/100g de poids frais. Ces différences peuvent être attribuées à plusieurs facteurs dont la variété, les méthodes d'extraction et d'analyse, l'origine géographique et les conditions de stockage.

Selon **Rodriguez-Amaya, (2001)**, la composition en caroténoïdes varie avec la saison, en saison fraîche et pluvieuse, la teneur en caroténoïdes est plus faible avec une dominance du β -carotène mais moins de diester des xanthophylles rouges, comparés à ceux produits en saison relativement sèche et chaude.

V.1.2.5. Teneur en anthocyanes

Les concentrations en anthocyanes retrouvées par (Boulkour Assia, 2012) des trois variétés de dattes sont présentées dans la figure 19 .

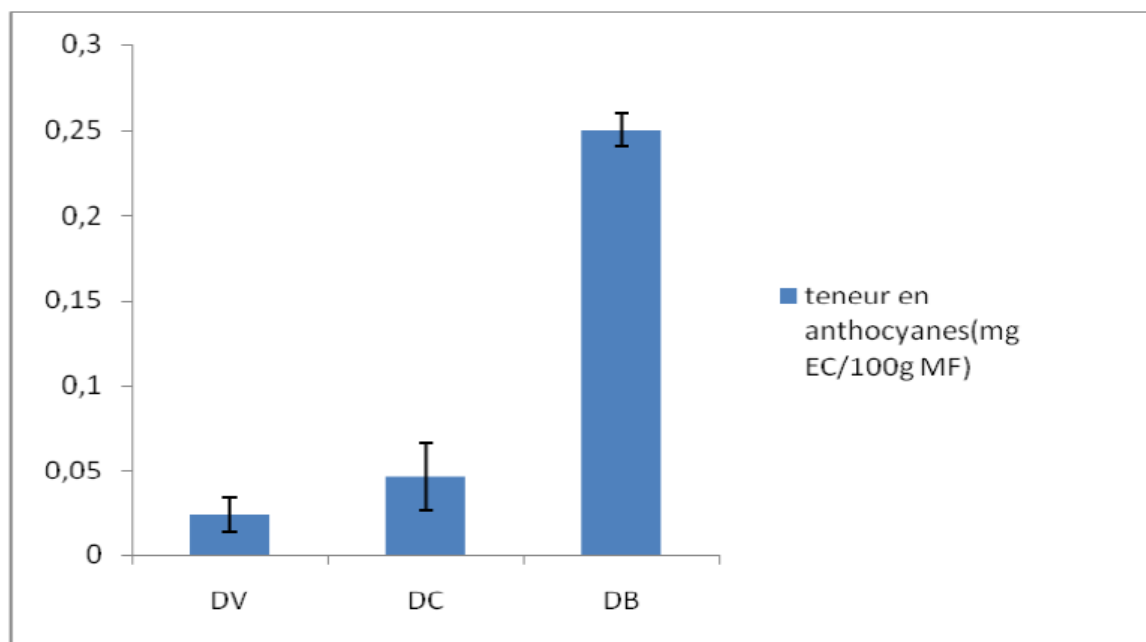


Figure 19 : Teneur en anthocyanes pour les trois échantillons de dattes

DV : Datte Village Moussa, **DC** : Datte Camp-Chevallier, **DB** : Datte Ben Hayen

Les résultats obtenus **Boulkour, (2012)** montrent que la présence des anthocyanes dans les échantillons de dattes étudiés est très faible, elle varie entre 0,024mg EC /100g (MF) pour l'échantillon codé DV et 0,25 mg EC /100 g (MF) pour la variété codée DB. Une teneur intermédiaire est enregistrée avec la variété codée DC. Ces concentrations sont nettement inférieures (sauf celle de la variété DB) à celles obtenues par **Al-Farsi et al. (2005)** qui ont travaillé sur quelques variétés

Algériennes, et qui ont trouvé des valeurs comprises entre 0,24 et 1,52 mg EC/100g (MF).

Cette faible concentration en anthocyanes peut être due soit à la méthode d'analyse utilisée, soit à la destruction de ces pigments au cours du stockage des variétés de fruit.

Plusieurs études ont montré que le séchage entraîne des pertes en anthocyanines, et le taux de destruction dépend considérablement des conditions de séchage et de la composition de produit (**Raynal, 1987**).

Les anthocyanines sont des composés très sensibles ; plusieurs facteurs (la température élevée, le pH, la lumière et la structure) peuvent les déstabiliser (**Lalehet al., 2006**).

V.2. Evaluation de l'activité antioxydante

V.2.1. Activité antioxydante et antiradicalaire *in vitro*

V.2.1.1. Mise en évidence de l'activité antioxydante par la méthode du β - carotène

Le β -carotène est physiologiquement un composé important reconnu par sa forte activité biologique. Dans l'industrie agro-alimentaire, il est utilisé dans les boissons comme un agent de coloration et sa décoloration indique la réduction de qualité de ce produit (**Bougatef et al., 2009**).

Exemple :

Le test de décoloration du β - carotène, réalisé par **Boulkour, 2012** a permis de percevoir des halos de couleur orange autour des puits contenant les extraits et les comparer au BHA témoin positif.

Ce sont les extraits éthanoliques (dattes et *robb*) qui ont donné des halos d'inhibition de diamètre de 24.3 et 18 mm respectivement proche de celui du BHA avec 26.8 mm tandis que les autres extraits chloroformiques et acétate d'éthyle ont donné des halos de couleur moins intense et de diamètre de 8 et 11.4 respectivement (Fig 19). **Sharififar et al. (2009)** ont étudié l'activité antioxydante des extraits méthanolique, chloroformique et éther de pétrole de *Teucrium polium*L, et ont trouvé des diamètres de halos de rétention de couleur de 25.8, 5.1 et 9.2 mm respectivement, ou la première valeur était proche de celle du témoin positif BHT avec un diamètre de 28.1mm. Ces résultats montrent que les extraits éthanoliques (dattes et *robb*) possèdent un potentiel antioxydant important due aux polyphénols notamment les flavonoïdes qui stabilisent le radical peroxyde par donation d'hydrogène (**Al-Farsi et al., 2005**)

V.2.1.2. Test de blanchissement du β - carotène

le test du blanchiment du β -carotène, la présence des 11 paires de doubles liaisons rend le β -carotène extrêmement sensible aux radicaux libres dérivés d'hydroperoxydes qui sont formés à partir de l'oxydation d'acide linoléique dans un système émulsion aqueuse en résultant le blanchiment du β -carotène. La présence des antioxydants comme les polyphénols réduisent l'ampleur de la destruction du β -carotène en neutralisant les hydroperoxydes et d'autres espèces radicalaires formées à l'intérieur de ce système. (Unten *et al.*, 1997)

exemple :

La technique de décoloration du β -carotène/ acide linoléique permet d'évaluer l'activité antioxydante des quatre extraits par inhibition de la peroxydation des lipides en suivant l'absorbance dans le temps réalisés par (Boulkour , 2012) ont démontrent que les absorbances des milieux réactionnels en absence des extraits diminuent rapidement dans le temps, alors que l'ajout des extraits ou du BHA ralentit ce déclin. En effet les extraits éthanoliques (dattes et *robb*) ont un effet sur l'allure de cette courbe qui devient stable à partir de 48 h.

L'activité antioxydante (inhibition%) la plus élevée est retrouvée dans l'extrait chloroformique et acetate d'ethyle avec 55.33% \pm 0.88 et 52.66% \pm 0.7 respectivement proche de celle du BHA (55% \pm 0.03).

Les extraits éthanoliques (dattes et *robb*) ont montré une capacité antioxydante de 33.66 et 36.66% respectivement, inférieure par rapport aux autres extraits malgré leur richesse en polyphénols (les flavonoïdes surtout).

Les résultats de Boulkour, 2012 sont similaires aux résultats d'une étude réalisée par Yang *et al.* (2007) sur des extraits du rhizome du lotus ou l'extrait méthanolique est plus riche en polyphénols : 20.1mg équivalent en catechine/100g de MS mais ne montre qu'une faible activité antioxydante comparé aux extraits éther de pétrole et dichlorométhane dont la valeur est assez proche à celle du témoin BHA, et moins riches en composés phénoliques (2.2 et 2.4 mg équivalent en catechine/100g de MS respectivement).

Cela peut s'expliquer par une mauvaise agitation qui induit un paradoxe polaire, d'après Fränkel *et al.*, (1994), le test de blanchiment du β - carotène est similaire à un système d'émulsion dans l'eau ou les extraits apolaires sont concentrés dans l'interface lipide/eau permettant ainsi la prévention de la formation des radicaux libres alors que les antioxydants hydrosolubles se trouvant dans les extraits polaires restent dilués dans la phase aqueuse et sont moins actifs.

Selon **Haddadi (2005)** plusieurs facteurs semblent moduler les résultats d'inhibition de l'oxydation de l'acide linoléique à savoir la nature liposoluble ou hydrosoluble des antioxydants et leur concentration. Il a été établi que l'activité antioxydante est due aux acides cinnamiques, et les flavonoïdes (flavone, flavonols et flavonones) **Mansouri et al. (2005)**.

La haute capacité de l'extrait chloroformique d'inhiber l'acide linoléique, laisse supposer que les composés liposolubles responsables de cet effet sont la fraction moins polaire des flavonoïdes hautement méthylés, et les caroténoïdes dont *Deglet-Nour* contient 0.77mg/100g de poids frais tels que la lutéine et le β - carotène (**Al Farsi et al., 2007**).

V.2.1.3. Test antiradicalaire (Test DPPH)

L'activité anti radicalaire est réalisée par la méthode du radical 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle (DPPH) qui est une méthode fréquemment utilisée pour sa simplicité. Ce radical libre présente une coloration violet foncé, lorsqu'il est piégé par les antioxydants, il apparaît sous sa forme réduite de couleur jaune pâle (**Soares et al., 1997; Molyneux, 2004**).

Exemples :

Les travaux réalisés par **Boulkour, 2012** ont démentrés que l'inhibition de la décoloration du radical DPPH est fonction de la concentration des différents extraits utilisés (0 à 200 $\mu\text{g/ml}$) et du témoin BHT (antioxydant de référence).

L'activité antiradicalaire mesurée par **Boulkour, 2012** des extraits est exprimée en IC50 déterminée graphiquement, elle est de 924 et 715.91 $\mu\text{g/ml}$ pour les extraits chloroformique et acétate d'éthyle alors qu'avec les extraits (dattes et *robb*) la valeur est 55.6 $\mu\text{g/ml}$ et 64.84 $\mu\text{g/ml}$ assez proche de celle du BHT qui est de 37.3 $\mu\text{g/ml}$ tableau 18

Tableau 18 : Valeurs des IC 50 du DPPH pour les extraits.

extrait	IC50 ($\mu\text{g/ml}$)	EA
BHT	37.3	0.026
Chloroformique	924	0.001
Acétate d'éthyle	715.91	0.0013
Ethanol (dattes)	55.6	0.017
Ethanol (<i>robb</i>)	64.84	0.015

Tous les extraits ont un pouvoir anti-radicalaire envers le DPPH, plus la valeur de l'IC50 est petite plus l'extrait est considéré comme un antioxydant puissant.

Une étude menée par **Liolios et al. (2009)** sur une autre espèce de dattes *Phoenix theophrastia* montré une IC50 de 17 µg/ml lorsque l'extraction a été menée par le méthanol, cette valeur est nettement inférieure à celle trouvée par **Mansouri et al. (2005)** qui est de 243.6 µg/ml.

Cette différence peut être expliquée par le fait qu'il s'agisse non seulement de deux espèces différentes, mais aussi de l'action combinée des différents composés à activité antiradicalaire qu'elles peuvent contenir (les polyphénols glycosides, les peptides, les acides organiques....).

La capacité antiradicalaire des extraits chloroformiques et acétate d'éthyle estimée par la technique DPPH est très faible, ces extraits qui étaient d'excellents antioxydants dans le test de la décoloration du β-carotène, ont faiblement réagi dans cet essai. Notons que le pouvoir antioxydant d'un composé chimique n'est pas nécessairement égal à sa capacité de réduire le DPPH. Cela peut être expliqué par le fait qu'ils ne contiennent pas d'acides phénols, des acides hydroxycinnamiques ou des flavonoïdes monoglycosylés et diglycosylés qui sont les plus susceptibles du pouvoir antiradicalaire de la datte (**Sundus, 2009**).

Un autre paramètre exprimant la puissance anti-radicalaire a été calculée à partir du premier paramètre notée : "EA" (efficacité anti-radicalaire, égale à 1/IC50). Les valeurs EA de tous les extraits sont significatives. Plus ces valeurs sont grandes plus la puissance antiradicalaire est grande. L'EA est estimée à 0.08 dans une étude réalisée par **Sundus (2009)** sur les extraits aqueux de plante *Phoenix dactylifera* légèrement supérieure à celles des extraits éthanoliques (dattes et *robb*) avec 0.017 et 0.015 respectivement. L'activité antiradicalaire des extraits éthanoliques (dattes et *robb*) est attribuée à l'habileté du groupement -CH=C-COOH des acides cinnamiques de réduire le radical DPPH par le proton H (**Mansouri et al., 2005**), et aux flavonoïdes : l'apigénine en partie, car la réduction du DPPH par l'antioxydant dépend de la présence du groupement hydroxyle OH en position 3, l'orthodihydroxy en position 3' et 4' et le groupement carbonyle en position 4 qui provoque la délocalisation des électrons du phénol (**Rastija et al., 2009**).

Une autre étude réalisée par **Boukour, 2012** démontre la mesure de l'absorbance (ou densité optique DO) effectuée par spectrophotométrie à 517 nm. Les pourcentages d'inhibition sont calculés à partir des valeurs obtenues (Figure 20).

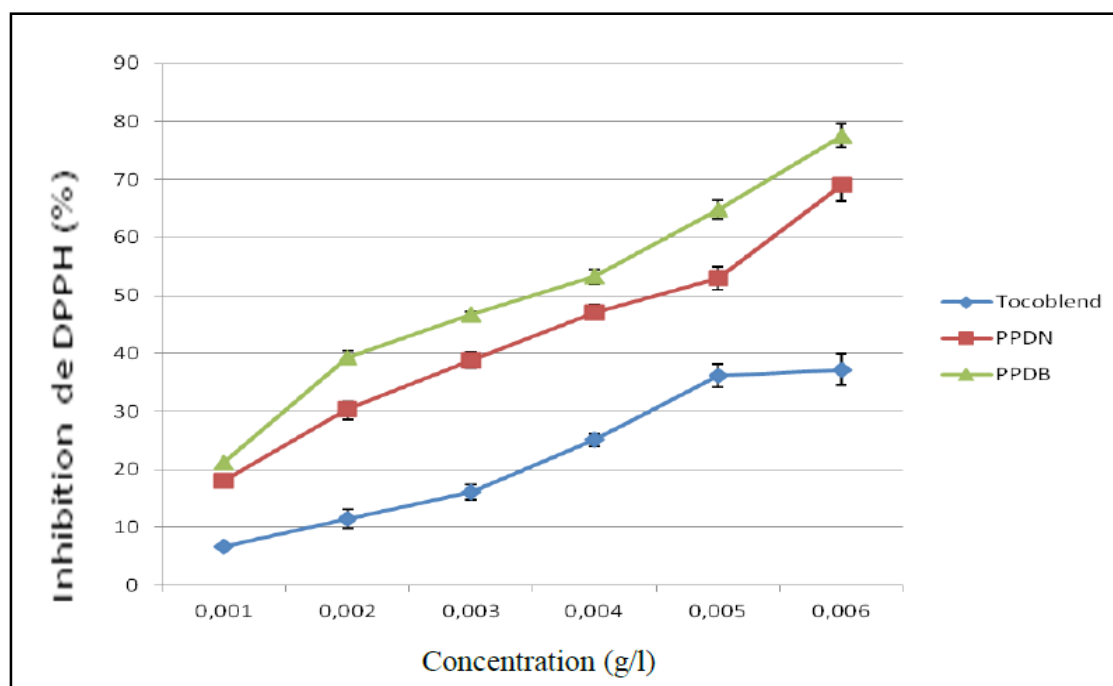


Figure 20 : Inhibition du DPPH en fonction des concentrations de PPDN, de PPDB et du Tocoblend. (Soares *et al.*, 1997; Molyneux, 2004).

Tocoblend : Antioxydant de référence

PPDN : Polyphénols de DegletNour.

PPDB : Polyphénols de Degla Beida

Cette figure représente la variation du pouvoir antioxydant en fonction de la concentration des polyphénols de datte (PPDN, PPDB) ainsi que de celle du Tocoblend. Nous constatons que le pouvoir d'inhibition de DPPH augmente avec l'augmentation de la concentration des antioxydants. Par ailleurs, l'analyse de (la figure 20) montre que les polyphénols de deux variétés de datte (DegletNour et Degla Beida) présentent une activité antioxydante supérieure à celle de Tocoblend ce qui favorise les industriels à l'utilisation des dattes et la valorisation de ses extraits dans le domaine de la conservation des aliments, comme des antioxydants naturels. Selon Djouab (2006), les extraits méthanolique et hydrolcoolique de la datte présentent une activité antioxydante intéressante de 52,15 % équivalente à celle de BHT (63,33 %).

Par ailleurs, nous constatons que les polyphénols de la variété Degla Beida sont légèrement puissants que ceux de DegletNour et ceci peut être due à la composition différente en composés phénoliques chez les deux variétés.

V.2.2. Activité antioxydante *in-vivo*

V.2.2.1. Effet sur la capacité antioxydante plasmatique vis-à-vis du radical DPPH

La capacité antioxydante plasmatique est l'un des biomarqueurs les plus utilisés pour évaluer l'efficacité d'une supplémentation alimentaire ou d'un traitement antioxydant. En raison du grand nombre d'antioxydants présents dans le plasma, plusieurs méthodes ont été développées; parmi lesquelles l'effet scavenger du radical DPPH (**Huang et al.,2005**). Cette dernière méthode est largement utilisée pour évaluer l'activité antioxydante des extraits de plantes et des aliments, elle est également utilisée pour évaluer la capacité antioxydante plasmatique qui est exprimée en pourcentage d'inhibition de décoloration du mélange réactionnel en présence du plasma par rapport à la solution méthanolique contenant uniquement le DPPH.

Exemple :

Les travaux réalisés par **boulkour,(2012)** ont démentrés que le plasma contient un réseau d'antioxydants endogènes comme (l'albumine, bilirubine, le glutathion réduit et l'acide urique) mais aussi des antioxydants exogènes dérivés de l'alimentation. Ces antioxydants peuvent agir d'une manière complémentaire et synergique au niveau de la cascade radicalaire, conférant une meilleure protection contre les espèces oxygénées réactives (EOR)

En tenant compte des résultats obtenus, il apparait que l'augmentation de la capacité antioxydante plasmatique, est probablement attribuée à une élévation du taux d'antioxydants exogènes tel que l'acide ascorbique, les caroténoïdes, la vitamine E et également les flavonoïdes ou les composés phénoliques, apportés par les extraits de dattes de la variété codée DV (Datte Village Moussa).

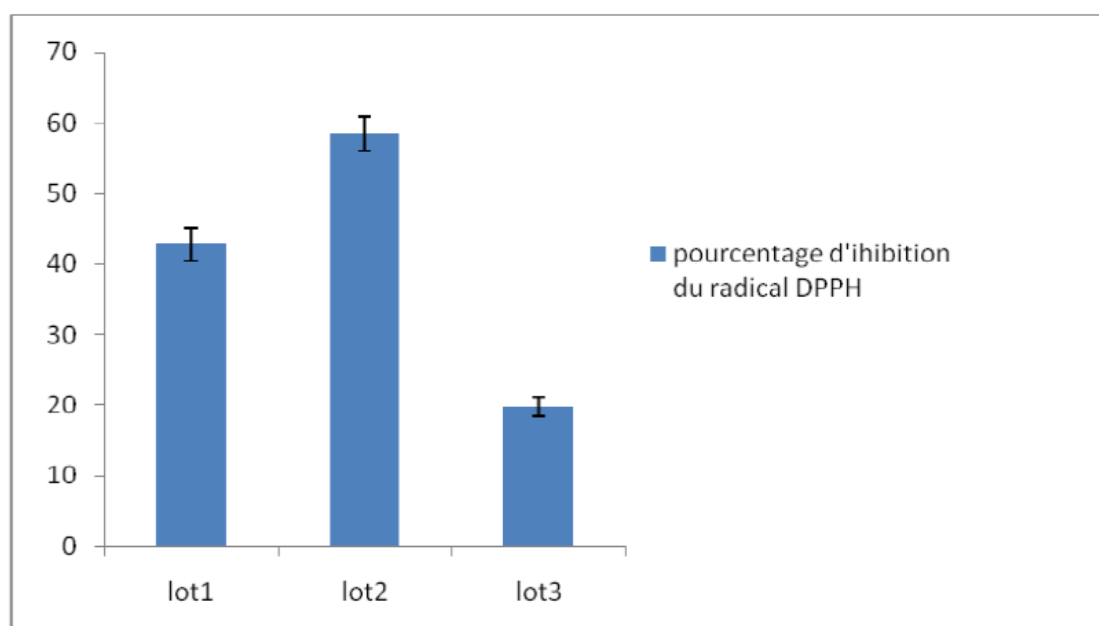


Figure 21: Capacité antioxydante plasmatique vis-à-vis du radical DPPH.

Chaque Lot contient 5 rats Wistar comme suit :

- lot 1 : c'est le lot témoin, avec un régime standard (aliment standard)
- lot 2 : c'est le lot expérimental 1, avec un régime standard plus 500mg de l'extrait brut de la variété 1/kg de poids administré par gavage.
- lot 3 : c'est le lot expérimental 2, avec un régime standard plus 500mg de l'extrait brut de la variété de référence/kg poids administré par gavage.

Le gavage a été fait pendant une semaine et l'administration a été faite à 9 h du matin.

V.2.2.2. Mesure de l'activité enzymatique de la catalase

La catalase est une enzyme héménique capable de transformer le peroxyde d'hydrogène en eau et oxygène moléculaire. Elle est essentiellement présente dans les peroxysomes, mais aussi dans les mitochondries et le cytoplasme. Elle protège les tissus des radicaux hydroxyles qui sont très réactifs (Sathishsekar et Subramanian, 2005).

Exemple :

Les résultats obtenus par **boulkour ,2012** sur l'étude de l'activité enzymatique de la catalase, le traitement d'une semaine par les extraits aqueux de dattes de la variété codée DV et DM provoque une augmentation de l'activité enzymatique de la catalase au niveau hépatique chez les rats traités comparativement à leurs congénères témoin, cette augmentation est statistiquement significative ($P=0.03$).

L'augmentation de l'activité de la catalase chez les rats traités par l'extrait laisse penser que cette défense oxydante pourrait être réactivée par des principes actifs présents dans l'extrait, qui ont pu provoquer une augmentation de la capacité de détoxification par l'amélioration de la capture des radicaux libres.

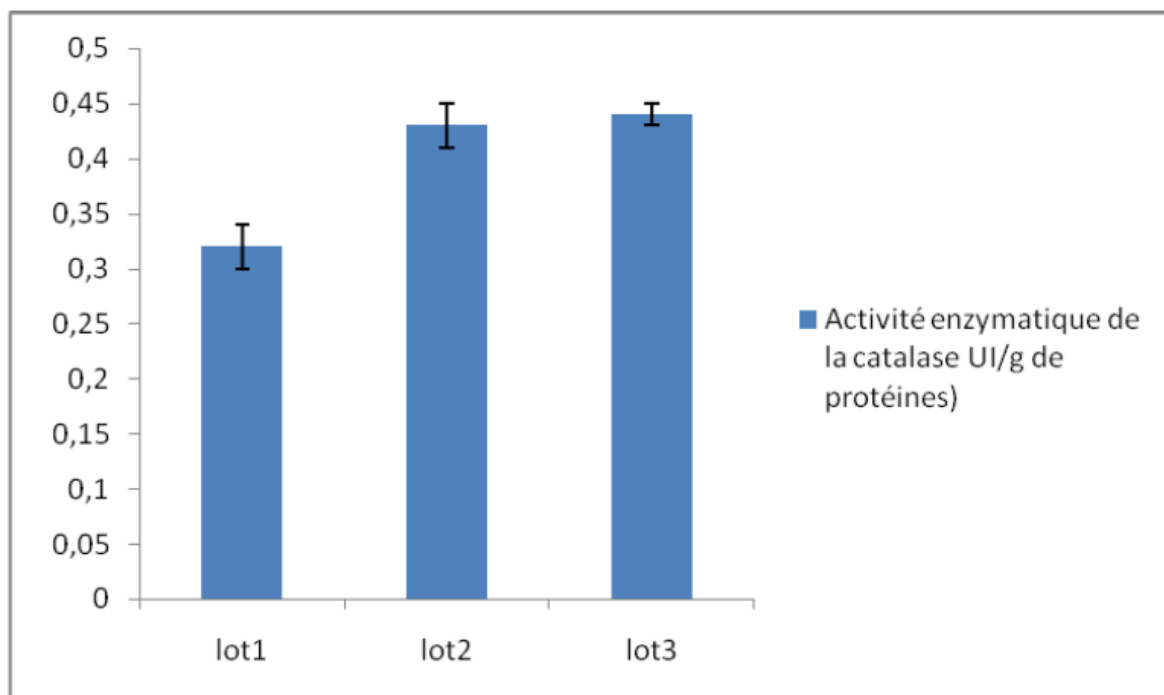


Figure 22 : L'activité enzymatique de la catalase cytosolique.

Chaque Lot contient 5 rats Wistar comme suit :

- lot 1 : c'est le lot témoin, avec un régime standard (aliment standard)
- lot 2 : c'est le lot expérimental 1, avec un régime standard plus 500mg de l'extrait brut de la variété 1/kg de poids administré par gavage.
- lot 3 : c'est le lot expérimental 2, avec un régime standard plus 500mg de l'extrait brut de la variété de référence/kg poids administré par gavage.

Le gavage a été fait pendant une semaine et l'administration a été faite à 9 h du matin.

V.2.2.3. Dosage de glutathion hépatique

Le glutathion réduit (GSH) joue un rôle multifactoriel dans le mécanisme de défense antioxydant (Sathishsekar et Subramanian, 2005). C'est un piègeur direct des radicaux libres, (Ravi et al., 2004).

Exemple :

Les résultats obtenus par **Boulkour, 2012** de dosage du glutathion hépatique de la présente étude sont présentés dans la figure 23

D'après les résultats obtenus par **Boulkour, 2012**, il a constaté une diminution du taux de glutathion hépatique chez les rats des lots expérimentaux (2 et 3) (2.85 et 0.68mmol /mg) par rapport à celui du lot témoin (1), mais cette diminution n'est pas statistiquement significative ($p = 0.34$). Donc nous pouvons dire que l'administration orale des extraits aqueux de dattes des variétés codées DB (Datte Ben Hayen) et DV (Datte Village Moussa) ne participe pas à la réactivité des glutathions hépatiques pour piéger les radicaux libres.

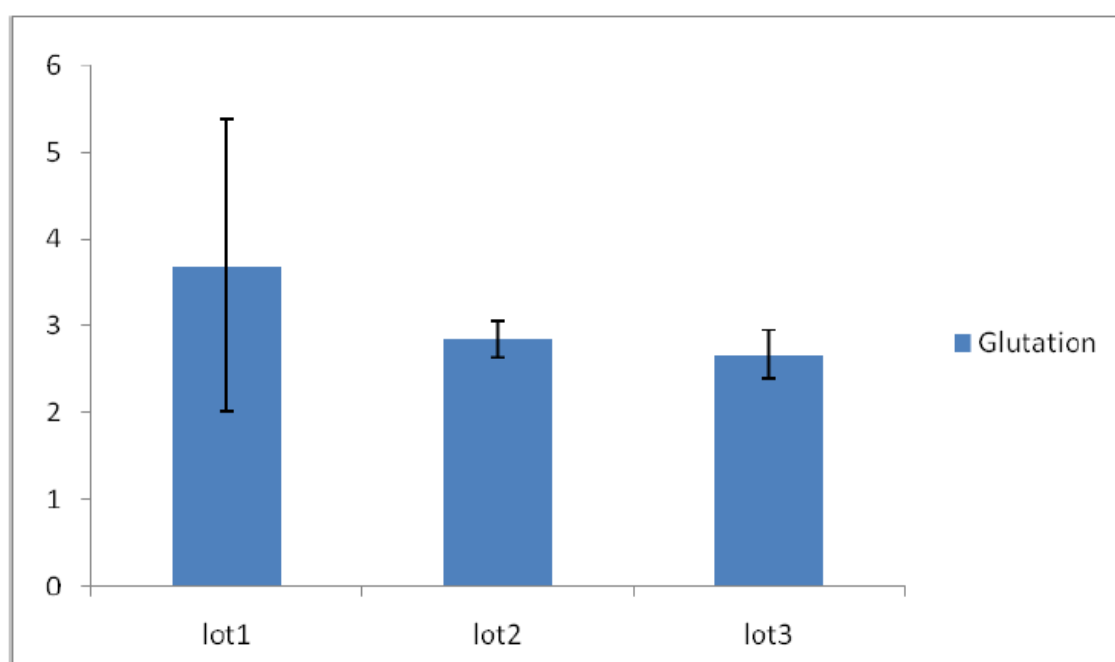


Figure 23 : Résultats de dosage de glutathion hépatique

Chaque Lot contient 5 rats Wistar comme suit :

- lot 1 : c'est le lot témoin, avec un régime standard (aliment standard)
- lot 2 : c'est le lot expérimental 1, avec un régime standard plus 500mg de l'extrait brut de la variété 1/kg de poids administré par gavage.
- lot 3 : c'est le lot expérimental 2, avec un régime standard plus 500mg de l'extrait brut de la variété de référence/kg poids administré par gavage.

Le gavage a été fait pendant une semaine et l'administration a été faite à 9 h du matin.

V.2.2.4. Dosage du malondialdéhyde (MDA)

Les acides gras polyinsaturés sont les cibles privilégiées des espèces réactives oxygénées (ERO) radicalaires en raison de leurs hydrogènes bis-allyliques facilement oxydables. Plus l'acide gras est insaturé et plus il est susceptible d'être peroxydé, c'est-à-dire dégradé par un processus oxydant non enzymatique (**Delattre et al., 2005**).

La peroxydation de lipides fournit ainsi une grande variété de produits, dont certains peuvent réagir avec les protéines et l'ADN. Parmi les produits formés lors de la peroxydation lipidique, l'isoprostane, le malonyldialdéhyde (MDA) et le 4-hydroxynonanal (4-HNE). Ces derniers ont été étudiés comme marqueur de la peroxydation lipidique (**Limaye et al., 2003**).

Exemple :

Les résultats de dosage de l'un de ces marqueurs de la peroxydation lipidique (MDA) sont illustrés par la figure 24.

Les résultats obtenus par **Boukour, 2012**, montrent une augmentation de la concentration de MDA hépatique chez les rats ayant reçu par voie orale les extraits aqueux de dattes des variétés codées DV (Datte Village Moussa) et DB (Datte Ben Hayen) (11,84, 11,16 mmol/mg respectivement) par rapport au lot témoin (10,37 mmol/mg) mais cette augmentation est statistiquement non significative ($P = 0.39$). **Al-Shoaibi et al. (2012)**, ont montré que l'administration orale de trois types de sirop de dattes extraites de trois variétés de dattes *Khodairi*, *Barhi*, et *Rotabchez* les lapins soumises aux lésions hépatiques par CCl₄ a entraîné une diminution significative de taux hépatique de MDA (0,99, 1,18, et 0,99 μmol/g) par rapport aux lapins du lot témoin (lapins soumises à des lésions hépatiques par CCl₄ et non traités par les sirops de dattes).

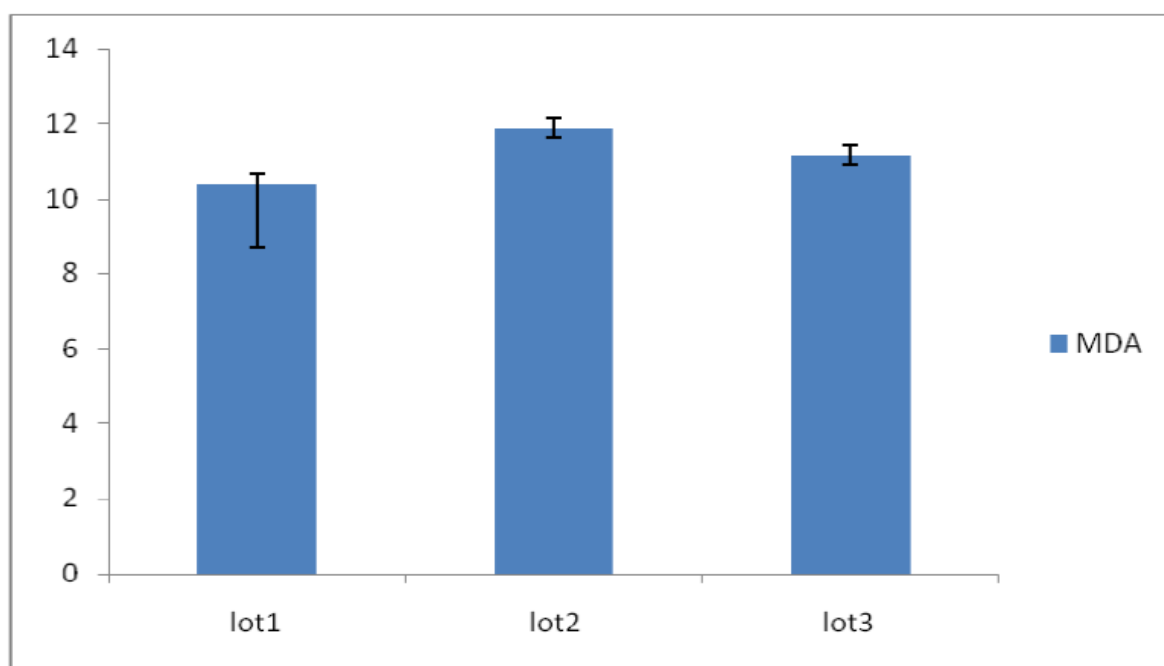


Figure 24 : Résultats de dosage de malondialdéhyde (MDA) hépatique.

Chaque Lot contient 5 rats Wistar comme suit :

-lot 1 : c'est le lot témoin, avec un régime standard (aliment standard)

-lot 2 : c'est le lot expérimental 1, avec un régime standard plus 500mg de l'extrait brut de la variété 1/kg de poids administré par gavage.

-lot 3 : c'est le lot expérimental 2, avec un régime standard plus 500mg de l'extrait brut de la variété de référence/kg poids administré par gavage.

Le gavage a été fait pendant une semaine et l'administration a été faite à 9 h du matin.

Conclusion générale

Conclusion générale

Dans le cadre de la médecine alternative qui représente des propriétés thérapeutiques de produits naturels sans effets secondaires et sans toxicité contre différentes pathologies, notre travail de recherche s'est orientée vers une propriété biologique d'un produit naturel, à savoir : l'activité antioxydante des dattes Algériennes.

La datte est un fruit riche en molécules bioactives telles que les polyphénols qui sont susceptibles d'assurer la protection des cellules contre la reproduction excessive des radicaux libres. Ces molécules naturelles sont très recherchées en phytothérapie vue les effets secondaires des médicaments et les séquelles néfastes des antioxydants de synthèse tels que le BHA (hydroxyanisole butylé) et le BHT (hydroxytoluène butylé). Grace à ses composants, les dattes possèdent diverses propriétés thérapeutiques dont on peut citer : l'activité anti-inflammatoire, antirhumatismale, anti-Alzheimer et anti-cancéreuse.

Notre recherche est basée principalement sur une collecte bibliographique concernant l'identification des différents composants phénoliques probablement associés au pouvoir antioxydant des dattes. A ce faite une panoplie de méthodes analytiques est utiliser afin d'évaluer l'activité antiradicalaire *in vitro* et *in vivo* des fruits dattiers. Ces techniques sont destinés à mesurer la capacité de piégeage ou de neutralisation des radicaux libres ou bien des techniques photométriques telles DPPH (2,2-diphényl-2-picryl-hydrazyle), ABTS(acide 2,2'-azinobis(3-éthylbenzothiazoline-6-sulfonique), CAT(capacité antioxydante totale), ORAC(Oxygen Radical Absorbance Capacity), blanchiment de β -carotène.

Cette étude nous a permis de mettre en place une variabilité intéressante de composants bioactives contenus dans le fruit dattier, à travers différentes techniques de dosage des antioxydants (polyphénols totaux, les flavonoïdes, les flavonols, proanthocyanidines et caroténoïdes). L'activité antioxydante des dattes a été également démontrée par différentes recherches antérieures. D'après les résultats de ces recherches, les dattes possèdent un éventail très diversifié de composés phénoliques, et pas seulement, d'autres molécules phytochimiques sont également retrouvés. Ce complexe bioactive est probablement responsable des diverses propriétés thérapeutiques des dattes.

L'évaluation de l'activité antioxydante des dattes menée par différents travaux précédents a affirmée une corrélation positive entre la capacité réductrice et la teneur en polyphénols totaux et en tannins condensés. En effet, le dosage des antioxydants et l'estimation du pouvoir antioxydant de dattes démontre une relation relativement liée. Cela nous permet de conclure que la datte est une bonne source de divers antioxydants qui sont des substances indispensables pour un fonctionnement équilibré de notre organisme tout en le protégeant contre divers radicaux libres. La datte n'est pas seulement une bonne source d'antioxydants mais, c'est un aliment de prévention et de protection contre de nombreuses pathologies.

Ce travail reste cependant fondamental, alors il est appelé à être approfondi puisque de nombreux points restent à élucider. En effet une identification précise des substances responsables de l'activité antioxydante est à réaliser en les isolant et en déterminant leurs mécanismes d'action. Des études *in vivo* seraient également intéressantes à effectuées afin d'évaluer la propriété antiradicalaire de notre produit naturel dans un organisme vivant.

***Notre étude n'a pas pu être menée par une recherche expérimentale *in vitro* ou *in vivo* à cause de la crise sanitaire rencontrée dans le monde et notre pays (COVID-19).**

*Références
bibliographiques*

Références bibliographiques

A

- Aborigines as Medicinal Agents; Western Australian Institute of Technology: Perth, Australia, 1977
- Açourene S., Merrouchi L. et Tama M., 2002. Utilisation des dattes de faible valeur marchande comme substrat pour la fabrication de la levure boulangère, INRAA. station expérimentale agricole Sidi Mahdi, Touggour. P: 24-28.
- Agarwal, A., and Prabakaran, S. A. (2005). "Mechanism, measurement, and prevention of oxidative stress in male reproductive physiology."
- Ahmad, H., Khaliq, A., Naveed, S., Zia, M.W., Rasool, Z., Zahid, U., & Moeed, A. (2017). Efficacy of a synthetic antioxidant treatment in stabilizing poultry byproduct meal and subsequent impact of the treated meal on selected growth parameters of broilers. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 19, 3: 471-480.
- Ait Ameer L., 2001. Analyse du processus de diffusion des sucres, des acides organiques et de l'acide ascorbique dans le système : Mech-Degla/Jus de citron. Mémoire de magister. Département de technologie alimentaire. Boumerdes, 80 p.
- Albert L. (1998). La santé par les fruits. Ed. Veechi, Paris. 44-74p
- Al-Farsi M., Alasalvar C., Al-Abid C.M., Al-Shoaily K., Mansorah Al-Amry., Al-Rawahy F., 2007. Compositional and functional characteristics of dates, syrups, and their by-products. *Food Chemistry*. 104: 943–947
- Almana H.A., Mahmoud R.M., 1994. Palme date seeds as an alternative source of dietary fibre in Saudi bread. *Ecology of food and nutrition*, 32:261-270.
- Amakura Y, Umino Y, Tsuji S et al. (2002) Constituents and their antioxidative
- Amorsi G., 1975. Le palmier dattier en Algérie, Ed, Tlemcen, 131p
- Angelos MG., Kutala VK., Torres CA., Hegstoner JD., Mohammed M. & Oerannan, K. (2005). Hypoxic reperfusion of the ischemic heart and oxygen radical generation. *Am J. Physiol Heart Circ Physiol*, 290: 341-347.
- Anonyme, 2002. Statistiques agricoles : Superficies et productions. Ministère de l'agriculture et du développement rural. Série A, pp 5-6
- Atamer, A. (2008). The importance of paraoxonase 1 activity, nitric oxide and lipid peroxidation in hepatosteatosis. *J. Int. Med. Res.*, 36 : 771-776p.
- Atta, A.H., Alkofahi, A., 1998. Anti-nociceptive and anti-inflammatory effects of some Jordanian medicinal plant extracts. *J Ethnopharmacol*, Mar; 60 (2):117-24.

Références bibliographiques

- Atta, E.M., Mohamed, N.H., & Abdelgawad, A.A. (2017). Antioxidants: an overview on the natural and synthetic types. *European Chemical Bulletin*, 6, 8: 365-375.

B

- Baba Aissa F. (2000). Encyclopédie des plantes utiles. Flore d'Algérie et du
- Bakkaye S., 2006. Lexique phoenicicole en arabe et en mozabite. CWANA, HCA et RAB98/G31. P14-16, 24-
- Baliga, M.S., Baliga, B.R.V., Kandathil, S.M., Bhat, H.P. and Vayalil, P.K., 2011. A review of the chemistry and pharmacology of the date fruits (*Phoenix dactylifera* L.). *Food Research International*, 44, 1812-1822.
- Balthazard M, Newton C, Ivorra S, Tengberg M, Pintaud J C et Terral J F. (2013). Origines et domestication du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.). *Revue d'ethnoécologie*. 4.
- Baskaran A., Chua K.H., Sabaratnam V., Ram M.R., Kuppasamy U.R. Pleurotus giganteus (Berk. Karun & Hyde), the giant oyster mushroom inhibits NO production in LPS/H₂O₂ stimulated RAW 264.7 cells via STAT 3 and COX-2 pathways/BMC Complement Altern Med. 2017; 17: 40.
- Bationo, F., Savadogo, A., Kabore, D., Ouattara, L., Ouedraogo, H. G., Savadogo, B., and Traore, A. (2015). "Storage influence on beta-carotene and alpha-tocopherol contents of solar-dried *Spirulina platensis* (Spirulina)." *African Journal of Food Science*, 9(12), 546-554.
- Baudin, B. (2006). "Oxidative stress and cardiovascular pathology." *MT Cardio*, 2(1), 43-52.
- Belge E.K. The importance of antioxidants which play the role in cellular response against oxidative/Nutrition Journal. 2016;15: 71. Doi:10.1186 / s12937-016-0186-5.
- Belyagoubi N. (2012). Activité antioxydante des extraits des composés phénoliques de dix plantes médicinales de l'Ouest et du Sud-Ouest Algérien. Thèse de doctorat en Biologie Université Aboubakr Belkaïd-Tlemcen
- Ben Abdallah, A., 1990. La phoeniculture. Centre de Recherche Phoenicicole Institut National de la Recherche Agronomique de Tunisie (INRAT). Page 106
- Benchelah A C et Maka M. (2008). Les dattes: intérêt en nutrition. *Phytothérapie* .6, 117-121.

Références bibliographiques

- Benchelah, A.-C. et Maka, M. (2008). Les Dattes, intérêt et nutrition. *Phytothérapie (ethnobotanique)*. 6:117 -121.
- Besbes S, Christophe B., Claude D., Neila B., Georges L., Nour-eddine D., Hamadi A., 2004. Date seed oil phenolic, tocopherol and Sterol profiles'. *Journal of Food Lipids*, 11:251–265
- Biochimie Appliquée. Université Badji Mokhtar-Annaba. P8,14,28 biologique des huiles essentielles d'Eucalyptus globulus. Université kesdi Merbbah. Ouargla. Mémoire de fin d'étude. Pp : 23
- Birben E., Sahiner U.M., Sackese C, Erzurum S., Kalayci O. Oxidative Stress et Antioxydant Defense/WAO Journal. 2012; 5(1) :9-19
- Blanco, G., & Blanco, A. (2017). *Medical biochemistry, defense mechanisms against reactive oxygen species*. Academic Press.
- Boulkour Assia, 2012, *Dattes des villes côtières, cas de la ville de Jijel : qualité et valorisation, mémoire de fin d'étude*, Université Ziane Achour – Djelfa-
- Bode AM et Dong I F F, Wachtel-Galor S. (2011). *Herbal Medicine-Biomolecular and*
- Bonnefont-Rousselot D et Collin F. (2010) Melatonin: action as antioxidant and potential applications in human disease and aging. *Toxicology*, 278; 55-67.
- Bonnefont-Rousselot D., Thérond P., Delattre J. (2003). *Radicaux libres et*
- Boubekri, N., Belloum, Z., Boukaabache, R., Amrani, A., Kahoul, N., Hamama, W., Zama, D., Boumaza, O., Bouriche, H., Benayache, F., & Benayache, S. (2014). In vivo anti-inflammatory and in vitro antioxidant activities of *Genista quadriflora* Munby extracts. *Der Pharmacia Lettre*, 6, 1: 1-7.
- Boudechiche L., Araba A., Tahar A., Ouzrout R., 2009. Etude de la composition chimique des noyaux de dattes en vue d'une incorporation en alimentation animale. *Livestock Research for Rural Development*. 21(69)
- Boudrâa S., 2004. La production de biomasse "*Saccharomyces cerevisiae*" cultivée sur un milieu à base de datte variété sèche "Mech-Degla". Mémoire d'Ingénieur. Département d'agronomie. Batna, 60 p.
- Bouguera A., Doumma A., Evina H.E., Hamdouni N., Musumbu J., 2003. Valorisation de savoirs et savoir-faire: Perspectives d'implication des acteurs, dont la femme, dans la conservation in-situ de la biodiversité du palmier dattier dans les oasis du Djérid (Tunisie). Ed .Tunisie. 97 pages.

Références bibliographiques

- Bouguerne B. Conception et synthèse de dérivés phénoliques hautement fonctionnalisés et étude de leurs propriétés biologiques vis-à-vis des maladies cardiovasculaires (athérosclérose). 2012: 49. Thèse. l'Université de Toulouse III.
- Bousdira K., Tirichine A. et Ben Khalifa A., 2003. Le palmier dattier et les savoir faire locaux: une centaine d'usages multiples. Journées d'étude sur l'importance de la biomasse dans le développement durable des régions sahariennes. Adrar, 26 Janvier 2003
- Boutaida N., 2004. Etude de la composition biochimique de la datte variété sèche " Mech-Degla". Mémoire d'Ingénieur. Département d'agronomie. Batna, 30 p
- Braga M.E.M., Moreschi S.R.M., Meireles M.A.A. (2006). Effects of Supercritical
- Bruneton J. (2009). Pharmacognosie : phytochimie, plantes médicinales 4^{ème} édition
- Bruneton J., 1999. pharmacognosy Phytochemistry medical plants Lavoisier publishing, USA, New York 2: a upplagan s. 555-558
- Buelguedj, M., 2007. Evaluation du sous-secteur des dattes en Algérie., INRAA El-Harrach.

C

- Castaldo S.A., Freitas J.R., Conchinha N.V., Madureira P.A. The Tumorigenic Roles of the Cellular REDOX Regulatory Systems/Oxidative Medicine and Cellular Longevity. 2016 ; 2016: 17 pages. <http://dx.doi.org/10.1155/2016/8413032>.
- Chaibi, N., Ben Abdallah, A., Harzallah, H., Lepoivre, P., 2002. Potentialités androgénétiques du palmier dattier Phoenix dactylifera L. et culture in vitro d'anthères. Biotechnol. Agron. Soc. Environ. 6 (4), 201–207.
chemical Aspects. 2^{ed} Edition CRC Press. Citer dans le Mémoire Master (2015) :
- Cillard J. Physiopathologie du Stress Oxydant: Faculté de Pharmacie Université de Rennes « Mouvement-Sport-Santé » 2011
- Cillard J., Cillard P. Mécanismes de la peroxydation lipidique et des anti-oxydations/OCL. 2006;13 (1):28. <http://dx.doi.org/10.1051/ocl.2006.6666>.
- Collard J. Stress oxydant. 2014. (WWW. Labocollard .be J. Collard
- COULIBALY I., DUBOIS-DAUPHIN R., DANTHINE S., MAJAD L., MEJOUR T., et al. Techniques de séchage des starters lactiques et mécanismes affectant la viabilité cellulaire suite à la lyophilisation/Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement. 2011; 15(2).

Références bibliographiques

- Csiszár J., Horváth E., Bela K., Gallé Á. Glutathione-Related Enzyme System: Glutathione Reductase (GR), Glutathione Transferases (GSTs) and Glutathione Peroxidases (GPXs)/Redox State as a Central Regulator of Plant-Cell Stress Responses. 2016:137-158.

D

- Daroui-Mokaddem H. (2012). Etude phytochimique et biologique des espèces
- Davide, G. W. (2015). Encyclopedia of Mind Enhancing, Foods, Drugs and Nutritional Substances. Second edition. Edition McFarland & Company, Inc, Publishers Jefferson, North Carolina, p 166
- Devshony S., Eteshola E., Shani A., 1992. Characteristics and Some Potential applications of Date Palm (*Phoenix dactylifera* L.) Seeds and Seed Oil. J.A.O.C.S., 69(6): 595-597
- Diallo D., Figueredo G., et Chalchat J.C. Activités antimicrobiennes des huiles
- DiMeo M.T.S., Reed T.T., Venditti P., Victor V.M. Role of ROS and RNS Sources in Physiological and Pathological Conditions /Oxidative Medicine and Cellular Longevity. 2016; 2016:44 pages. <http://dx.doi.org/10.1155/2016/1245049>.
- Djerbi, M., 1994. Précis de phoeniciculture. FAO, 192p.
- Djouab, A., (2007). Contribution à l'identification des constituants mineurs de la datte Mech-Degla. Essai de valorisation par incorporation dans une recette de margarine allégée. Mémoire de Magister. option génie alimentaire, Université de Boumerdes. 24p.
- Duong, T.T.H., Chami, B., McMahon, A.C., Fong, G.M., Dennis, J.M., Freedman, S.B., & Witting, P.K. (2014). Pre-treatment with the synthetic antioxidant T-butyl bisphenol protects cerebral tissues from experimental ischemia reperfusion injury. Journal of neurochemistry, 130, 6: 733-747

E

- Elhadrami, I. et Elhadrami, A., 2009. Breeding date palm. Univ. Marrakech. 191-195 pp.
- Elhoumaizi, M., Saaidi, M., Oihabi, A., Cilas, C., 2002. Phenotypic diversity of date-palm cultivars (*Phoenix dactylifera* L.) from Morocco. Genet. Resour. Crop Evol 49, 483-490
- Enou M. Rôle pro-oxydant de la gamma-glutamyltransférase et de la gamma-glutamyltransférase « related » dans la peroxydation lipidique. 2001:2. Thèse. Université Henri Poincaré Nancy.

Références bibliographiques

- essentielles de *Eucalyptus citriodora* Hook et *Eucalyptus houseana* W.Fitzg. ex Maiden. Int. J. Biol. Chem. Sci. 7(2): 800-804, ISSN 1991-8631 Etude de l'effet d'un régime irrégulier du *Zingiber officinale* sur le réarrangement de
- *Eucalyptus globulus* (Myrtaceae), *Smyrniolum sativum* (Apiaceae), eucalyptus leaf extracts and flavonoids from *Eucalyptus maculata*. Letters in Applied Microbiology, 39(1), 60–64
- Evans, J.R., & Lawrenson, J.G. (2017). Antioxidant vitamin and mineral supplements for slowing the progression of age-related macular degeneration. Cochrane Database of Systematic Reviews, (7). Experimental Biology, 4(1): 87-90 p

F

- F AO. (2013). Organisation Des Notions Unies Pour L'alimentation et L'agriculture.
- Favier .A. (2006). [Oxidative stress in human diseases]. Ann.Pharm.Fr, 64: 390-396 p.
- Favier A. Le stress oxydant -Intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique/L'actualité chimique. 2003:109. Flammarion, Paris, 317 p
- Flora S.J.S. Aspects chimiques et biologiques des antioxydants pour les stratégies contre l'exposition aux métaux et métalloïdes/Oxid Med cellulaire Longev. 2009; 2 (4): 191-206 Fluid Extraction on *Curcuma longa* L. and *Zingiber officinale* R. Starches, Carbohydrate Polymers,
- Fraval, (2005). Le Longicorne de l'eucalyptus -1ère partie. Insectes 4 n° 139

G

- Gardès-Albert, M., Bonnefont- Rousselot, D., Abedinzadeh, Z., and Jore, D. (2003). "Espèces réactives de l'oxygène." L'actualité chimique, 91. Gemcitabine and Ginger Extract Infusion May Improve the Efficiency of Cervical
- Gigon. F. (2012). Le gingembre, une épice contre la nausée. Phéto, 10:87-91 p.
- Goetz P., Ghedira K. (2012). Phytothérapie infectieuse, Springer Verlag, France ,Paris, P 272
- Gonzalez-Vicente A., Garvin J.L. Effects of Reactive Oxygen Species on Tubular Transport along the Nephron/Antioxidants (Basel). 2017;23;6(2). Doi: 10.3390/antiox6020023.

Références bibliographiques

H

- Haddadi H., 2005. Détermination de l'activité antioxydante de quelques fruits. Mémoire de magister. Université de Béjaïa (FSNV), 76 p
- Halliwell B., J. M. C. Gutteridge. (2008). Free Radicals in Biology and Medicine. Fourth Edition. Oxford University Press. Citer dans la Thèse de Doctorat (2015): Implication du stress oxydant dans plusieurs affections du cheval athlète : revue bibliographique, 44-61 p.
- Hrycay E.G., Bandiera S.M. Involvement of Cytochrome P450 in Reactive Oxygen Species Formation and Cancer/Adv Pharmacol.2015;74: 35-84

I

- Ighodaro, O.M., & Akinloye, O.A. (2018). First line defence antioxidants-superoxide dismutase (SOD), catalase (CAT) and glutathione peroxidase (GPX): Their fundamental role in the entire antioxidant defence grid. Alexandria Journal of Medicine, 54, 4: 287-293

J

- Jaccot B. et Campillo B. (2003). Nutrition humaine. Ed. Masson, Paris. p 311 .
- Jacquot J.P., Dietz K.J., Rouhier N., Meux E., Lallement P.A., Selles B. and Hecker A. (2013) Redox regulation in plants: glutathione and "redoxin" related families. In: Oxidative stress and redox regulation. Springer Science Business Media Dordrecht, pp; 213-291
- Jolad SD, Lantz RC, Chen G.J., Bates RB, Timmermann BN. (2005). Commercially

K

- Kabel A.M. Free Radicals and Antioxidants: Role of Enzymes and Nutrition/World Journal of Nutrition and Health. 2014; 2 (3): 35-38. Doi: 10.12691/jnh-2-3-2
- Kang S., Lee Y.H., Lee J.E. Metabolism-Centric Overview of the Pathogenesis of Alzheimer's Disease/Yonsei Med J. 2017; 58(3):479-488. Doi: 10.3349/ymj.2017.58.3.479.
- Kesbi A. (2011). Etude des propriétés physiochimiques et évaluation de l'activité
- Khalil K.E., Abd-El-Bari M.S, Hafiz N.E., Ahmed E.Y., 2002. Production, Evaluation and utilization of Date Syrup Concentrate (Dibis). Egypt. J. Food Sci, 30, 2, pp 179-203.

Références bibliographiques

- Kumar R.S., Narasingappa R.B., Joshi C.G., Girish T.K., Prasada Rao U.J., Danagoudar A. Evaluation of *Cassia tora* Linn. Against Oxidative Stress-induced DNA and Cell Membrane Damage / *J Pharm Bioallied Sci.* 2017; 9(1): 33-43. Doi: 10.4103/0975-7406.206215

L

- Lecheb F., 2007. Extraction et caractérisation physico-chimique et biologique de la matière grasse du noyau des dattes : essai d'incorporation dans une crème cosmétique de soin. Université M'hamed Bougara Boumerdes.
- Lee, C.Y., Sharma, A., Cheong, J.E., & Nelson, J.L. (2009). Synthesis and antioxidant properties of dendritic polyphenols. *Bioorganic & medicinal chemistry letters*, 19, 22: 6326-6330. Librairie moderne – Rouiba: P101
- Li C., Miao X., Li F., Wang S., Liu Q., et al. Oxidative Stress-Related Mechanisms and Antioxidant Therapy in Diabetic Retinopathy / *Oxid Med Cell Longev.* 2017. Doi: 10.1155/2017/9702820.
- Lim TK. (2012). *Edible Medicinal and Non – Medicinal Plants*. Springer Dordrecht Heidelberg London New York. Vol 1. 851p.
- Lobo V., Patil A., Phatak A., Chandra N. Free radicals, antioxidants and functional foods: Impact on human health / *Pharmacogn rev.* 2010; 4 (8): 118-126. Doi: 10.4103/0973-7847.70902
- Lobo, V., Patil, A., Phatak, A., & Chandra, N. (2010). Free radicals, antioxidants and functional foods: Impact on human health. *Pharmacognosy Reviews*, 4, 8: 118.-Lonn M.E., Dennis J.M., Stocker R. (2012) Actions of „„antioxidants““ in the protection against atherosclerosis. *Free Radical Biology and Medicine*, 53; 863-884.
- Lonn M.E., Dennis J.M., Stocker R. (2012) Actions of „„antioxidants““ in the protection against atherosclerosis. *Free Radical Biology and Medicine*, 53; 863-884

M

- Malhotra S et Singh A P. (2003). Medicinal proprieties of Ginger (*Zingiber officinale*)
- Mandal M.A. Systèmes Antioxydants d'Enzymes / *DM.News-Medical.net* - An AZoNetwork Site. Owned and operated by AZoNetwork. 2012

Références bibliographiques

- Marc, F., Davin, A., Deglene-Benbrahim, L., Ferrand, C., Baccaunaud, M. and Fritsch, P. (2004). Méthodes d'évaluation du potentiel antioxydant dans les aliments. *Médecine/sciences*, 20(4), pp.458-463.
- Matallah M.A.A., 2004. Contribution à l'étude de la conservation des dates variété Deglet-Nour : Isotherme d'adsorption et de désorption. Mémoire d'Ingénieur agronome, INA. El-Harrach, 79 p.
- Mekelleche H 2015. l'étude morphométrique d'Eucalyptus globulus Labill.(Myrtacées) dans la région de Tlemcen. Université Aboubaker Belkaid Tlemcen
- Mercan D. Le Stress Oxydatif .2010: 4-11. <https://www.ar-l.ch/Docs/mercan.pdf>.
- Migdal C., Serres M. Reactive oxygen species and oxidative stress/ *Med Sci*. 2011; 27 (4): 405 –412. <https://doi.org/10.1051/medsci/2011274017>.
- MINAGRI ,(2012) .Minister de la l'agriculture et de la pêche , Donnés stastitique.
- Mishra R K, Kumar A, Kumar A. (2012). Pharmacological Activity of Zingiber
- Mohammed M.T., Kadhim S.M., Jassim A. M.N., Abbas S.I. Free radicals and human health/ *International Journal of Innovation Sciences and research*. 2015; 4(6) : 218-223
- Mohammed M.T., Kadhim S.M., Jassim A. M.N., Abbas S.I. Free radicals and human health/ *International Journal of Innovation Sciences and research*. 2015; 4(6) : 218-223
- Moukette B., Pieme C.A., Nya Biapa P.C., Ngogang J.Y. In vitro antioxidant and anti-lipoperoxidative activities of bark extracts of *Xylopia aethiopica* against ion-mediated toxicity on liver homogenates/ *J Complement Integr Med*. 2015; 12(3):195-204. Doi: 10.1515/jcim-2015-0002.
- MUNIER P., (1973). Le palmier dattier. Techniques agricoles et productions tropicales Ed. Larousse, Paris: 221p
- Munier P., 1973. Le palmier dattier. Ed G-P Maisonneuve, la rose. Paris.
- Munier P., 1973. Le palmier dattier. Ed Maison neuve et Larose. 221 pages.

N

- Newsholme, P., Haber, E., Hirabara, S., Rebelato, E., Procopio, J., Morgan, D., Oliveira-Emilio, H., Carpinelli, A., and Curi, R. (2007). "Diabetes associated cell stress and dysfunction: role of mitochondrial and non-mitochondrial ROS production and activity." *The Journal of physiology*, 583(1), 9-24.

Références bibliographiques

- Nimse S.B., Pal D. Free radicals, natural antioxidants, and their reaction mechanisms / RSC Adv. 2015
- Noori S. An Overview of Oxidative Stress and Antioxidant Defensive System / Open Access Scientific Reports. 2012; 1:413. <http://dx.doi.org/10.4172/scientificreports.413>.

O

- officinale. E GK-caisse de santé. Siège principale Brislachstrasse 2 / 4242 Laufon, 4 p officinale. ijpcs, 1(3):1422-1427 p
- Omodanisi E.I., Aboua Y.G., Oguntibeju O. Assessment of the Anti-Hyperglycaemic, Anti-Inflammatory and Antioxidant Activities of the Methanol Extract of Moringa Oleifera in Diabetes-Induced Nephrotoxic Male Wistar Rats / Molecules. 2017; 22(4). Doi: 10.3390/molecules22040439.

P

- Palipoch S., Koomhin P. Oxidative Stress-Associated Pathology: A Review / Sains Malaysiana. 2015; 44 (10) :1444–1446.
- Papa L., Manfredi G., Germain D. (2014) SOD1, an unexpected novel target for cancer therapy. Genes and Cancer, 5 (1-2); 15-21
- Pham-Huy L.A., He H., Pham-Huy C. Free Radicals, Antioxidants in Disease and Health / Int J Biomed Sci. 2008; 4 (2): 89 -96.
- Phaniendra A., Jestadi D.B., Periyasamy L. Free radicals: properties, sources, targets, and their implication in various diseases / Indian J Clin Biochem. 2015; 30 (1): 11 à 26
- pharmacie. Mémoire de fin de formation en Phyto-aromathérapie. p3
- Pieme C.A., Tatangmo J.A., Si Smo G., Nya P.C.B., Moor V.J.A., et al. Relationship between hyperglycemia, antioxidant capacity and some enzymatic and non-enzymatic antioxidants in African patients with type 2 diabetes / BMC Res Notes. 2017; 10(1):141. Doi: 10.1186/s13104-017-2463-6 Processed dry ginger (Zingiber officinale) : composition and effects on LPS stimulated PGE2 Production. Phytochemistry, 66 (13):1614-35 p.

Q

- Quinten M. (1996). Diversité et structure génétique des populations algérienne de *Fusarium oxysporum* agent de la fusariose vasculaire (bayoudh) du palmier dattier, Mémoire de doctorat, El Harrach, Alger. 52 pages.

R

- Reid, E.J.; Betts, T.J. The Records of Western Australian Plants Used by
- Richarde R. (1972). Elements de biologie végétale. Fou Cher, Paris, 164 p.
- Romero, A.C., Hernández, E.G.O., Cerón, T.F., & Chávez, A.Á. (2013). The exogenous antioxidants. In Oxidative stress and chronic degenerative diseases-A role for antioxidants. IntechOpen, London
- Romero, A.C., Hernández, E.G.O., Cerón, T.F., & Chávez, A.Á. (2013). The exogenous antioxidants. In Oxidative stress and chronic degenerative diseases-A role for antioxidants. IntechOpen, London Rosc). Natural Product Radiance; 2(6):296-301 p

S

- Sarma A.D., Mallick R.A., Ghosh A.K. Free Radicals and Their Role in Different Clinical Conditions/International Journal of Pharma Sciences et Recherche (IJPSR).2010; 1 (3) :185-192
- Schiavone S., Jaquet V., Trabace L., Krause K.H. Severe Life Stress and Oxidative Stress in the Brain: From Animal Models to Human Pathology /Antioxid Redox Signal. 2013; 18(12): 1475–1490. Doi:10.1089/ars.2012.4720.
- Serventy V. (1968). Wildlife of Australia. Thomas Nelson LTD. Canada.
- Sharma C., Ahmed T., Sasidharan S., Ahmed M., Hussain A. (2009). Use of
- Sharma, P., Gujral, H.S., & Singh, B. (2012). Antioxidant activity of barley as affected by extrusion cooking. Food Chemistry, 131, 4: 1406-1413
- Salah Eddine LAOUINI, 2014, Etude phytochimique et activité biologique d'extrait de des feuilles de *Phoenix dactylifera* L dans la région du Sud d'Algérie (la région d'Oued Souf), mémoire de fin d'étude, Université Mohamed Khider Biskra
- Shazia Q., Mohammad Z. H., Rahman T., Shekhar H. U. Correlation of Oxidative Stress with Serum Trace Element Levels and Antioxidant Enzyme Status in Beta Thalassemia Major Patients: A Review of the Literature/Anemia. 2012;(2012):7 pages. <http://dx.doi.org/10.1155/2012/270923>.
- Shinde A., Ganu J., Naik P. Effect of Free Radicals & Antioxidants on Oxidative Stress: A Review/Journal of Dental & Allied Sciences. 2012; 1(2):63-66
- Sindhi, V., Gupta, V., Sharma, K., Bhatnagar, S., Kumari, R., & Dhaka, N. (2013). Potential applications of antioxidants—A review. Journal of Pharmacy Research, 7, 9: 828-835.

Références bibliographiques

- Speck B. Fotsch U. Fotsch C. (2014). Connaissance des herbes, Gingembre Zingiber
- Starlin T., Gopalakrishnan V.K. enzymatic and non-enzymatic antioxidant properties of tylophora pauciflora wight and arn:an in vitro study/Asian J Pharm Clin Res. 2013;6: 68-71.
- Stevenson, D. and Hurst, R. (2007). Polyphenolic phytochemicals –just antioxidants or much more ? Cellular and Molecular Life Sciences,64(22), pp.2900-2916.
- Szalay J. What Are Free Radicals? /LiveScienceContributor.2016

T

- Takahashi, T., Kokubo, R., & Sakaino, M. (2004). Antimicrobial activities of Technique et Documentation .Paris, 1269 p.
- TIRICHINE H S., 2010-Etude ethnobotanique, activité antioxydants et analyse photochimique de quelques cultivars de palmier dattier (Phœnix dactylifera L.) du Sud-Est Algérien. Mémoire du diplôme de Magister en biologie. Université d'ORAN-Es Senia.106p
- Toutain, G., 1979. Eléments d'agronomie saharienne : de la recherche au développement. Ed. JOUVE, Paris, 276 p
- Traore N., Sidibe L., Bouare S., Harama D., Somboro A., Fofana B.,

U

V

- Valko M., Leibfritz D., Moncol J., Cronin M.T.D., Mazur M. & Telser J. (2007). Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. The International Journal of Biochemistry & Cell Biology. 39: 44-84.
- Valko M., Rhodes C.J., Moncola J., Izakovic M., Mazura M. 2006. Free radicals, metals and antioxidants in oxidative stress-induced cancer. Chemico-Biological Interactions 160: 1-40.
- Vergely C., Rochette L. Stress oxydant dans le domaine cardiovasculaire/médecine thérapeutique cardiologique.2003; 1 (1)
- Vincent, A. M., Russell, J. W., Low, P., and Feldman, E. L. (2004). "Oxidative stress in the pathogenesis of diabetic neuropathy." Endocrine reviews, 25(4), 612-628.

Références bibliographiques

W

- Warot S.(2006). Les Eucalyptus utilisés en Aromathérapie .Préparatrice en
- Wichtl M, Anton R (2003) Plantes thérapeutiques, EMI/Tec & Doc, Paris, p.200-2
Wistar traité par une dose cytotoxique du DL-Méthionine, 20 p.

X

- Xu, D.P., Li, Y., Meng, X., Zhou, T., Zhou, Y., Zheng, J., Zhang, J.J., & Li, H. B. (2017). Natural antioxidants in foods and medicinal plants: Extraction, assessment and resources. International Journal of Molecular Sciences, 18, 1: 96

Y

- Yu R., Mandlekar S. & Tony Kong A.N., 2000. Molecular mechanisms of butylated hydroxyanisole-induced toxicity: induction of apoptosis through direct release of cytochrome C. Mol. Pharmacol. 58: 431-43

Z

- Zadeh J B et Kor M M. (2014). Physiological and pharmaceuticaleffects of Ginger
- ZeeshanH.M.A.Endoplasmic Reticulum Stress and Associated ROS/Int J Mol Sci.2016;17 (3): 327.