

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



جامعة الإخوة منتوري قسنطينة I
Frères Mentouri Constantine I University
Université Frères Mentouri Constantine I

كلية علوم الطبيعة والحياة
قسم الكيمياء الحيوية - البيولوجيا الخلوية والجزيئية
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Biochimie - Biologie Cellulaire et Moléculaire

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

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : *Biochimie Appliquée*

N° d'ordre :

N° de série :

Intitulé :

Intérêt des antioxydants naturels dans l'alimentation humaine

Présenté par : GRAINI Dounia

Le 16/06/2022

BOULGUERGOUR Amira

Jury d'évaluation :

Encadreur : BACHTARZI Karina (Maître de conférences B – ISV El Khroub).

Examineur 1 : MAAMERI Zeineb (Maître de conférences A – UFM Constantine 1).

Examineur 2 : ALLAOUI Assia (Maître de conférences B – ISV El Khroub).

**Année universitaire
2021 - 2022**

Remerciements

Nous remercions Allah tout puissant et miséricordieux qui nous a donné la volonté, la patience et le courage pour réaliser ce modeste travail à terme.

Nous voulons également exprimer notre gratitude à nos familles dont leur aide et leur encouragement nous ont poussés à terminer notre étude. Nous ne pouvons jamais les remercier assez pour leur grand soutien.

Nous tenons à remercier notre encadreur Dr. BACHTARZI Karina de nos avoir guidée tout au long de notre travail sous sa direction, pour sa grande patience, pour sa disponibilité et ces conseils.

Sincères remerciement aux membres du jury, pour le temps qu'ils ont consacré pour évaluer notre travail

Soyons reconnaissants aux personnes qui nous ont donné tant d'information. Ce sont les herboristes qui ont eu un rôle important dans la réalisation de cette mémoire.

Hommage respectueux,

Nos remerciement s'adresse également à l'ensemble des enseignants du Département de Biochimie et Biologie Cellulaire et Moléculaire qui ont veillé à notre formation, ainsi qu'à tout le personnel administratif.

Nous adressons particulièrement nos remerciements aux tous étudiants de master, et leur souhaitons plus de succès et de réussite.

Enfin, nous tenons adressons particulièrement nos remerciements aux toutes les personnes et nos amies qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail, et espérons que ce travail donnera satisfaction au jury.

Dédicace



Je commence par rendre grâce à DIEU, pour donner le courage et la volonté de poursuivre nos études, et arriver à ce stade.

Avec tout mon amour éternel et avec l'intensité de mes émotions je dédie ce travail :

A la lumière de mes yeux et jours, la source de mes efforts, la flamme de mon cœur, ma vie et mon bonheur : Ma mère.

A l'homme de ma vie, mon exemple éternel, mon soutien moral et source de joie et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir, à toi Mon père.

A mes chères sœurs, pour leur amour, soutien et encouragements, qui m'ont soutenue et surtout m'ont supporté au moment difficile. Que Dieu les protège : Sara et Nour.

Sans oublier mon petit bout de sucre : Meriem Ellen.

A mon cousin Bilal et ma cousine Meriem, qui m'ont aidé à remplir les questionnaires du mémoire.

A toute Mes amies, et à toute la promotion de Master 2 Biochimie Appliquée.

À mon binôme Amira



Dounia

Dédicace



Au nom d'Allah, Le Clément, Le Miséricordieux

*Louange et Gloire à Dieu, le Tout Puissant, qui nous a permis
de mener à bien notre modeste travail.*

*Prière et bénédictions d'Allah sur le prophète Mohamed Paix et
Salut sur lui.*

Je dédie ce modeste mémoire et ma profonde gratitude à :

À Mon très cher père, Merci pour tout ce que tu fais pour moi papa.

À Ma très chère maman, Que Dieu le tout puissant te préserve.

À Mon mari, Merci pour ton soutien et ta gentillesse.

À Mes chers frères et sœurs.

À mon binôme Dounia.

Amira



Résumé

On regroupe sous le terme « antioxydants » certaines vitamines, oligo-éléments, certains micronutriments présents naturellement dans notre alimentation ou dans certaines plantes et qui ont pour effet commun d'aider à protéger les cellules de l'organisme de l'effet des radicaux libres. Les radicaux libres sont des molécules fabriquées naturellement dans nos cellules lors du fonctionnement normal de l'organisme mais cette fabrication est augmentée sous l'effet de facteurs externes tels que la pollution, le tabac ou encore les rayons UV du soleil. Un excès de radicaux libres peut engendrer un vieillissement prématuré des cellules et le développement de certaines maladies.

Pour recenser les informations sur les plantes et les aliments riches en anti oxydants utilisés à titre curatifs ou préventifs contre le cancer ; Une enquête ethnobotanique a été menée durant la période allant de Février à Avril auprès de 39 herboristes à travers deux willayas de l'est algérien. L'outil de notre enquête est un formulaire avec une liste de questions à réponses préparées et des indexes ethnobotaniques ont été calculés.

Il ressort des résultats que l'Ephédra, la moringa, le curcuma, le costus et la nigelle ont un Indice de Fidélité hautement significatif et sont utilisées pour le traitement des cancers.

Le traitement des données nous a également permis d'inventorier plusieurs plantes utilisées pour lutter contre la rancidité l'indice de popularité (RPL) du poivre rouge et du poivre noir a obtenu le score élevé de 0,76 et sont donc les deux produits les plus utilisés.

Mots-clés antioxydants, cancer, indexes ethnobotaniques, alimentation, plantes

Abstract

The term "antioxidants" refers to certain vitamins, oligo elements and micronutrients naturally present in our food or in certain plants, all of which help to protect the body's cells from the effects of free radicals. Free radicals are molecules that are naturally produced in our cells during the normal functioning of the body, but this production is increased by external factors such as pollution, tobacco or the sun's UV rays. An excess of free radicals can lead to premature aging of cells and the development of certain diseases.

To identify information on plants and foods rich in anti-oxidants used as curative or preventive against cancer, an ethnobotanical survey was conducted during the period from February to April with 39 herbalists across two willayas of eastern Algeria. The tool of our survey is a form with a list of questions with prepared answers and ethnobotanical indexes were calculated.

The results show that Ephedra, moringa, turmeric, costus and nigella have a highly significant Fidelity Index and are used for the treatment of cancers.

The data processing also allowed us to inventory several plants used to fight against rancidity. The popularity index (RPL) of red pepper and black pepper obtained the high score of 0.76 and are therefore the two most used products.

Keywords antioxidants, cancer, ethnobotanical indexes, diet, plants

تلخيص

يشير مصطلح "مضادات الأكسدة" إلى بعض الفيتامينات والعناصر النزرة والمغذيات الدقيقة الموجودة بشكل طبيعي في طعامنا أو في نباتات معينة، وكلها تساعد في حماية خلايا الجسم من آثار الجذور الحرة. الجذور الحرة عبارة عن جزيئات يتم إنتاجها بشكل طبيعي في خلايانا أثناء الأداء الطبيعي للجسم، ولكن هذا الإنتاج يزداد بسبب عوامل خارجية مثل التلوث أو التبغ أو أشعة الشمس فوق البنفسجية. يمكن أن يؤدي وجود فائض من الجذور الحرة إلى الشيخوخة المبكرة للخلايا وتطور بعض الأمراض.

لتحديد معلومات عن النباتات والأطعمة الغنية بمضادات الأكسدة المستخدمة كعلاج أو وقاية ضد السرطان، تم إجراء تحقيق علم النبات العرقي خلال الفترة من فبراير إلى أبريل مع 39 معالجًا بالأعشاب عبر ولايتين في شرق الجزائر. أداة التحقيق لدينا هي نموذج يحتوي على قائمة من الأسئلة مع إجابات معدة وتم حساب الفهارس العرقية.

أظهرت النتائج أن العنيدة، المورينجا، الكركم، القسط الهندي والحبّة السوداء لها مؤشر إخلاص عالي الأهمية وتستخدم لعلاج السرطانات.

سمحت لنا معالجة البيانات أيضًا بجرد العديد من النباتات المستخدمة لمكافحة النتانة، حيث حصل مؤشر الشعبية (RPL) لللفل الأحمر واللفل الأسود على درجة عالية قدرها 0.76 وبالتالي هما المنتجان الأكثر استخدامًا.

الكلمات المفتاحية مضادات الأكسدة، السرطان، الفهارس العرقية، النظام الغذائي، النباتات

Sommaire

Partie bibliographique

Résumé

INTRODUCTION GÉNÉRAL.....	01
---------------------------	----

Chapitre I : Généralités sur les antioxydants

1. Radicaux libres	02
1.1. Généralités	02
1.2. Définition	03
1.3. Principaux radicaux libres.....	04
1.3.1. Espèce réactive de l'oxygène.....	04
1.4. Origines des radicaux libres	05
1.4.1. Origine endogène	06
1.4.2. Origine exogène	07
2. Stress oxydant	08
2.1. Généralités	08
2.2. Origine du stress oxydant	09
2.3. Conséquence cellulaire du stress oxydant.....	09
2.4. Les maladies liées au stress oxydant	09
3. Les antioxydants.....	10
3.1. Généralités	10
3.2. L'origine des antioxydants	11
3.3. Mode d'action des antioxydants.....	11
3.3.1. Systèmes de défense enzymatique endogènes	11
3.3.1.1. Enzymatiques.....	11
3.3.1.2. Non-enzymatiques	12
3.4. Les type d'antioxydants	13
3.4.1. Les antioxydants naturels	14
3.4.1.1. Les vitamines	14
3.4.1.2. Les oligoéléments.....	15
3.4.1.3. Les polyphénols.....	16
3.4.2. Les antioxydants synthétiques	17
4. Les composés phénoliques	17

4.1. Généralité	17
4.2. Définition	17
4.3. Localisation.....	18
4.4. Biosynthèse.....	19
4.4.1. Voie shikimate.....	19
4.4.2. Voie acétate-malonate.....	19
4.5. Sources alimentaires des polyphénols	19
4.6. Structure et classification.....	20
4.6.1. Les acides phénoliques.....	21
4.6.2. Les flavonoïdes.....	23
4.6.3. Les tanins.....	24
4.7. Rôle des composéé phénoliques.....	25
4.8. Activité antioxydant des polyphénols.....	25
4.9. Autre activité.....	25

Chapitre II : Recensement des aliments riches en antioxydants naturels

1. Sources des différents antioxydants alimentaires.....	27
1.1. Le régime enrichi en fruits et légumes	27
1.2. Source des antioxydants alimentaire	28
1.3. Source et consommation journalière des polyphénols.....	28
1.4. L'activité d'antioxydants des polyphénols	29
1.4.1. Méthodes d'évaluation de l'activité antioxydants.....	31
1.5. Caroténoïdes	34
1.6. Glucosinolates	35
1.7. Phytostérols	36
2. Les Antioxydants dans l'industrie agroalimentaire	37
2.1. La vitamine C et ses dérivés	38
2.2. Les dérivés de l'acide gallique	39
2.3. L'acide érythorbique et ses dérivés.....	42
2.4. Autres	42
3. Propriétés thérapeutiques des antioxydants.....	43
3.1. Prévention de cancer	43
3.2. Prévention des maladies cardiovasculaires	43

3.3. Maladies inflammatoires	44
3.4. Prévention du diabète	45
3.5. Maladies neurodégénératives.....	48
3.6. Prévention des maladies hépatotoxiques.....	50
3.7. Prévention des maladies allergiques.....	50
3.8. Prévention des maladies ulcérogènes.....	50
4. Les effets des antioxydants sur la santé	50

Chapitre III: Les plantes les plus riches en antioxydants

1. <i>Ephédra alata</i>	54
1.1. Désignation vernaculaire.....	54
1.2. Classification botanique.....	54
1.3. Description botanique.....	54
1.4. Domaine d'utilisation.....	55
1.5. Propriété antioxydant.....	55
2. <i>Artémisia herba alba</i>	56
2.1. Désignation vernaculaire.....	56
2.2. Classification botanique.....	56
2.3. Description botanique.....	56
2.4. Domaine d'utilisation.....	57
2.5. Propriété antioxydant.....	57
3. <i>Urtica dioïca</i>	59
3.1. Désignation vernaculaire.....	59
3.2. Classification botanique.....	59
3.3. Description botanique.....	59
3.4. Domaine d'utilisation.....	60
3.5. Propriété antioxydant.....	61
3.6. Propriété anti-tumorale.....	61
4. <i>Zingiber officinale</i>	62
4.1. Désignation vernaculaire.....	62
4.2. Classification botanique.....	62

4.3. Description botanique.....	62
4.4. Domaine d'utilisation.....	63
4.5. Propriété antioxydant.....	64
5. <i>Curcuma longa</i>	65
5.1. Désignation vernaculaire.....	65
5.2. Classification botanique.....	65
5.3. Description botanique.....	65
5.4. Domaine d'utilisation.....	66
5.5. Propriété antioxydant.....	66
6. <i>Allium sativum L.</i>	68
6.1. Désignation vernaculaire.....	68
6.2. Classification botanique.....	68
6.3. Description botanique.....	68
6.4. Domaine d'utilisation.....	69
6.5. Propriété antioxydant.....	69
7. <i>Nigella sativa L.</i>	71
7.1. Désignation vernaculaire.....	71
7.2. Classification botanique.....	71
7.3. Description botanique.....	71
7.4. Domaine d'utilisation.....	72
7.5. Propriété antioxydant.....	72
8. <i>Thymus vulgaris L.</i>	73
8.1. Désignation vernaculaire.....	73
8.2. Classification botanique.....	73
8.3. Description botanique.....	73
8.4. Domaine d'utilisation.....	74
8.5. Propriété antioxydant.....	74
9. <i>Moringa oleifera</i>	76
9.1. Désignation vernaculaire.....	76

9.2. Classification botanique.....	76
9.3. Description botanique.....	76
9.4. Domaine d'utilisation.....	77
9.5. Propriété antioxydant.....	77
10. <i>Cinnamomum verum</i>	79
10.1. Désignation vernaculaire.....	79
10.2. Classification botanique.....	79
10.3. Description botanique.....	79
10.4. Domaine d'utilisation.....	80
10.5. Propriété antioxydant.....	80

Partie Expérimentale

Enquête sur la consommation des plantes riches en antioxydant dans la région de Constantine et Skikda

1. Problématique.....	82
2. Objectif	82
3. Matériel et méthodes.....	82
4. Présentation de la zone d'étude.....	83
5. Traitements des données.....	83
5.1. Niveau relatif de popularité (Relative Popularity Level: RPL).....	84
5.2. Indice de fidélité (Fidelity Level : FL).....	84
6. Résultat et discussion.....	84
6.1. Description de la population des Informateurs	84
6.1.1. Age.....	85
6.1.2. Sexe.....	85
6.1.3. Niveau d'instruction.....	86
6.1.4. Ancienneté	86
6.2. Utilisation des plantes	87
CONCLUSION GÈNÈRALE.....	102
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	103
ANNEXE.....	121

Liste des Abréviations

AA : Acides Aminés

AB : Béta-amyloïde

ABTS : Acide 2,2'-azino-bis (3-éthylbenzothiazoline-6-sulphonique)

ACE : Enzyme de conversion de l'angiotensine

ADN : Acide Désoxyribonucléique

AFSSA : Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments

APP : « Acute Phase Protéines » : Protéine de la phase aiguë de l'inflammation

ATP : Adénosine Triphosphate

BHA : Butylhydroxyanisole

BHT : Butylhydroxytoluène

Cu²⁺ : Ion Cuivre

Cm: Centimetre

CUPRAC: Cupric ion Reducing Antioxidant Capacity

DJA : Dose Journalière Admissible

DPP4 : Dipeptidyl peptidase-4

DPPH : 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl

EGCG : L'épigallocatechine-3-gallate

EQ : L'éthoxyquine

ERO : Espèces Réactives de l'Oxygène

GSH-Px : La glutathion peroxydase

HDL : High Density Lipoprotein

HOCl : Acid hypochlorite

H₂O₂ : Peroxyde d'hydrogène

IRK : Récepteur kinase insulino-dépendant

J : Jour

Kg: Kilogramme

L: Litre

LDL: Low Density Lipoprotein

mg: Milligramme

mL : Millilitre

mm : Millimètre

Mn : Le manganèse

NADH: Nicotinamide Adenine Dinucleotide

NADPH: Nicotinamide Adenine Dinucleotide Phosphate

NADPH, H⁺ : Nicotinamide Adenine Dinucleotide Phosphate réduit

Nc : Néocuproïne

nm : Nanomètre

NO•: Monoxyde d'azote

NOS : Oxyde Nitrique Synthase

1O₂: Oxygène singulet

O₂•⁻: Anion superoxyde

OG : Le gallate d'octyle

•OH: Radical hydroxyl

ONOOH : Nitroperoxyde

PAL : Phénylalanine-Ammonia-Lyase

PEP : Phosphoenolpyruvate

PG : Le gallate de propyle

PTP-1B: Tyrosine phosphatase-1B

RL : Radicaux libres

RO•: Radical alkoxy

ROO•: Radical peroxy

ROS: Reactive Oxygen Species

SH : Groupe sulfhydryle

SO : Stress Oxydant

SOD : Le superoxyde dismutase

STZ : La streptozotocine

UV : Ultra Violet

XO : Xanthine Oxydase

% : Pourcentage

Liste des Tableaux

Tableau 01 : Principales espèces réactives de l’oxygène.....	04
Tableau 02 : Principaux espèces radicalaire et espèces non radicalaire.....	05
Tableau 03 : Activités biologiques des composés polyphénoliques.....	26
Tableau 04 : Exemples de teneurs en flavonoïdes (mg/kg ou mg/l) de divers aliments ou Boissons.....	30
Tableau 05 : Sources principales de quelques caroténoïdes ayant une importance nutritionnelle.....	34
Tableau 06 : Quelques exemples de teneurs en glucosinolates (en mmole / kg).....	36
Tableau 07 : Les principales sources alimentaires de Phytostérols.....	37
Tableau 08 : Composés bioactifs efficaces contre le diabète de type 2 sources et mécanismes d'action	46
Tableau 09 : Tableau récapitulatif des études de supplémentation en antioxydants sur diffère pathologies.....	51
Tableau 10 : Calcule des indices relatifs de popularité (RPL).....	87
Tableau 11 : Calcule de l’indice de fidélité (IF).....	90
Tableau 12 : Les préparations contre le cancer à base des plantes proposée par les herboristes	91
Tableau 13 : Indications de chaque plante proposée contre le cancer.....	91
Tableau 14 : Les plantes les plus couramment achetées par les personnes en bonne santé....	96
Tableau 15 : Les plantes les plus couramment achetées par les personnes malades.....	97
Tableau 16 : Les plantes médicinales qui ont un effet sur certain type de cancer	99
Tableau 17 : Exemple des recettes crée selon les maladies.....	100

Liste des Figures

Figure 01 : Premier radical libre détectée (1900) = radical triphényl méthyle.....	02
Figure 02 : Neutralisation d'un radical libre par un antioxydant.....	03
Figure 03 : Origine des différents radicaux libres oxygénés et espèces réactives de l'oxygène Impliqué en biologie.....	05
Figure 04 : Les origines exogènes des radicaux libres.....	07
Figure 05 : La balance d'équilibre entre les systèmes pro et antioxydants.....	08
Figure 06 : Les maladies humaines liées au stress oxydatif.....	10
Figure 07 : Structure tridimensionnelle de la catalase.....	11
Figure 08 : Structure tridimensionnelle de la glutathion peroxydase.....	12
Figure 09 : Structure tridimensionnelle du superoxyde dismutase.....	12
Figure 10 : La structure du noyau phénol.....	18
Figure 11 : La classification des composés phénoliques.....	21
Figure 12 : Formule générale des acides hydroxybenzoïques.....	22
Figure 13 : Formule générale des acides hydroxycinnamique.....	22
Figure 14 : Structure de base des flavonoïdes.....	23
Figure 15 : Les différentes classes des flavonoïdes.....	24
Figure 16 : Mécanisme de réaction du 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl (DPPH) avec un antioxydant R : H = piègeur de radicaux antioxydants ; R : radical antioxydant.....	32
Figure 17 : La réaction CUPRAC du complexe Cu ²⁺ -néocuproïne avec des antioxydants, produisant le chélate Cu ⁺ -néocuproïne de couleur jaune-orange ($\lambda_{max} = 450 \text{ nm}$).....	33
Figure 18 : Formation d'un radical à partir d'une réaction chimique ABTS avec un composé antioxydant.....	33
Figure 19 : Structure chimique de la vitamine C ou l'acide ascorbique.....	38
Figure 20 : la structure chimique de palmitate d'ascorbyle	39
Figure 21 : la structure chimique de stéarate d'ascorbyle.....	39
Figure 22 : La structure chimique de l'acide gallique.....	40
Figure 23 : Structure du gallate de propyle.....	40
Figure 24 : Structure du gallate d'octyle.....	41
Figure 25 : Structure de gallate de dodécyle.....	41
Figure 26 : Structure de gallate d'éthyle.....	41
Figure 27 : La structure chimique de l'acide érythorbique.....	42

Figure 28 : Le stress oxydatif et les protéines AB dans les phénomènes de mort neuronale...	49
Figure 29 : <i>Ephédra alata subsp alanda</i>	54
Figure 30 : <i>Artémisia herba alba</i>	56
Figure 31 : <i>Urtica dioïca</i>	59
Figure 32 : <i>Zingiber officinale</i>	62
Figure 33 : <i>Curcuma longa</i>	65
Figure 34 : <i>Allium sativum L</i>	68
Figure 35 : <i>Nigella sativa L</i>	71
Figure 36 : <i>Thymus vulgaris L</i>	73
Figure 37 : <i>Moringa oleifera</i>	76
Figure 38 : <i>Cinnamomum verum</i>	79
Figure 39 : Les communes concernées par l'enquête ethnobotanique.....	83

Liste des Graphiques

Graphique 01 : Profil des herboristes en fonction de la tranche d'âge.....	85
Graphique 02 : Profil des herboristes selon le sexe.....	85
Graphique 03 : Profile des herboristes selon le niveau d'études.....	86
Graphique 04 : Répartition de la population selon l'Ancienneté dans le métier	87
Graphique 05 : Les plantes les plus utilisées pour la conservation des aliments.....	88
Graphique 06 : La durée de conservation selon les herboristes	89
Graphique 07 : Plantes les plus proposée pour les sujets atteints le cancer	89
Graphique 08 : Type de préparation proposée contre le cancer	90
Graphique 09 : Le prix des plantes selon les herboristes	95
Graphique 10 : Le groupe le plus achètent par rapport le sexe	95
Graphique 11 : Le groupe le plus achètent en termes d'état de santé	96
Graphique 12 : Les maladies les plus courantes	98
Graphique 13 : Les plantes rare demandées par herboristes	102

INTRODUCTION

«Que ton aliment soit ton seul médicament»

Dans la communauté scientifique, certains produits végétaux naturels, ont suscité ces dernières décennies un intérêt croissant en raison de leur importance dans le cadre de la prévention de maladies métaboliques telles que les pathologies cardiovasculaires, l'obésité, le diabète, les maladies neuro-dégénératives, le cancer, Alzheimer.

L'apparition de ces maladies a été mise en relation avec des niveaux élevés de radicaux libres dans les organismes. Les radicaux libres sont des molécules chimiques très réactives produites essentiellement dans le processus de transformation des nutriments en énergie.

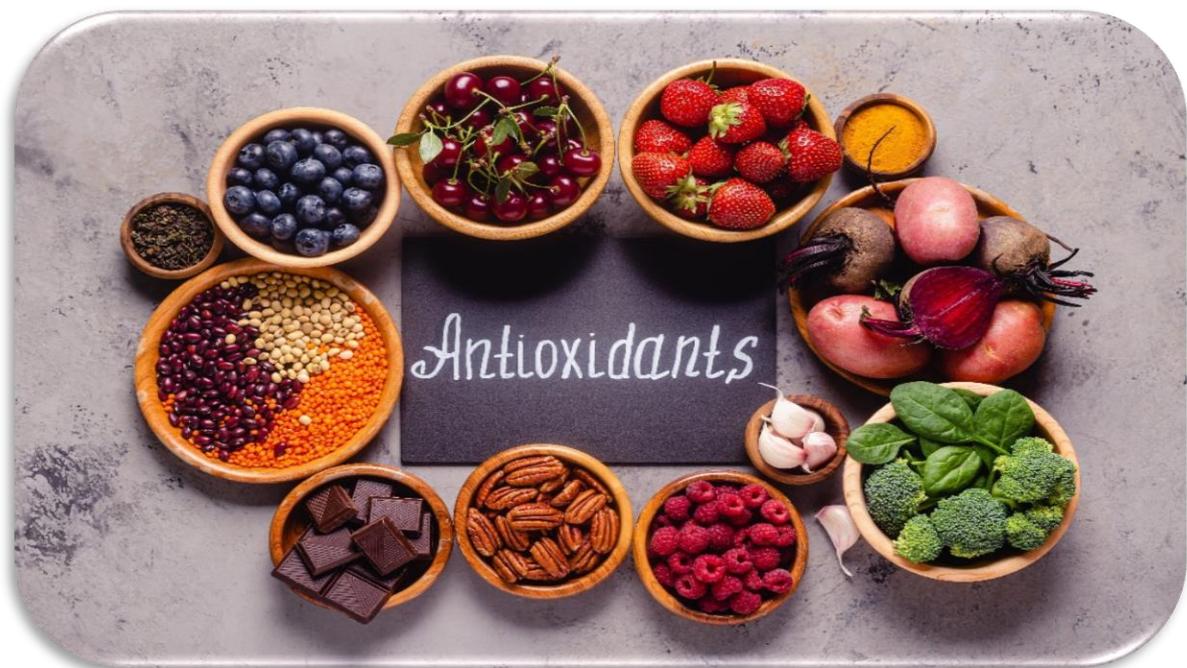
Les dommages causés par les radicaux libres peuvent être empêchés ou retardés par l'action de molécules dites anti-oxydantes. Ce sont des composés chimiques ayant une activité pharmacologique et thérapeutique. Ils sont généralement utilisés dans la découverte et la conception de médicaments, grâce à ces effets bénéfiques sur la santé humaine.

On distingue deux sources d'antioxydants : l'une est endogène sous forme d'enzymes (le catalase, la glutathion peroxydase, super-oxyde dismutase). L'autre est exogène apportée par l'alimentation sous formes des fruits, légumes, céréales et légumineuses. Les fruits et les légumes fournissent des fibres et une grande diversité de micronutriments, vitamines, oligo-éléments, minéraux et autres composés bioactifs, tel que les composés phénoliques qui sont représentés les antioxydants les plus abondants dans nos régimes alimentaires.

Dans ce contexte, l'objectif global de ce travail est d'étudier l'intérêt des antioxydants naturels dans l'alimentation humaine, tout en tenant compte de leurs sources alimentaires et de la répercussion de leur utilisation sur la santé, nous avons réalisé une méta-analyse regroupant les principaux travaux de recherche en rapport avec cette thématique.

Revue
Bibliographique

Chapitre I : **Généralité sur les antioxydants**



1. Radicaux libres

1.1 Généralités

Les radicaux, communément appelés radicaux libres, dont production et le comportement ont été largement étudiés depuis les années 1970 sont aujourd'hui bien maîtrisés, aujourd'hui, ils deviennent de plus en plus "Polyvalents" en synthèse organique. Les radicaux libres sont principalement utilisés pour les étapes clés de la synthèse totale (Nicolaou *et al.*, 2009) et commencent à être utilisés en synthèse asymétrique (Nicewicz *et al.*, 2008).

Historiquement, le premier radical décrit était le radical triphénylméthyle. Cela a été souligné par Gomberg lors d'une tentative de synthèse de l'hexaphényléthane à partir de chlorure de triphénylméthyle zinc en 1900 (Figure 01) (Pearson *et al.*, 1997).

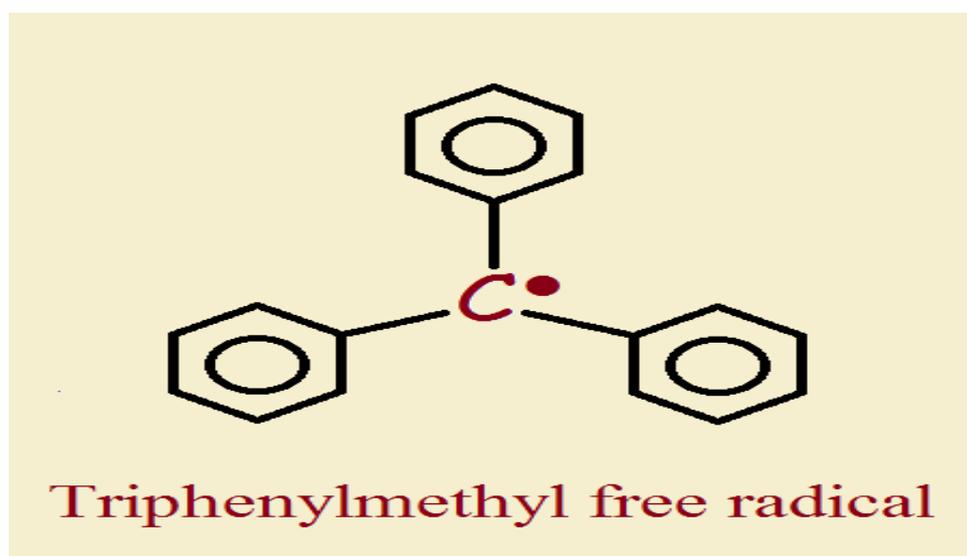


Figure 01 : Premier radical libre détectée (1900) = radical triphényl méthyle

(Vincent Summers, 2015)

Les RL sont responsables de diverses maladies, notamment l'arthrose, l'asthme, le cancer, le diabète, les maladies cardiaques et l'athérosclérose (Codoñer-Franch *et al.*, 2011 ; Sarr *et al.*, 2015). Selon Pousset (2006), l'utilisation de produits naturels riches en antioxydants (fruits, légumes) peut jouer un rôle important dans la prévention de ces maladies. De plus, les services médicaux et des médicaments sont très chère, ainsi que des facteurs socio-économiques, motivent une grande partie de la population à utiliser les plantes médicinales pour se soigner (Agban *et al.*, 2013).

1.2 Définition

Les RL ont été découverts dans les systèmes biologiques il y a plus de soixantaine d'années (**Commoner et al., 1954**). Les radicaux libres sont produits lors de réponses physiologiques normales et utilisés par l'organisme à faible dose (**Magder, 2006**). En cas de production excessive, différents systèmes antioxydants s'accumulent, mais peuvent être dépassés. Ce déséquilibre entre la production d'espèces réactives de l'oxygène (ERO) et la capacité antioxydant cellulaire correspond au stress oxydatif (**Lusis, 2000**).

La concentration des radicaux libres résulte de l'équilibre entre le taux de leur production et le taux de leur élimination par divers composés antioxydants et enzymes. Cet état d'équilibre est une condition clé pour le maintien d'une fonction cellulaire et tissulaire normale (**Valéry et al., 2006**).

Un radical libre est une espèce chimique qui a un seul électron dans leur couche externe, ce qui rend cette espèce chimique particulièrement instable. Lorsque cet électron célibataire se trouve sur l'atome d'oxygène, on dit "espèces réactives de l'oxygène" (ERO) ou "réactive oxygen species" (ROS) (**Durand et al., 2013**). En effet, ce radical libre aura toujours tendance à remplir son orbitale en captant un électron pour devenir plus stable : il va donc se réduire en oxydant un autre composé (**Favier, 2003**). Les radicaux libres sont des molécules contenant de l'oxygène qui sont produites au cours du métabolisme physiologique et dans certaines conditions pathologiques. Ils peuvent endommager les tissus en capturant des électrons, laissant la molécule d'origine dans un état instable (**Filane et Toumi, 2012**).

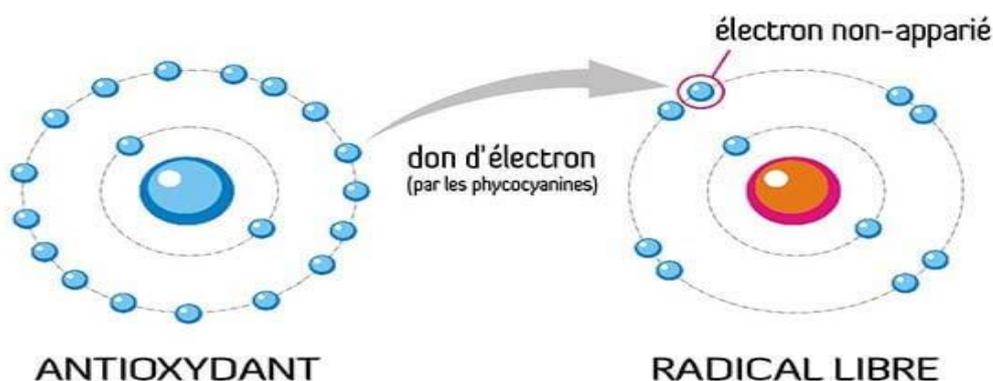


Figure 02 : Neutralisation d'un radical libre par un antioxydant (**Valerie, 2019**)

Elles participent au fonctionnement de certains enzymes, à la transduction de signaux cellulaires, à la défense immunitaire contre les agents pathogènes, à la destruction par apoptose

des cellules tumorales, à la différenciation cellulaire, à la régulation de la dilatation capillaire, et au fonctionnement de certains neurones (Filane et Toumi, 2012).

1.3 Principaux radicaux libres

Parmi toutes les espèces réactives de l'oxygène, nous distinguons les composés qui jouent un rôle particulier dans la physiologie, que nous appelons les radicaux primaires, à savoir : l'anion superoxyde ($O_2^{\bullet-}$), le radical hydroxyle ($\bullet OH$), le monoxyde d'azote ($NO\bullet$), le radical peroxyde ($ROO\bullet$) et le radical alkoxy ($RO\bullet$). D'autres radicaux libres, appelés radicaux libres secondaires, comme l'oxygène singlet (1O_2), le peroxyde d'hydrogène (H_2O_2) et le nitroperoxyde ($ONOOH$), sont formé par la réaction de ces radicaux libres primaires avec les composés biochimique de la cellule (Favier, 2003). Les plus important sont l'ion superoxyde, le peroxyde d'hydrogène, le radical hydroxyle, l'hypochlorite et le peroxynitrite (Ichai et al., 2011).

Tableau 01 : Principales espèces réactives de l'oxygène (Bisbal et al., 2010)

Nom	Formule
Espèces réactives de	
L'oxygène	1O_2
Oxygène singlet	O_2
Radical superoxyde	$O_2^{\bullet-}$
Peroxyde d'hydrogène	H_2O_2
Radical peroxyde (peroxyde lipidique)	$ROO\bullet$
Radical alcoxy	$RO\bullet$
Acide hypochloreux	
Espèces réactives de l'azote	
Dioxyde d'azote	$NO_2\bullet$
Peroxynitrite	$ROONO$
Radical peroxynitrite	$ONOO\bullet$

1.3.1 Espèces réactives de l'oxygène

Il existe deux grandes classes d'ERO : les espèces radicalaires et les espèces non-radicalaires. La réactivité des radicaux libres varie d'un radical à autre et dépend de l'environnement dans lequel ils se trouvent (Delattre et al., 2005).

Tableau 02 : Principaux espèces radicalaire et espèces non radicalaire (Bartosz, 2003)

Nom	Symbole
Espèces radicalaires	
Anion superoxyde	$O_2^{\bullet-}$
Radical hydroxyle	OH^{\bullet}
Monoxyde d'azote	NO^{\bullet}
Espèces non radicalaires	
Peroxyde d'hydrogène	H_2O_2
Acide hypochlorique	$HOCl$
Oxygène singulier	1O_2
Peroxynitrite	$ONOO^-$

1.4 Origine des radicaux libres

Les radicaux libres peuvent être exogènes, c'est-à-dire produit par l'action chimique de certains constituants de notre environnement ou d'origine endogène (respiration mitochondriale, lutte anti infectieuse, activités enzymatiques) (Roussel, 2004).

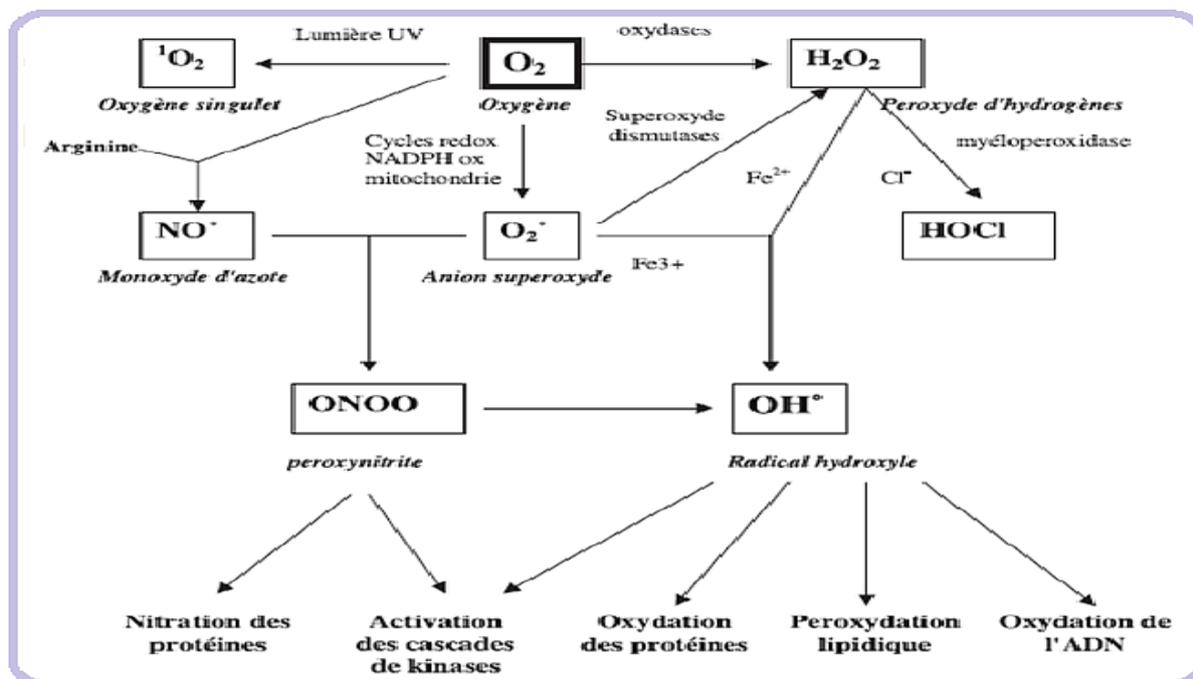


Figure 03 : Origine des différents radicaux libres oxygénés et espèces réactives de l'oxygène impliqué en biologie (Favier, 2003)

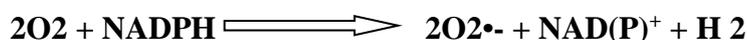
1.4.1 Origine endogène

➤ Chaîne respiratoire mitochondriale

L'énergie sous forme d'ATP est produite par différentes formes de vie (animaux, plantes, bactéries), appelée phosphorylation oxydative se fait par une chaîne de transport d'électrons située dans la membrane mitochondriale interne (**Mazatet et Ransac, 2010**), qui produit par la suite des intermédiaires potentiellement réduits, appelés radicaux ou ROS. Environ 2% de l'oxygène consommé au niveau mitochondrial est converti en radicaux libres contrôlés par le système de défense, appelés les antioxydants, qui s'adaptent au taux de radicaux libres présents (**Migdal, 2011**).

➤ NADPH oxydase

Le nicotinamide adénine dinucléotide phosphate oxydase (NADPH oxydase) est une enzyme membranaire qui catalyse la réduction mono-électronique de l'oxygène en utilisant le NADPH ou le NADH comme donneur d'électrons entraînant la formation des radicaux superoxyde $O_2^{\bullet-}$ en transférant des électrons du NADPH au dioxygène selon la réaction suivante (**Bedard et Krause, 2007 ; Maghzal et al., 2012**) :



➤ Cytochromes P450

Le cytochrome P450 est un complexe enzymatique situé dans la membrane du réticulum endoplasmique ou la membrane mitochondriale interne. Ils interviennent dans le métabolisme des médicaments, du cholestérol, de la vitamine D3. Ils catalysent l'oxydation de ces substrats par le dioxygène (**Mongens, 2013**).

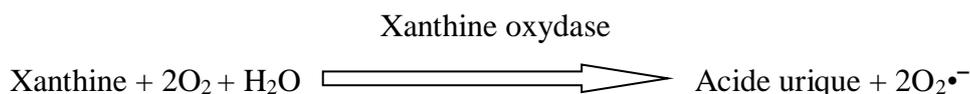
➤ Peroxysomes

Le peroxyosome est une source importante dans la production cellulaire de H_2O_2 car cet organe contient de nombreuses enzymes générant du H_2O_2 . Toutefois ce dernier est utilisé comme substrat par la catalase peroxydomale afin de réaliser des réactions de peroxydation d'autres substrats. Ces réactions sont importantes dans les processus de détoxification présents dans le foie et le rein (**Moure, 2001**).

➤ Xanthine oxydase (XO)

La Xanthine oxydase est la principale enzyme cytosolique localisée au niveau cellulaire dans le cytoplasme impliquée dans le catabolisme des bases puriques. Cette enzyme est présente dans le sang, les cellules endothéliales des capillaires et de façon très importante dans le foie et les intestins (Gonzalez-Vicente et al., 2017).

Le système enzymatique Xanthine/Xanthine oxydase intervient dans la production du superoxyde au cours de l'oxydation de la Xanthine en acide urique selon la réaction suivante (Bartosz, 2003) :



1.4.2 Origine exogène

Ils ont diverses sources exogènes, principalement des facteurs environnementaux dans notre mode de vie (l'exposition aux rayons UV, les radiations ionisantes et les métaux lourds, pollution atmosphérique, tabagisme, le contact avec des agents cancérigènes, l'alcool entraînant une production accrue d'espèces réactives de l'oxygène dans notre corps (Carange, 2010).

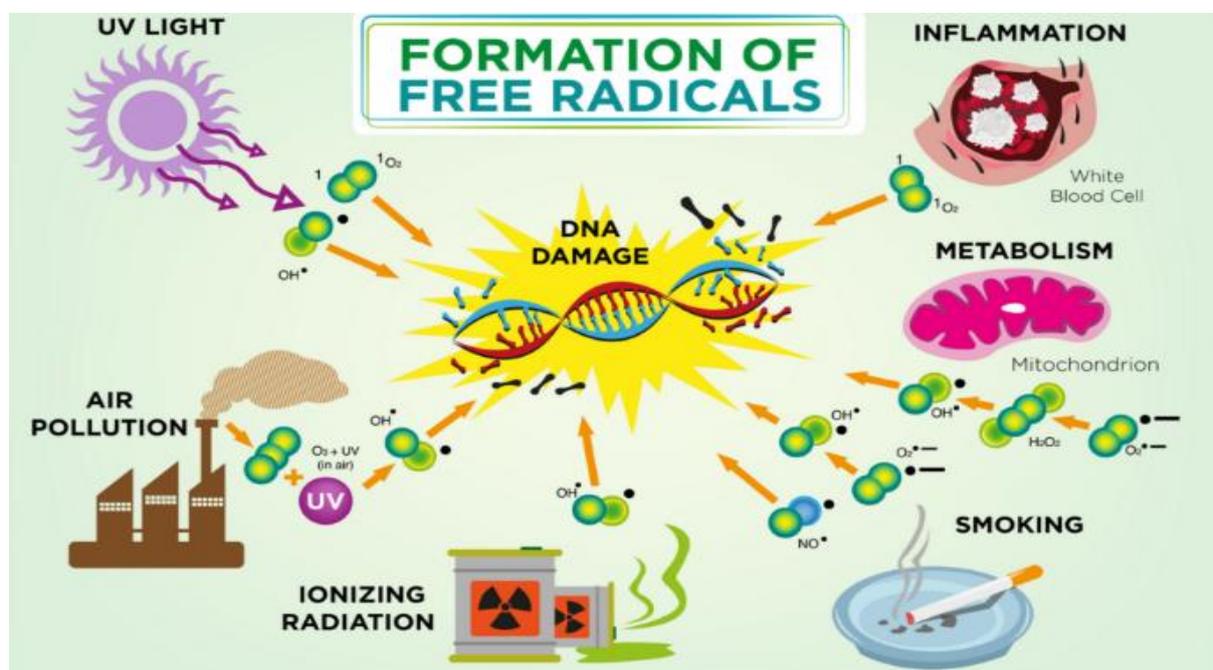


Figure 04 : Les origines exogènes des radicaux libres (Miguel Ordoñez, 2018)

2. Stress oxydant

2.1 Généralités

Les ERO ont des rôles physiologiques très importants en régulant les réponses biologiques, la transduction du signal et autres voies de signalisation à de faibles concentration (**Favier, 2003**). Les ERO sont présentes dans les cellules à des doses raisonnables : leur concentration est régulée par l'équilibre entre leur taux de production et le taux d'élimination par le système antioxydant. Ainsi, au repos, la balance antioxydants/pro-oxydants (balance redox) est considérée comme étant en équilibre. Cependant, cette homéostasie redox peut être perturbée par une surproduction de ROS (comme dans le vieillissement ou l'athérosclérose) ou une capacité antioxydants réduite (comme chez les personnes obèses et les fumeurs). C'est ce qu'on appelle le stress oxydatif (**Migdal et Serres, 2011**).

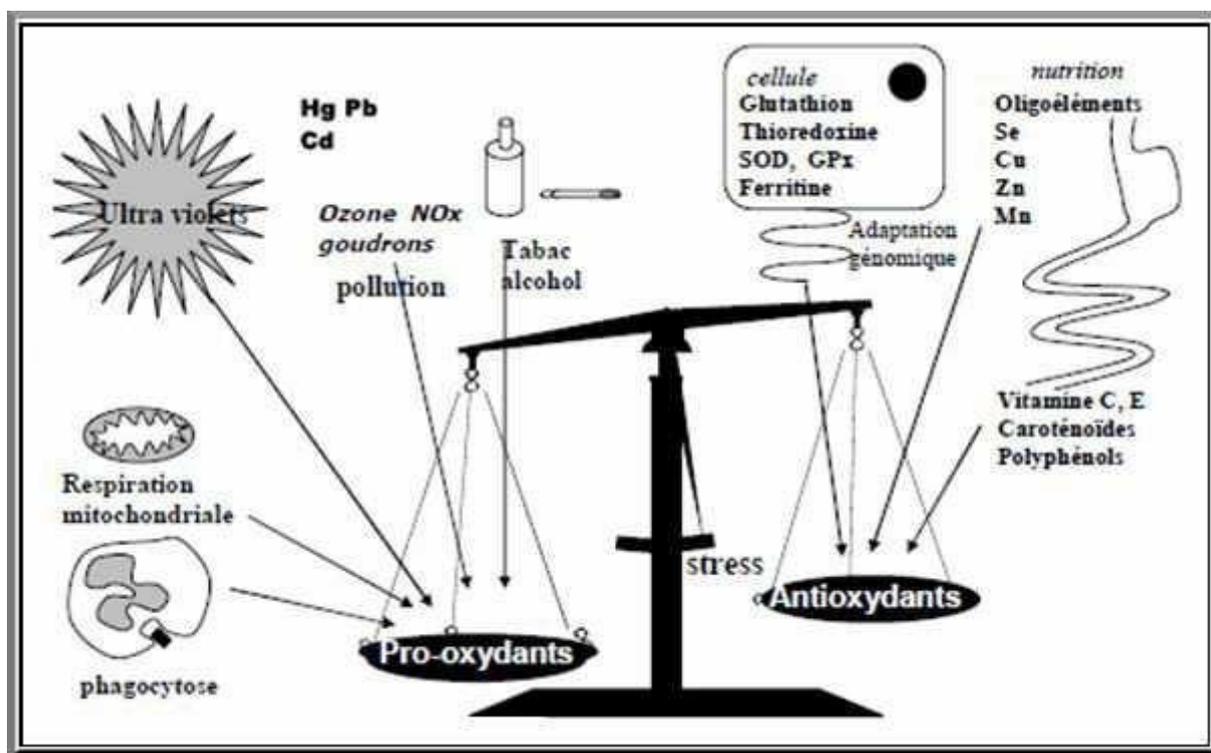


Figure 05 : La balance d'équilibre entre les systèmes pro et antioxydants (**Favier, 2006**)

Une production modérée et contrôlée d'ERO conduit à une oxydation réversible des molécules environnantes : les ERO agissent alors comme un véritable second messager. À l'inverse, une surproduction d'ERO ou des déficiences des systèmes de défense peuvent conduire l'apparition d'un stress qui conduit à l'oxydation des biomolécules de manière non spécifique et irréversible, conduisant à une perte de fonction (**Migdal et Serres, 2011**).

Les protéines, les lipides et l'ADN sont les cibles biologique les plus vulnérables de cette attaque, qui peut entraîner des dommages souvent irréversibles aux cellules et aux tissus (Valko et al., 2006).

2.2 Origine du stress oxydatif

Le stress oxydatif (SO) peut avoir de multiples sources, comme une surproduction endogène d'agents prooxydants d'origine inflammatoire, des carences nutritionnelles en antioxydants, ou même une exposition environnementale à des facteurs pro-oxydants (Tabac, alcool, médicaments, rayons UV, pesticides, ozone, amiante, métaux toxiques) (Magder, 2006).

2.3 Conséquence cellulaires du stress oxydant

Les conséquences du SO seront variées selon la dose et le type de cellule. Un stress léger augmente la prolifération cellulaire et l'expression des protéines d'adhésion, un stress modéré faciliter et favorise l'apoptose, tandis qu'un stress intense provoque une nécrose et un stress sévère perturbe les membranes cellulaires, entraînant une lyse immédiate. D'autres perturbations biologiques ont été observées suite à un stress oxydant : diminution de la fluidité membranaire, anomalies des récepteurs, diminution de la sensibilité à l'insuline, perturbation de l'immunité cellulaire, fibrose, dépôt lipidique, affaiblissement musculaire, voire mort ou mutation neuronale. De nombreuses anomalies pathologiques sont également causées par le stress oxydant : mutations, cancérogenèse, malformations des fœtus, dépôt anormal de protéines, fibrose, formation d'auto-anticorps, dépôt de lipides oxydés, immunosuppression (Favier, 2006).

2.4 Les maladies humaines liées à un stress oxydants

Le stress oxydatif sera une cause initiale essentielle de plusieurs pathologies : cancer, cataractes, sclérose latérale amyotrophique, syndrome de détresse pulmonaire aiguë, œdème pulmonaire, vieillissement accéléré. Par conséquent, la relation entre le stress oxydant et le cancer s'avèrent très étroites.

Le SO est également l'un des facteurs contribuant à l'émergence de maladies multifactorielles telles que le diabète, la maladie d'Alzheimer, les rhumatismes et les maladies cardiovasculaires (Favier, 2006).

Quelles sont les maladies liées au stress oxydatif? (*)

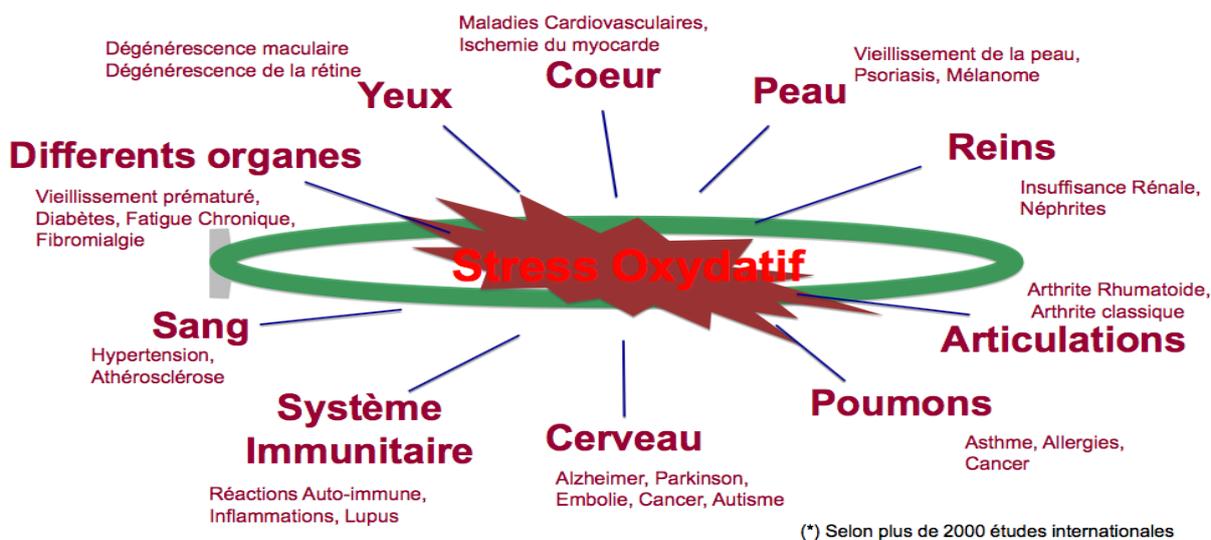


Figure 06 : Les maladies humaines liées au stress oxydatif (Ghilaine charrade, 2016)

3. Les antioxydants

3.1 Généralité

Un antioxydant est par définition une espèce chimique plus ou moins complexe diminuant l'oxydation d'un substrat au sein de l'organisme. Ils sont présents sous de nombreuses formes et peuvent intervenir en prévention de la formation des radicaux libres, aussi bien que pour participer à leur élimination (antioxydants primaires et secondaires) (Guillouty, 2016).

Un antioxydant peut donc : (i) prévenir la synthèse de radicaux libres en inhibant l'initiation des chaînes réactionnelles décrites ci-dessus ou (ii) désactiver directement les ROS. Les antioxydants peuvent être classés selon leurs modes d'actions : systèmes enzymatiques, inhibiteurs d'enzymes oxydantes, chélateurs de métaux et piègeurs de radicaux libres.

L'organisme possède des systèmes endogènes dédiés à cette action protectrice. Cependant, cette ligne de défense est facilement saturée. De nombreux antioxydants exogènes sont également présents dans l'alimentation apportant un soutien significatif dans la lutte antioxydants. Nous les trouvons dans les fruits (pommes, poires, fruits rouges...), les légumes (brocoli, oignon...), les boissons (café, thé, vin...) ainsi que dans les épices, le cacao ou encore les céréales. Ces antioxydants sont surtout connus pour leur capacité à réagir directement réagir avec les radicaux libres en les « neutralisant » par réaction de réduction. Les antioxydants sont un groupe hétérogène composé de systèmes antioxydants endogènes, enzymatiques ou non, de vitamines, d'oligo-éléments ou encore de polyphénols (Desmier, 2016).

3.2 L'origine des antioxydants

Les antioxydants peuvent être classés en deux catégories : les enzymes anti oxydantes directement synthétisées par l'organisme et les nutriments antioxydants dont les apports sont nécessaires par l'alimentation. Cette dernière classe d'antioxydants nous intéresse particulièrement puisque nous verrons s'il est possible de renforcer les défenses de l'organisme en augmentant les apports exogènes de ces différentes molécules.

3.3 Modes d'action des antioxydants

Dans l'organisme, il existe plusieurs types de molécules à activité antioxydant dont les mécanismes d'action sont différents

3.3.1 Systèmes antioxydants endogènes

Une barrière endogène composée de plusieurs enzymes clés lutte contre ces radicaux libres et autres espèces oxydantes, afin de prévenir les dommages oxydatifs.

3.3.1.1 Enzymatiques

➤ La catalase

C'est une enzyme que l'on retrouve principalement au sein des peroxysomes, dans les hépatocytes, les érythrocytes et les cellules rénales, est capable de transformer le peroxyde d'hydrogène en eau et en oxygène moléculaire (Desmier, 2016).

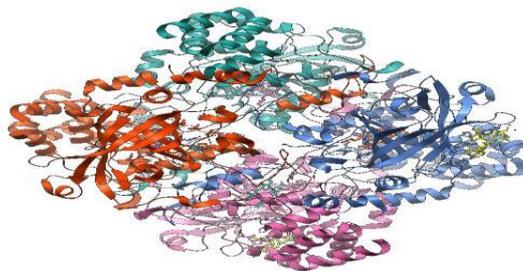


Figure 07 : Structure tridimensionnelle de la catalase ([wikipedia.org](https://www.wikipedia.org)).

➤ La glutathion peroxydase

La glutathion peroxydase (GSH-Px) est une enzyme à sélénium ayant la propriété de pouvoir catalyser la réduction des hydroxy peroxydes. Elle se retrouve dans les liquides extracellulaires ainsi que dans les cellules, au sein du cytosol et des mitochondries.

Elle est constituée de 4 sous-unités contenant chacune un atome de sélénium. Il existe 5 isoformes de cette enzyme variant suivant leur localisation dans l'organisme (**Desmier, 2016**).

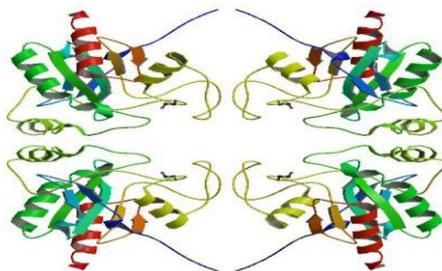


Figure 08 : Structure tridimensionnelle de la glutathion peroxydase
(**Kavanag,K.L, et al., 2006**)

➤ **Le superoxyde dismutase ou SOD**

Le superoxyde dismutase (SOD) est une protéine métallique possédant une activité enzymatique lui permettant de catalyser la dismutation de l'anion superoxyde $O_2^{\cdot-}$. Chez l'homme il existe trois différentes classes de SOD, catalysant toutes la même réaction : la SOD à cuivre et à zinc que l'on trouve dans le cytosol et au niveau des liquides extracellulaires, la SOD à fer et la SOD à manganèse, dans les mitochondries (**Desmier, 2016**).

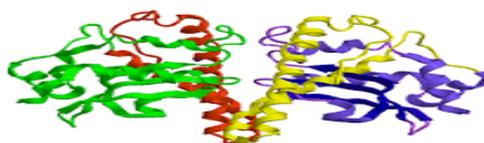


Figure 09 : Structure tridimensionnelle du superoxyde dismutase (**therascience.com**)

3.3.1.2 Non enzymatiques

Contient deux types endogènes et exogènes

➤ **Systèmes de défenses endogènes**

Incluent de nombreux thiols, qui sont les acteurs principaux de la lutte antioxydant, il s'agit de molécules proches des alcools, mais où l'atome d'oxygène est remplacé par un atome de soufre. Ils sont donc caractérisés par un ou plusieurs groupes sulfhydryle -SH. La liaison S-H est moins polarisée, mais moins stable et facilement oxydable que la liaison O-H des alcools. Une grande

proportion des thiols du cytosol sont présents sous forme de glutathion, et ceci à d'assez fortes concentrations (de l'ordre de 1 mM dans les cellules animales). En plus d'être un agent principal de la lutte antioxydant (en particulier en réduisant les radicaux centrés sur des atomes de carbone), ce tripeptide joue un rôle important dans des processus aussi diversifiés que le transport d'acides aminés, la sécrétion de prostaglandine, la synthèse et la réparation de l'ADN, et le fonctionnement du système immunitaire en général (**Delattre et al., 2005**).

Les deux formes, oxydée et réduite, de l'acide lipoïque, autre composé appartenant aux thiols, présentent des propriétés antioxydants in vitro en piégeant les HO•, ROO•, l'HOCl et l' $^1\text{O}_2$ (**Delattre et al., 2005**).

L'acide urique, présent sous forme urate à pH physiologique, possède des propriétés antioxydants in vitro contre les HO• et ROO•, tout comme la bilirubine, les mélanines et la mélatonine (**Delattre et al., 2005**).

➤ **Systemes de défenses exogènes**

D'autres mécanismes de lutte contre les radicaux libres entrent également en jeu. Il s'agit de nombreuses molécules exogènes, notamment apportées par l'alimentation, capables d'éliminer ces composés oxydatifs, ou de stopper les réactions d'oxydations en chaîne, mais avec une spécificité moindre (**Birben et al., 2012**).

Ces antioxydants exogènes sont des réducteurs forts, et une fois oxydés, ils sont beaucoup plus stables que les espèces réactives hautement oxydantes (**Djenidi, 2019**). On peut citer parmi les plus connus la vitamine E (α -tocophérol) et la vitamine C. D'autres composés ont le vent en poupe depuis plusieurs décennies, à savoir les polyphénols, une très large classe de métabolites secondaires principalement du règne végétal (**Birben et al., 2012**).

3.4 Les types des antioxydants

(**Dugan et Porter, 1979**) et (**Bruno, 2007**) précisent que les antioxydants jouent un rôle primordial dans la prévention de l'oxydation des matières grasses et des huiles en donnant de l'hydrogène à la place de radicaux oxygénés libres, ce que peuvent faire les antioxydants naturels ou synthétiques. La vitamine E et l'acide ascorbique sont des exemples d'antioxydants naturels, alors que l'hydroxytoluène butylé, l'hydroxyanisole butylé et l'éthoxyquine sont des antioxydants synthétiques.

3.4.1 Les antioxydants naturels

3.4.1.1 Les vitamines

Les vitamines se définissent généralement par un ensemble de molécules organiques présentes au sein des aliments. Elles jouent un rôle essentiel dans le fonctionnement normal du corps humain (**Shahidi et Naczk, 2003**).

Il y a deux classes principales de vitamines : les vitamines liposolubles représentées par la vitamine A, D, E et K mais également des caroténoïdes dotés d'activités provitaminiques A ; les vitamines hydrosolubles comprennent la vitamine C et le groupe des vitamines B à savoir la thiamine (B₁), la riboflavine (B₂), la niacine (B₃), la vitamine B₆, l'acide pantothénique (B₅), l'acide folique (B₉), et la vitamine B₁₂. Parmi ces molécules, en dehors de leurs bios activités essentielles, certaines sont également de puissants antioxydants. Il s'agit des vitamines E, C et A (**Ball, 2006**).

➤ La vitamine E ou tocophérol

La vitamine E est une vitamine liposoluble présente en grande quantité dans les huiles végétales (e.g., l'huile de palme, d'olive et de tournesol). La vitamine E recouvre un ensemble de huit molécules organiques, 4 tocophérols et 4tocotriénols. C'est un puissant antioxydant, limitant quasi essentiellement la peroxydation lipidique (**Guillouty, 2016**).

➤ La vitamine C ou acide ascorbique

Est une molécule hydrophile que l'on retrouve principalement dans les fruits frais (kiwi, agrumes) et par certains légumes comme les tomates, poivrons, brocolis. C'est une vitamine très fragile qui peut facilement être dégradée lors des modes de cuisson par exemple.

La vitamine C intervient dans de nombreux métabolismes et renforce les défenses naturelles de l'organisme. La carence en vitamine C provoque le scorbut, mais on peut aussi observer une diminution de l'effet antioxydant, une augmentation du risque de développement d'un cancer et de cataracte. L'effet antioxydant de l'acide ascorbique pourrait inhiber les processus d'oxydation et les radicaux libres qui jouent un rôle dans l'initiation et la promotion du processus néoplasique (**Guillouty, 2016**).

➤ **Le β carotène**

Le bêta-carotène est le plus connu sont des précurseurs de la vitamine A. Ils jouent le rôle de pigments colorés jaunes à rouge dans beaucoup de fruits et de légumes. L'effet protecteur du β -carotène contre le cancer est lié à ses capacités immunostimulantes. Cela a été démontré chez le rat par un apport de vitamine A. De plus, la supplémentation protège contre les cancers induits par un rayonnement UV. La vitamine A est donc impliquée dans la prévention de certains cancers (**Guillouty, 2016**). De plus, chez l'Homme et les animaux, la supplémentation en β -carotène permet de réduire la peroxydation lipidique. Chez des sujets ayant présenté un infarctus du myocarde, des niveaux plus faibles de β -carotène ont été rapportés. On peut donc dire que la vitamine A à un effet cardioprotecteur et lutte contre l'athérosclérose (**Tomita et al., 1987**).

3.4.1.2 Les oligoéléments

Les oligo-éléments se définissent comme une classe de nutriments nécessaires, en quantité très faible, à la vie d'un organisme. Les oligo-éléments ne sont pas des antioxydants en tant que tels, mais Ce sont des cofacteurs indispensables pour des réactions métaboliques d'enzymes antioxydants comme le superoxyde dismutase, la glutathion peroxydase et la catalase. Il s'agit principalement du cuivre, du manganèse, du sélénium et du zinc. L'apport par l'alimentation, en quantité raisonnable, est crucial. Un apport excessif en oligo-éléments peut entraîner de sérieux dysfonctionnements.

➤ **Le cuivre**

On retrouve le cuivre surtout dans le foie, les huitres et le chocolat noir. Néanmoins, il joue également un rôle important dans l'initiation des réactions produisant des ROS de par ses propriétés de métal de transition, tout comme le fer. Une concentration importante en cuivre pourra être le révélateur d'un stress oxydant. Le cuivre est un des cofacteurs essentiels de la SOD étant donné sa facilité à passer de l'état réduit à l'état oxydé (**Jomova et al., 2011**).

➤ **Le zinc**

Le zinc est un cofacteur de la SOD. On retrouve le zinc dans les huitres, le foie de veau et la viande de bœuf, les œufs, les produits laitiers et les céréales (**Desmier, 2016**). Le zinc a également comme fonction de protéger le groupement thiol des protéines. De plus, il peut lutter contre la formation des ROS induite par le fer ou le cuivre. Il semblerait que les personnes

atteintes de maladies dégénératives aient un rapport Cuivre/Zinc plus élevé que la moyenne. De plus, une carence en zinc est souvent liée à (i) un stress oxydant plus important et à (ii) l'apparition de pathologies chroniques (**Desmier, 2016**).

➤ **Le sélénium**

Le sélénium est un oligo-élément constituant des sélénoprotéines dont fait partie le principal antioxydant intracellulaire, la glutathion peroxydase. Il est principalement localisé dans le foie, les reins, le sang, le cerveau, le muscle cardiaque et les testicules. On le retrouve notamment dans le porc, le bœuf, le lait, les céréales et certains légumes et fruits secs et le poisson. Il joue également le rôle de détoxification des métaux lourds comme le cadmium.

➤ **Le manganèse**

Le manganèse est retrouvé principalement dans le quinoa, le seigle, le riz complet, le soja, l'avocat, le jaune d'œuf, les haricots verts, les épinards, le thé vert, les huîtres, l'huile d'olive et les noix. Le manganèse est présent en grande quantité dans les mitochondries du muscle squelettique, du foie, du pancréas et du rein. Lorsque l'on observe un déficit ou une diminution de la biodisponibilité du manganèse dans les tissus riches en mitochondries, on observe parallèlement une inactivation de la SOD-Mn, ce qui peut augmenter le stress oxydant.

3.4.1.3 Les polyphénols

Les polyphénols constituent une famille de molécules très largement répandues dans le règne végétal. On les trouve dans divers organes des plantes : racines, tiges, bois, feuilles, fleurs et fruits. Sont des molécules organiques hydrosolubles, principalement synthétisés par la voie du shikimate, uniquement chez les bactéries, champignons et les plantes.

Leur étude a été croissante ces dernières décennies en raison de leurs bienfaits sur la santé, notamment grâce à leur pouvoir antioxydant mais aussi dans la prévention ou le traitement de nombreuses pathologies comme les cancers, les maladies cardiovasculaires ou dégénératives.

3.4.2 Antioxydants de synthèse

Il existe de nombreux antioxydants synthétiques dont les squelettes sont souvent dérivés des antioxydants naturels. Il reste à les considérer comme des corps étrangers au système biologique car l'excès de ces antioxydants synthétiques peut être toxique, responsable de la mutagénicité.

Parmi eux, l'éthoxyquine (EQ), le butyl-hydroxy-toluène (BHT), le butyl-hydroxy-anisole (BHA), le gallate d'octyle (OG) et le gallate de propyle (PG).

4. Les composés phénoliques

4.1 Généralités

Les composés produits par les plantes ont été dispersés dans des métabolites primaires et secondaires, notamment des acides aminés, des glucides, des acides nucléiques et des lipides sont utilisés pour former des structures cellulaires végétales.

Ces métabolites primaires sont présents dans toutes les cellules végétales et sont nécessaires à leur développement et à leur croissance. En revanche, les métabolites secondaires ne sont pas produits directement lors de la photosynthèse, mais sont synthétisés à partir de métabolites primaires. Ils ont une distribution limitée dans les plantes, sont produits dans des organes ou des tissus spécifiques et sont stockés principalement dans des vacuoles. Ils jouent un rôle important dans la survie des plantes, assurent une protection contre les ravageurs, les herbivores et les maladies, mais les métabolites secondaires ne sont pas nécessaires à la croissance et au développement de base des plantes (**Nabors, 2008 ; Raven et al., 2014**). Les métabolites secondaires sont principalement divisés en trois grandes familles : Les alcaloïdes, Les terpènes et Les polyphénols (**Lutge et al., 2002 ; Abderrazak et Joël, 2007**).

Les polyphénols, ou les composés phénoliques sont un type de molécules organiques spécifiques largement présentes dans le règne végétal. Elles sont localisées dans les plantes, depuis les racines jusqu'aux fruits, et font donc partie intégrante de notre alimentation.

Le phénolique est un terme utilisé pour définir des substances qui possèdent au moins un groupement hydroxyle (OH) transposé sur un cycle aromatique. Ce nom provient du composé parent le plus simple : le phénol (**Di Lorenzo et al., 2021**).

4.2 Définition

Les composés phénoliques sont des molécules biologiques actives possédant un ou plusieurs cycles benzéniques et portant une ou plusieurs fonctions hydroxyles. Les polyphénols sont synthétisés par les plantes aussi bien au cours du développement normal que dans les conditions de stress. Ces composés phénoliques sont connus comme des métabolites s'accumulant chez les végétaux en réponse à un stress.

On leur a attribué le nom de phytoalexines, substances se formant après l'attaque de pathogènes ou d'insectes (**Amiot et George, 2017**). En outre, chez la plante ils contribuent dans la

croissance cellulaire, le développement, la reproduction, la différenciation, l'organogenèse, la floraison et lignification. La teneur des végétaux en composés phénoliques est très variable en fonction de nombreux paramètres génétiques, physiologiques, et environnementaux (**Benard, 2009**).

Les composé phénolique sont des métabolites secondaires qui constituent un des groupes le plus répandu et largement distribué dans le monde végétal avec plus de 8000 structures phénoliques. L'élément fondamental de structure qui les caractérise est la présence d'au moins un noyau benzénique au quel est directement lié au moins un groupement hydroxyle, libre ou engagé dans une autre fonction : éther, ester et hétéroside (**Bruneton, 2015 ; Šaponjac et al., 2016**). Les polyphénols sont une classe large de substances organiques cycliques très variées, d'origine secondaire qui dérivent du phénol C_6H_5OH (Figure 10) qui est un monohydroxybenzène (**Walton et Brown, 1999**). Dans la communauté scientifique, le terme polyphénol est un renouvellement de l'ancien « tanin végétal » (**Andlauer, 2014**).

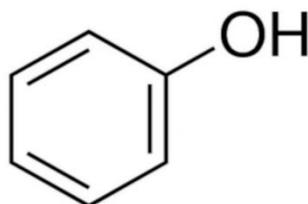


Figure 10 : La structure du noyau phénol (**Wikipédia.org**)

4.3 Localisation

Les composés phénoliques sont situés dans les racines, les feuilles, les fruits et l'écorce. L'arôme et la couleur, ou l'astringence des plantes dépendent de la concentration et des transformations des phénols. Ces composés phénoliques représentent 2 à 3 % de la matière organique des plantes et dans certains cas jusqu'à 10 % et même d'avantage (**Walton et Brown, 1999**). A l'échelle de la cellule, ces composés polyphénoliques sont répartis principalement dans deux compartiments : paroi et les vacuoles. Au niveau des vacuoles, les composés phénoliques sont conjugués avec des glucides ou des acides organiques, ce qui permet d'augmenter leur solubilité et de limiter leur toxicité pour la cellule. Dans les parois, on trouve surtout des flavonoïdes et la lignine liés aux structures pariétales. D'autres organites du cytoplasme, comme les vésicules golgiennes ou des chloroplastes, peuvent participer à la biosynthèse des polyphénols mais ne présentent pas des lieux d'accumulation (**Benard, 2009**).

Au niveau tissulaire, la localisation des polyphénols au niveau tissulaire est liée à leur rôle dans la plante et peut être très caractéristique. Au niveau de la plante entière, certains composés ne sont accumulés que dans des organes bien définis et que les couches externes de plantes contiennent des niveaux plus élevés de composés phénoliques que ceux situés à l'intérieur (Toivonen et Brummell, 2008).

4.4 Biosynthèse

Les composés phénoliques sont biosynthétisés généralement par deux principales voies synthétiques : voie shikimate et de l'acétate-malonate.

4.4.1 Voie shikimate

Les polyphénols sont synthétisés principalement par le sentier métabolique shikimique qui existe chez les plantes, les champignons, les bactéries mais pas chez les animaux. C'est pourquoi l'alimentation apporte des acides aminés essentiels non synthétisés par le corps humain. Ce sentier conduit à la synthèse de trois acides aminés essentiels : tryptophane, phénylalanine et tyrosine. Ces AA sont utilisés comme précurseurs d'un grand nombre de métabolites secondaires. Leur biosynthèse est basée sur l'action de PAL (phénylalanine-ammonia-lyase), c'est l'enzyme clé du sentier shikimique laquelle par désamination, aboutit à la transformation de la phénylalanine en acide cinnamique (le principal précurseur de la majorité des composés phénoliques) (Benhamou, 2009 ; Hoffmann, 2003).

4.4.2 Voie acétate-malonate

La voie de acétate-malonate est plus secondaire, prédomine chez les plantes non verte (Merghem, 2009). Cette voie est utilisée pour la synthèse du noyau aromatique des flavonoïdes (Richter, 1993 ; Merghem, 2009). Les systèmes aromatiques sont aussi formés par condensation répétée d'unités acétate. La dénomination voie acétate-malonate, rappelle que le malonyl-CoA fournit par décarboxylation, les unités en C2 pour allonger le complexe acyl-CoA comme dans la synthèse des acides gras.

4.5 Les sources alimentaires

Les composés phénoliques sont présents partout dans les racines, les fleurs, les tiges, les feuilles de tous les végétaux, tels que les céréales, les légumes, les fruits, les graines oléagineuses et les légumes secs (Maatta Riihinen et al., 2004). Ils sont nombreux aussi dans diverses boissons

(jus de fruits, café, thé) (**Silberberg et al., 2006**). Les polyphénols, surtout présents dans les fruits et les légumes, suscitent un intérêt croissant pour leur rôle potentiel dans la prévention de certaines maladies (**Brat et al., 2006**). Les fruits apportent environ 28% de l'apport totale en polyphénols lequel est estimé à environ 1g par jour soit 10 fois l'apport en vitamine C et 100 fois celui en vitamine E (**Combris et al., 2007**).

La nature et les teneurs en polyphénols dans les divers fruits et légumes sont très variables. Le thé noir contient 3 à 4%, tandis que le thé vert contient 30 à 40% de polyphénols extractible dans l'eau (**Selmi et al., 2006**), les pommes de terre sont des sources importantes d'acides hydroxybenzoïque. Les baies, ainsi que les fraises, peuvent en contenir plusieurs dizaines de mg/kg de fruit frais, principalement sous formes d'acides gallique et p-hydroxybenzoïque. Par ailleurs, les céréales comme le blé et l'avoine contiennent de l'acide vanillique, l'acide p-hydroxybenzoïque et de l'acide salicylique. Certains condiments (herbes et épices) peuvent également contenir des acides hydroxybenzoïque (**Chanforan, 2010**). Les extraits de salade et d'oignon ont une teneur en composé phénoliques supérieure à 50% et 40% respectivement (acide hydroxycinnamique) (**Martini, 2004**).

4.6 Structure et classification

L'élément structural fondamental des composés phénoliques est la présence d'au moins un noyau benzénique auquel est directement lié au moins un groupement hydroxyle ainsi que des groupes fonctionnels (méthyle ester, ester, glycoside...). Les polyphénols sont classés commodément selon le nombre d'atomes de carbone dans le squelette de base (**Dacosta, 2003**). La classification des composés phénoliques dépend d'une façon fondamentale sur la structure, nombre de noyau aromatiques et tous les éléments liant ces noyaux. Les plantes utilisées par l'homme dans le domaine de la médecine ou autre domaine organisent 10000 composés phénoliques. Ces composés polyphénoliques progressent des molécules très simples comme les acides phénoliques jusqu'à les composés hautement polymérisés.

Ces composés sont en général classés en flavonoïdes et non flavonoïdes, le groupe des non flavonoïdes comprend plusieurs composés parmi lesquels on distingue les acides phénoliques, les coumarines, les xanthones, les lignanes et les stilbènes, (**Hoffmann, 2003**). Le groupe des flavonoïdes comprend principalement : flavonols, flavanones, flavones, isoflavonones, anthocyanines, proanthocyanidines et flavanols est se caractérise par une structure de type C6-C3-C6, soit deux cycles aromatiques reliés par trois carbones. Les flavonoïdes sont

responsables de la couleur variée des fleurs et des fruits et représentent une source importante d'antioxydants dans notre alimentation (Pincemail *et al.*, 2007).

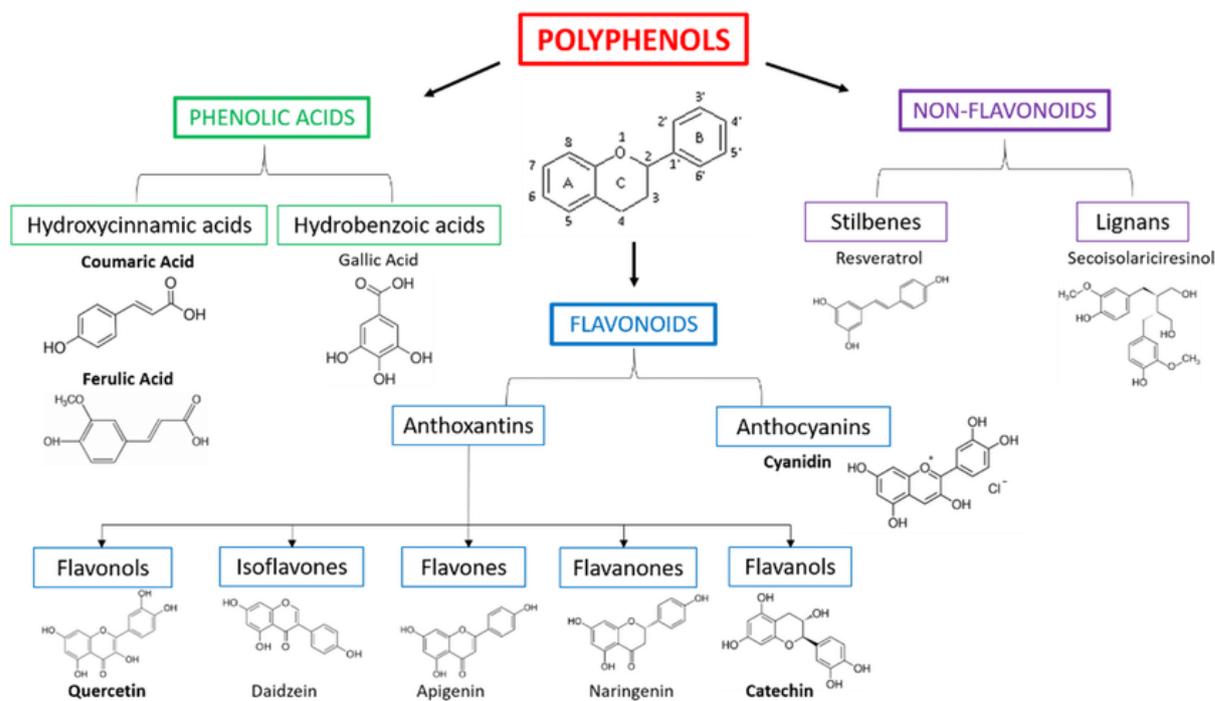


Figure 11 : La classification des composés phénoliques (Denise *et al.*, 2020)

4.6.1 Les acides phénoliques

L'acide phénolique (ou acide-phénol) est un composé organique possédant au moins une fonction carboxylique et un hydroxyle phénolique (Ignat *et al.*, 2011). Ils sont représentés par deux sous-classes, les acides hydroxybenzoïques et les acides hydroxycinnamiques.

➤ Les dérivés de l'acide hydroxybenzoïque

Ils dérivent de l'acide benzoïque et ont une structure de base de type C6-C1 (Ignat *et al.*, 2011). Ces acides hydroxybenzoïques sont très communs, aussi bien sous forme libre que sous forme d'esters ou d'hétérosides (Bruneton, 2015). Les principaux acides hydroxybenzoïques retrouvés dans les végétaux sont l'acide vanillique, protocatéchique, syringique, phydroxybenzoïque et l'acide gallique, (Chanforan, 2010).

R1=R2=R4=H, R3=OH : acide phydroxybenzoïque
R1=R4=H, R2=R3=OH : acide protocaatéchique
R1=R4=H, R2=OCH3, R3=OH : acide vanillique
R1=H, R2=R3= R4=OH : acide gallique
R1=OH, R2=R3= R4=H : acide salicylique

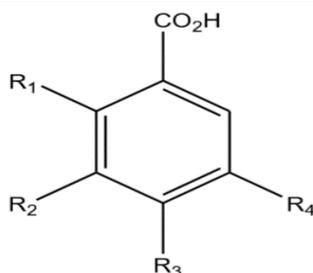


Figure 12 : Formule générale des acides hydroxybenzoïques (Wikipedia.org)

➤ Les dérivés de l'acide hydroxycinnamique

Ils ont une structure de base de type C6-C3 (Ignat *et al.*, 2011). Les fonctions phénols (OH) de ces dérivés peuvent aussi être méthyles (-O-CH₃). Les molécules de base de la hydroxycinnamique : l'acide férulique, caféique, p-coumarique, et l'acide sinapique. Le composé le plus courant est l'acide caféique qui représente à lui seul 75 à 100% des acides hydroxycinnamiques totaux de la plupart des fruits (D'archivio *et al.*, 2007).

R1=R2=H : acide cinnamique (non phénolique)
R1=H, R2=OH : acide p-coumarique
R1=R2=OH : acide caféique
R1=OCH3, R2=OH : acide férulique

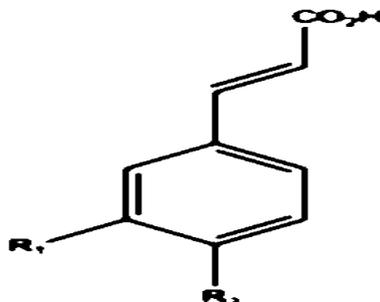


Figure 13 : Formule générale des acides hydroxycinnamique (Wikipedia.org)

4.6.2 Les flavonoïdes

Les flavonoïdes sont les plus abondants composés parmi tous les composés phénoliques. Ce sont des pigments quasiment universels des végétaux. Ils interviennent aussi dans les processus de défense contre le rayonnement UV, les herbivores et les attaques microbiennes (**Bruneton, 2015**). Le terme flavonoïde regroupe une très large gamme de composés naturels polyphénoliques. On dénombre près de 6500 flavonoïdes répartis en 12 classes et leur nombre ne cesse d'accroître. Les flavonoïdes sont des composés qui ont en commun la structure en C6-C3-C6 du diphenylpropane, les trois carbones servant de jonction entre les deux noyaux benzéniques notés A et B forment généralement un hétérocycle oxygéné (**Stöckigt et al., 2002 ; De Rijke et al., 2006**).

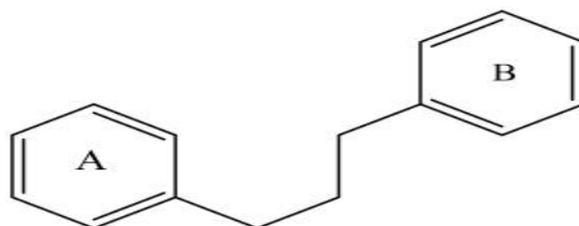


Figure 14 : Structure de base des flavonoïdes (**Kumar et Pandey, 2013**)

Il y a des nombreuses études montrent l'importance des flavonoïdes rencontrés dans les plantes médicinales. Ils participent dans diverses activités : activité antioxydants, activité anticancéreuse, activités antimicrobienne, et activité cardiovasculaire...etc.

Parmi les différents sous-groupes des flavonoïdes, les plus répandus sont réduits en six classes : les flavonols, les flavanones, les flavones, les isoflavonones, anthocyanines et les flavanols.

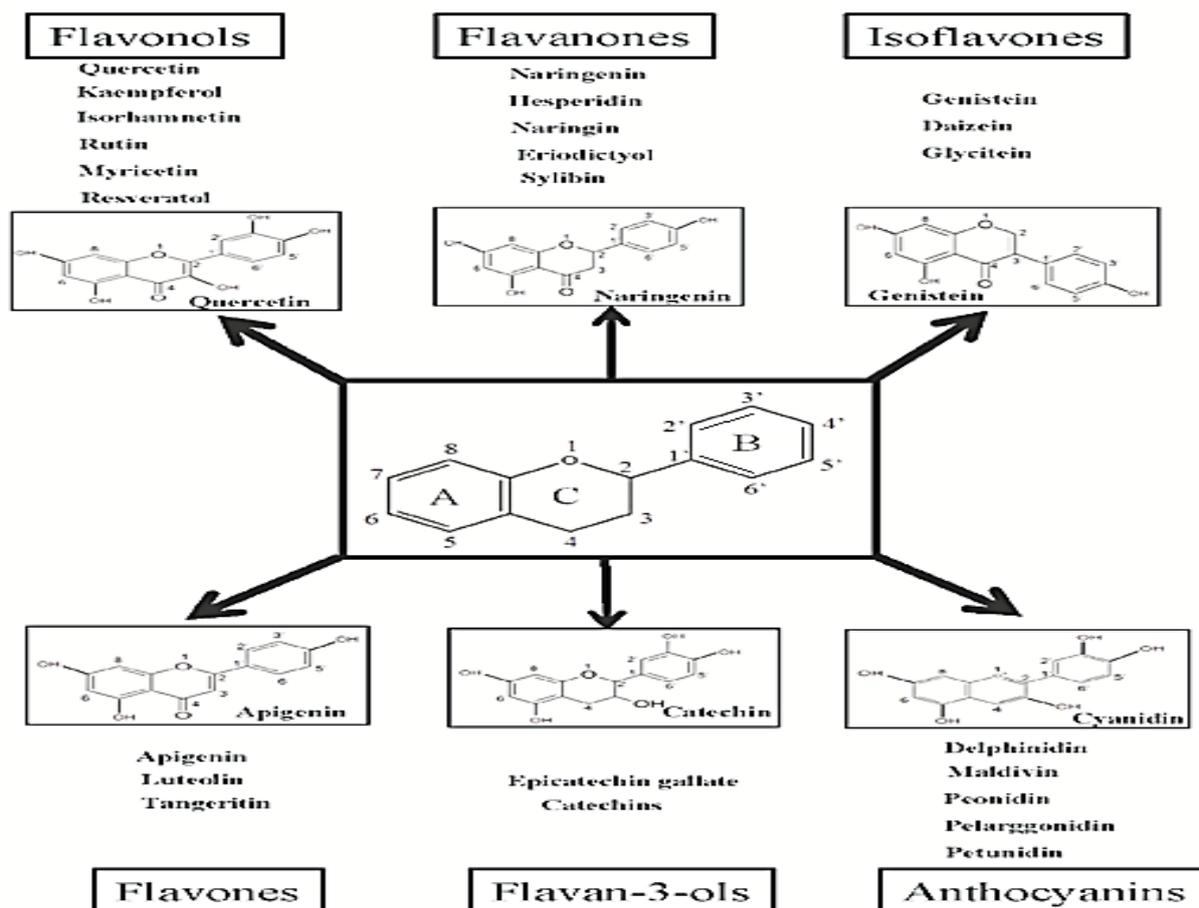


Figure 15 : Les différentes classes des flavonoïdes (Kawser et al., 2016)

4.6.3 Les tanins

Les tanins sont des composés poly phénoliques, hydrosolubles, de structures variées et ayant en commun la propriété de tanner la peau, c'est-à-dire de rendre imputrescible. Ces tanins ont en effet la propriété de se combiner aux protéines, ce qui explique leur pouvoir tannant. Elles sont fortement hydroxylés et peuvent former des complexes insolubles lorsqu'ils sont associés aux glucides, aux protéines, aux enzymes digestives, réduisant ainsi la digestibilité des aliments (Gazengel et al., 2013). Les tanins sont largement répandus dans les organismes végétaux et plus particulièrement dans les fruits, diverses boissons et les graine de céréales. Dans l'alimentation humain, le thé et le vin sont les principale source de tannins (Jarrige et al., 1995).

4.7 Rôle des composés phénoliques

Le rôle des polyphénols est largement montré dans la protection contre certaines maladies en raison de leur interaction possible avec de nombreuses enzymes et de leurs propriétés antioxydants (**Fleuriet et al., 2005**). Spécifiquement, on attribue aux flavonoïdes des propriétés variées : anti-radicalaire, anti-tumorale, anti-inflammatoire, antiallergique, analgésique, antispasmodique, antibactérienne, hépato-protectrice, estrogénique et/ou anti-estrogénique. Ils sont également connus pour moduler l'activité de plusieurs enzymes ou de récepteurs cellulaires. Les flavonoïdes favorisent la relaxation vasculaire et empêchent l'agglutinement des plaquettes sanguines. Aussi ils limitent l'oxydation des lipides sanguins et contribuent à la lutte contre les plaques d'athérome. Ils sont aussi anxiolytiques et protègent nos artères contre l'athérosclérose et réduit la thrombose (caillots dans les artères) (**François, 2010**).

4.8 Activité antioxydants des polyphénols

Les composés phénoliques sont caractérisés par leurs propriétés antioxydants efficaces et leurs effets bénéfiques. Ces antioxydants naturels ont la capacité d'améliorer la qualité et la stabilité des aliments et peuvent également agir comme nutraceutiques de mettre fin à des réactions en chaîne des radicaux libres dans les systèmes biologiques. ainsi donc ils peuvent offrir des avantages supplémentaires pour la santé humaine et aider à réduire le risque de nombreuses pathologies (**Zhao et al., 2014**). L'effet protecteur global des polyphénols est principalement dû à leur large gamme d'actions biologiques, tels que les capacités de piégeage des radicaux libres, modulation des enzymes et de chélation des métaux (**Rodrigo et al., 2011**).

Leur forte capacité antioxydant contribue à la prévention de pathologies telles que les maladies cardiovasculaires et les cancers. En effet, les composés phénoliques sont surtout des protecteurs vasculaires améliorant la résistance et la perméabilité des vaisseaux aussi bien artériels que veineux. Ils protègent les LDL (Low Density Lipoprotein) vis-à-vis de l'oxydation (**Leake, 1999 ; Cook, 1998**).

4.9 Autres activités :

Les composés phénoliques possèdent des propriétés anti-agrégantes plaquettaires, antibactériennes, anti-allergènes, anti-inflammatoire, anti-tumorales et anti thrombotiques. Ils ont également la capacité de moduler les processus hémostatiques, vasomoteurs, apoptotiques, prolifératifs et migratoires et finalement le remodelage vasculaire de l'angiogenèse (**Martin et Andriantsitohaina, 2002**).

Tableau 03 : Activités biologiques des composés polyphénoliques (**Bahorun, 1997**)

Les polyphénols	Activités
Acides Phénols (Cinnamiques et benzoïque)	Antibactériennes Antifongiques Antioxydants
Coumarines	Protectrices vasculaires Anti-œdémateuses
Flavonoïdes	Anti-tumorales Anti-carcinogènes Anti-inflammatoires Hypotenseurs et diurétiques Antioxydants
Pro anthocyanidines	Effets stabilisants sur le collagène Antioxydants Anti-tumorales Antifongiques Anti-inflammatoires
Tannins galliques et café chiques	Antioxydants

Chapitre II :

Recensement des aliments riches en antioxydants naturels



1. Source des différents antioxydants alimentaires

Deux méta-analyses épidémiologiques récentes sont confirmés une relation inverse entre la consommation de légumes (moindre mesure des fruits) et un risque réduits de cancers du sein et du estomac. Cependant, d'autres méta-analyses ont réfuté cet effet bénéfique des fruits et légumes sur l'incidence du cancer.

Même si les mécanismes exacts de l'effet protecteurs des fruits et légumes sont loin d'être élucidé, il n'en demeure pas moins qu'une hypothèse intéressante est liée à la forte présence d'antioxydants dans ces aliments (**Pincemil et al., 2007**).

L'oxygène O₂, nécessaire à notre vie, est capable de produire naturellement des radicaux libres par l'organisme. Ils entrent dans les processus de production d'énergie, dans les mécanismes immunitaires en permettant de lutter contre l'invasion par des bactéries ou des virus. Mais sous certaines conditions, ils peuvent être produits en excès et se mettent à dégrader les parois des cellules, les protéines ou l'ADN. Pour débarrasser de ces dégâts il y a les antioxydants c'est une molécule qui va empêcher l'oxydation d'une molécule chimique, et donc la production des RL. Les plantes et les animaux produisent de tels composés pour se protéger (**Alain Sousa, 2014**).

La défense antioxydants est composé antioxydants endogènes, qui sont synthétisée par le corps, et antioxydants exogènes obtenue à partir de l'alimentation sous formes de fruits et légumes riches en vitamine, oligo-élément, caroténoïdes et les polyphénols ce qui en renforce tout leur intérêt en matière de prévention des diverses pathologies (**Pincemil et al., 2007**).

1.1 Le régime enrichi en fruits et légumes

Peu information réellement pratiques existent à ce sujet. Dans les études de Zino et al. (**Zino et al., 1997**)

- Une tasse de légumes crus
- Une demi-tasse de légumes cuits
- Trois quarts de tasse de jus de légumes
- Un fruit entier de taille moyenne (ex : Pomme)
- Une demi-tasse de fruits cuits ou trois quarts de tasse de jus de fruits

1.2 Sources des antioxydants alimentaires

Nous pouvons citer : Les huiles végétales et le germe de blé, les noix, les graines et quelques légumes à feuilles vertes (les épinards et le cardon) qui sont les principales sources fournissent la vitamine E. En revanche, la vitamine C se trouve principalement aux fraises, le pamplemousse, le cantaloup, le melon miel, la mangue, le kiwi, l'orange, la papaye, mandarine, la pastèque, les asperges, brocoli, les choux de Bruxelles, Chou-fleur, les feuilles de moutarde, les piments, les bananes, les tomates et les pommes de terre. Puis les flavonoïdes sont des antioxydants représentés une large gamme de composés naturels appartenant à la famille des polyphénols. Les flavonoïdes se trouvent principalement dans les petits fruits, en particulier les baies de fruits rouges, les myrtilles, les légumes, les raisins, les noix, les herbes, les épices, dans le vin rouge, cacao et le thé.

Les fruits et les légumes qui sont jaunes, orange ou rouge comme les patates douces, les carottes, les abricots, l'orange, les mangues et aussi le persil et épinard ce sont les différentes sources de bêta-carotène, c'est un type de caroténoïdes. D'autres caroténoïdes comme la cryptoxanthine, la zéaxanthine, la lutéine et le lycopène, et se trouvent dans les agrumes, les épinards et les tomates respectivement (**Tiffany Claudia Eversley, 2012 ; Hoffmann, 2003**).

1.3 Source et consommation journalière des polyphénols

Les apports journaliers de polyphénols ne sont pas exactement connus. La principale raison est l'absence de table complète et précise de composition des aliments (**Blaiche, 2001**).

Actuellement, peu d'information sont disponibles sur la consommation quotidienne de polyphénols végétaux dans l'alimentation. Une étude réalisée aux États-Unis a évalué une consommation quotidienne 1 g/J de flavonoïdes. Les plus grandes quantités de flavonoïdes ingérées proviennent des boissons et des fruits. Une autre étude réalisée aux Pays-Bas, a estimé la consommation moyenne quotidienne de flavonoïdes de 23 mg/J (**Martin et Andriantsitohaina, 2002**).

(**Brat et al., 2006**) fait le point sur la teneur en polyphénols totaux des fruits et légumes frais sur le marché française. Cette étude confirme que les fruits fournissent en moyenne 117 mg/J de polyphénols par jours pour les femmes et 88 mg/J pour les hommes, et les légumes 21 mg/J de polyphénols par jour pour les femmes et 15 mg/J pour les hommes. Le thé, le café, les fruits, les légumes et jus de fruits et les céréales étant les principaux contributeurs de l'apport en polyphénols. Après cette étude, ils sont obtenu un résultat montrer que les premiers

contributeurs pour les fruits est la pomme suivie de la fraise et du raisin, et pour les légumes la pomme de terre, les salades et des oignons. Ces résultats suggèrent que les fruits et légumes apportent 28 % de la consommation journalière en polyphénols.

1.4 L'activité antioxydants des polyphénols

Plusieurs molécules dérivant des plantes ont été rapportées d'avoir un effet antioxydants. Parmi les celles-ci, les composé phénolique en général et les flavonoïdes en particulier constituent les antioxydants naturels les plus puissantes en raison de leur diverses propriétés physiologiques (**Han et al., 2007 ; Middleton et al., 2000 ; Ksouri et al., 2007**).

Les composés phénoliques sont largement connus pour leur pouvoir antioxydant. Celui-ci réside dans l'élément structural fondamental qui les caractérise, soit la présence d'au moins un noyau benzénique auquel est directement lié au moins un groupement hydroxyle libres ou engagé dans une autre fonction : ester, éther, hétéroside (**Sahli, 2017**). Les propriétés antioxydants des polyphénols est de loin la plus étudiée vue leur structure phénoliques permettant le transfert d'atome d'hydrogène ou d'électrons à une molécule radicalaire. Cette propriété est considérée à l'origine des effets thérapeutiques de ces composés étant donné le rôle primordial du SO dans l'étiologie de nombreuses maladies (**Han et al., 2007**).

L'effet protecteur global des polyphénols est principalement dû à leur large gamme d'actions biologiques, ils peuvent agir de différentes façons dans les processus de régulation de stress oxydant : par capture directe des espèces réactives de l'oxygène, par inhibition de certaines enzymes responsables de la production des ROS comme la cyclooxygénase et la lipooxygénase et aussi par chélation des ions métallique de transition (surtout les cations de fer et de cuivre) (**Bartosikova et al., 2003**). Grâce à ces activités, les composés phénoliques ont plusieurs rôles vitaux chez les plantes. Par exemple les acides phénoliques sont inclus dans plusieurs processus nécessaires pour la vie des plantes tels que la biosynthèse. De même, ces composés phénoliques interviennent dans la structure des parois puisqu'ils sont des polymères de lignines.

Parmi les fonctions principales des composés phénoliques, la pigmentation des plantes qui présentent une vaste gamme de couleurs qui varient de jaune (chalcone, aurone et flavone), à l'orangé (caroténoïdes), au rouge, au bleu et au vert, ces couleurs ont un grand rôle chez la plante puisqu'elle permet d'attirer les insectes qui apportent le pollen déclenchant ainsi la fécondation et la reproduction chez les plantes. En outre certains composés phénoliques protègent les plantes contre les attaques des agents pathogènes tels que les insectes, les

champignons et les bactéries. Les flavonoïdes permettent la protection des plantes contre les radiations ultraviolettes ainsi que les agents pathogènes et les herbivores (**Rejeb, 2008**).

Le rôle des composés phénoliques chez l'humain est largement montré dans la protection contre certaines maladies en raison de leur interaction possible avec de nombreuses enzymes et de leurs propriétés antioxydants (**Fleuriet et al., 2005**). Spécifiquement, on attribue aux flavonoïdes des propriétés variées : anti-radicalaire, anti-tumorale, anti-inflammatoire, analgésique, antispasmodique, antibactérienne, antiallergique, hépato protectrice, estrogénique et/ou anti-estrogénique. Ils sont également connus pour moduler l'activité de plusieurs enzymes ou de récepteurs cellulaires. Les flavonoïdes favorisent la relaxation vasculaire et empêchent l'agglutinement des plaquettes sanguines. Ils limitent l'oxydation des lipides sanguins et contribuent à la lutte contre les plaques d'athérome. Ils sont aussi anxiolytiques et protègent nos artères contre l'athérosclérose et réduit la thrombose (caillots dans les artères) (**François, 2010**).

Les tannins sont largement répandus dans les organismes végétaux et plus particulièrement dans les fruits, les graines de céréales et diverses boissons. Dans l'alimentation humaine, les sources les plus importantes de tannins sont le vin et le thé (**Santos-Buelga et Scalbert, 2000**).

Dans le (Tableau 04) il y a les différentes sources de chaque classe des flavonoïdes :

Tableau 04 : Exemples de teneurs en flavonoïdes (mg/kg ou mg/l) de divers aliments ou Boissons (**King et Young, 1999**).

Classes et sous classes des flavonoïdes	Aliments ou Boissons	Concentration (mg/kg ou mg/l)
Flavonol : quercitrine, kaempferol, myricitrine	Olive	270-830
	Oignon	374
	Chou	321
	Laitue	308
	Airelle	249
	Tomate-cerise	17-203
	Brocoli	102
	Pomme	21-72

	Haricots verre ou jaunes	49
	Navet	48
	Endive	46
	Thé (feuille verts)	30-45 poids sec g/kg
	Jus de pomme	6-52
	Thé noire (boisson)	22
Flavone : apéginine, lutéoline	Céleri	130
	Olive	6-29
Flavanols : catéchine, épicatechine	Poire	70-420
	Vin rouge	274
	Vin blanc	35
	Thé (feuille verts)	128-226 poids sec
	Pomme	23-30
Isoflavons : génistéine, daidzein	Graine de soja mures et sèches	888-2470
	Noix de soja	1437-2363
	Farine de soja	1036-1778
	Tofu	280-499
	Miso	256-470
	Jus de soja	105-251
	Sauce de soja	13-23

1.4.1 Méthodes d'évaluation de l'activité antioxydant

Les antioxydants ont une grande diversité moléculaire et combattent les processus d'oxydation de différentes manières. Par conséquent, afin de mesurer l'activité antioxydant d'une molécule, plusieurs testes peuvent être combinés. Le test de radicaux libres DPPH et le test de radicaux libres obtenu à partir d'ABTS et le test de CUPRAC sont les plus largement utilisés. On peut

également trouver d'autres méthodes pour évaluer la capacité antioxydant telles que la méthode ORAC, TRAP, et FRAP (Guillouty, 2016).

➤ **Méthode du DPPH**

Le 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl (DPPH), est un radical libre stable réagit directement et rapidement avec les composés antioxydants, violet en solution, il présente une absorbance caractéristique dans un intervalle compris entre 512 et 517 nm, cette couleur disparaît rapidement lorsque le DPPH est réduit en 2,2-diphényl-1-picrylhydrazine par un composé à propriété antiradicalaire, entraînant ainsi une décoloration, changer la couleur de la solution du violet au jaune. L'intensité de la couleur est proportionnelle à la capacité des antioxydants présents dans le milieu à donner des protons (Athamena et al., 2010 ; Fadili et al., 2017).

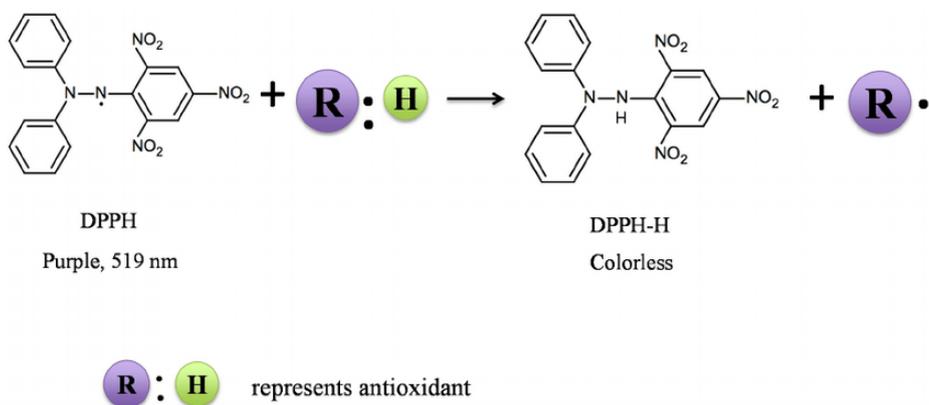


Figure 16 : Mécanisme de réaction du 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl (DPPH) avec un antioxydant. R : H = piègeur de radicaux antioxydants ; R : radical antioxydant. (Ningjian et David, 2014)

➤ **Test de la capacité antioxydant par la réduction de cuivre (CUPRAC)**

La méthode CUPRAC (Cupric ion Reducing Antioxidant Capacity) est basée sur le suivi de la diminution de l'absorbance accrue du complexe Néocuproïne (Nc), Cuivre (Cu^{+2}) ($\text{Nc}_2\text{-Cu}^{+2}$). En effet, en présence d'un agent antioxydant, le complexe cuivre-néocuproïne est réduit et cette réaction est quantifiée spectrophotométriquement à une longueur d'onde 450 nm (Apak et al., 2004). Le principe de ce test se base sur la conversion des hydroxyles phénoliques en quinones à travers la réduction du complexe $\text{Cu}^{+2}\text{-Nc}$, produisant ainsi un complexe chromogène de $\text{Cu}^{+2}\text{-Nc}$ qui absorbe à 450 nm (Iwai et al., 2008).

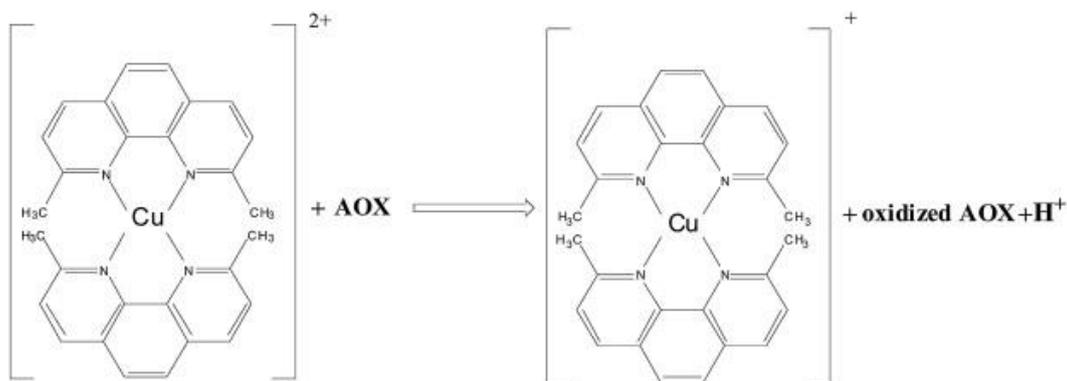


Figure 17 : La réaction CUPRAC du complexe Cu^{2+} -néocuproïne avec des antioxydants, produisant le chélate Cu^+ -néocuproïne de couleur jaune-orange ($\lambda_{\text{max}} = 450 \text{ nm}$).

(Apak *et al.*, 2004)

➤ **Test ABTS (acide 2,2'-azino-bis (3-éthylbenzothiazoline-6sulphonique))**

La formation du cation radical ABTS (acide 2,2'-azino-bis (3-éthylbenzothiazoline-6-sulphonique)) est à la base d'une méthode spectrophotométrique qui a été utilisée pour mesurer la substance active antioxydant totale. L'ajout d'antioxydants aux radicaux libres préformés réduira les radicaux libres ABTS dans une certaine mesure, et au fil du temps dépend de l'activité de l'antioxydant, de la concentration de l'antioxydant et de la durée de la réaction (Jarbi, 2018).

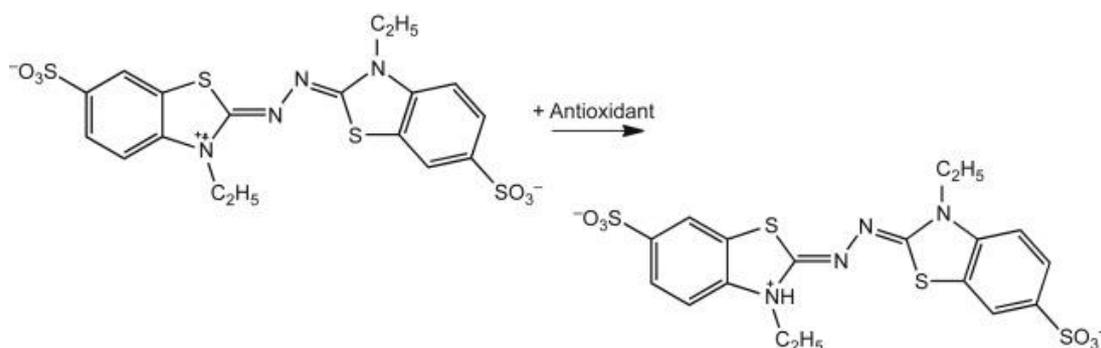


Figure 18 : Formation d'un radical à partir d'une réaction chimique ABTS avec un composé antioxydant (Patricia Hernández-Rodríguez *et al.*, 2019)

1.5 Caroténoïdes

Les caroténoïdes regroupent selon deux grandes classes les carotènes et les xanthophylles. Plus de 700 caroténoïdes ont été isolés et identifiés jusqu'à présent dans la nature.

- Les carotènes ou les caroténoïdes hydrocarbonés composés uniquement d'atomes de carbone et d'hydrogène (α -carotène, β -carotène, phytoène, lycopène, etc.)
- Les xanthophylles ou les caroténoïdes oxygénés, qui contiennent en plus de la chaîne carbonée des fonctions époxy, carbonyle, hydroxyle, méthoxy ou acide carboxylique (violaxanthine, canthaxanthine, zéaxanthine, spirilloxanthine, torularhodine)

Ils sont généralement responsables des couleurs rouge, jaune et orange des fruits, légumes et fleurs mais aussi des animaux les consommant. Les caroténoïdes sont biosynthétisés par les plantes supérieures, les bactéries, dont les cyanobactéries, les algues, les champignons filamenteux et les levures. La présence des caroténoïdes dans les tissus des plantes vertes photosynthétiques peut être un indicateur sur le stade de maturité, la pertinence, la photoprotection et la sénescence (Zaghdoudi, 2015).

Les caroténoïdes possèdent des propriétés spécifiques et remarquables. Ils sont source de vitamine A. parmi les quelques 700 caroténoïdes actuellement identifiés, environ 50 servent de précurseurs de la vitamine A, précisément l' α -carotène, la β -cryptoxanthine et le β -carotène (Zaghdoudi, 2015).

Les fruits et les légumes, et leurs produits de transformation, représentent la première source de caroténoïdes. On peut les classer en :

- Fruits et végétaux jaunes/oranges riche en β -carotène et α -carotène,
- Fruits orange riche en β -cryptoxanthine,
- Légumes verts feuillus et jaune d'œuf riche en lutéine et zéaxanthine,
- Les tomates et leurs produits de transformation riches en lycopène,

Tableau 05 : Sources principales de quelques caroténoïdes ayant une importance nutritionnelle (Chanforan, 2010)

Caroténoïde	Sources alimentaires	Teneur
β -Carotène	Abricot, brocoli, chou, mangue, huile de palme, épinard, patate douce	++++
	Chou de Bruxelles, mangue, pêche, poivron	

	Goyave, laitue, orange, papaye, petits pois, courge, tomate	+++
	Beurre, pamplemousse, mandarine	++
		+
β -Cryptoxanthine	Kaki, cerise de cayenne	+++
	Papaye, poivron, courge, mandarine	++
Lutéine	Brocoli, légumes-feuilles, poivron	++++
	Jaune d'œuf, courge	++
Lycopène	Tomate, pastèque	++++
	Carotte, goyave	+++
	Pamplemousse rose, papaye	++
	Abricot, kaki	+
Zéaxanthine	Poivron	++++
	Kaki, courge, maïs	++

Teneur : ++++ : teneur très élevée (>2 mg/100g de matière fraîche) ; +++ : teneur élevée (0.5 à 2 mg/100g) ; ++ : teneur modérée (0.1 à 0.5 mg/100g) ; + : faible teneur (0 à 0.1 mg/100g)

1.6 Glucosinolates

Les glucosinolates sont des composés chimiques essentiels à de nombreuses plantes pour se défendre en cas d'agressions extérieures. Majoritairement présents chez les crucifères, ces composés ont notamment été découverts au début du XIX^{ème} siècle lors d'études scientifiques essayant de comprendre l'origine chimique de la saveur piquante de la moutarde. Depuis, au moins 120 glucosinolates différents ont été isolés et identifiés dans l'ordre botanique des Brassicales (*Brassicaceae*) qui contient plus de 3000 espèces et auquel appartient notamment les légumes de la famille de crucifères (*Cruciferaeae*), tels que les choux, le radis, le cresson, le rutabaga, le raifort, la moutarde, les brocolis (**Cerniauskaite, 2010**).

Glucosinolates sont composé de un β -D-thiogluucose moitié, un sulfoné aldoxime et chaîne latérale variable. Il y a trois classes de glucosinolates en fonction des acides aminés acide structure de précurseur : 1. Aliphatiques synthétisé à partir de méthionine, valine, leucine ou

isoleucine, 2. Aromatiques synthétisé à partir de phénylalanine ou tyrosine, 3. Indoles synthétisé de tryptophane (Senay ugur, 2018).

Tableau 06 : Quelques exemples de teneurs en glucosinolates (en mmole / kg)
(Mithen, 2000)

Produit	Glucosinolates Aliphatiques	Glucosinolates Aromatiques	Glucosinolates Indoliques
Raifort	0.2	9.6	0.7
Radis	0.4	4.9	1.0
Rutabaga	3.0	3.4	2.3
Choux Chinois	0	0.5	2.9
Choux Blanc	11.5		3.9
Choux Rouge	6.2		10.4
Choux de Bruxelles			
Brocoli	13.5		3.2
Choux Fleur	0.7		1.1

Les glucosinolates sont responsables de la saveur amère ou piquante de nombreux aliments comme la moutarde ou le radis. Les glucosinolates sont présents dans tous les organes de la plante (racines, tiges, feuilles, inflorescences et graines), ils sont cependant en quantité plus faible dans les organes végétatifs. Leur nombre est également très variable selon l'espèce considérée : la moutarde blanche (*Sinapis alba*) ne contient que deux glucosinolates alors que le raifort (*Armoracia rusticana*) en compte plus de trente (Equipe rédactionnelle de Nutrixeal Info, 2021).

1.7 Phytostérols

Les phytostérols sont des composés naturels présents dans les plantes, ils ont une structure quasiment identique à celle du cholestérol (Zubiria, 2018).

Les phytostérols ou stérols végétaux retrouvés dans les huiles végétales, les graines, les noix, les produits céréaliers, légumineuse et certains fruits et légumes. Ces composés se sont avérés favorables pour la santé, notamment au niveau cardiovasculaire, par leur capacité à abaisser le cholestérol sanguin en diminuant son absorption intestinale par compétition. L'effet bénéfique se ferait sentir avec un apport d'au moins 2 g/j. Certains jus de fruit et jus de légume enrichis

qui sont présentement disponibles sur le marché en renferment 1g pour 250 ml de jus. Toutefois, comme ce ne sont pas des aliments qui renferment des matières grasses (à l'inverse du yogourt ou des margarines), les jus ne semblent pas avoir un effet comparable aux autres aliments enrichis (Zubiria, 2018 ; Extenso, 2016 ; Extenso, 2019).

Tableau 07 : Les principales sources alimentaires de Phytostérols (Extenso, 2016)

Sources alimentaire	Portion	Phytostérols (mg)
Graines de sésame, déshydratées	60 ml (1/4 tasse)	264
Huile de maïs	15 ml (1 c à table)	136
Huile de sésame	15 ml (1 c à table)	121
Huile de germe de blé	15 ml (1 c à table)	77
Pistaches, rôties à sec	60 ml (1/4 tasse)	77
Huile de carthame	15 ml (1 c à table)	62
Graines de tournesol ou noix de pin, déshydratées	60 ml (1/4 tasse)	59

2. Les antioxydants dans l'industrie agroalimentaire

L'air altère surtout les aliments comme les corps gras et les composés insaturés (huiles, graisses). Pour ces corps gras, les acides gras insaturés s'oxydent, les esters s'hydrolysent et forment des aldéhydes et des cétones volatiles aboutissant au rancissement.

Un antioxydant (anti-oxygène) est un additif alimentaire utilisé par l'industrie agroalimentaire pour prévenir les phénomènes d'oxydation qui peuvent altérer un aliment (noircissement, une détérioration organoleptique, une modification de la valeur nutritive, formation de composés toxiques), aussi pour prolonger la durée de vie des aliments. Toutefois leur utilisation est règlementée. La liste d'additifs susceptibles d'être utilisés est précise. Le plus courant est l'acide ascorbique, ou vitamine C, utilisé dans les bières, les sirops, les limonades et les salaisons. En cuisine, l'acide ascorbique est employé, à la place du jus de citron, pour éviter le brunissement des végétaux que l'on découpe (avocat, banane, céleri, poire, pomme, etc.), plus de l'acide ascorbique il y a d'autre composée utilisée dans le domaine agroalimentaire ; de plus l'utilisation de ces antioxydants semble destinée à disparaître en raison d'un risque cancérigène élevé (Desmier, 2016 ; Stéphane, 2018).

2.1 La vitamine C et ses dérivés

La vitamine C est une vitamine hydrosoluble présente dans tous les végétaux mais à des quantités variables. L'acide ascorbique a fort pouvoir réducteur mais la vitamine le plus fragile sensible à l'eau, très sensible à la chaleur et à la lumière. Par exemple à température ambiante, la moitié de la teneur en vitamine C d'un aliment peut être perdue en 24 heures (Chanforan, 2010).

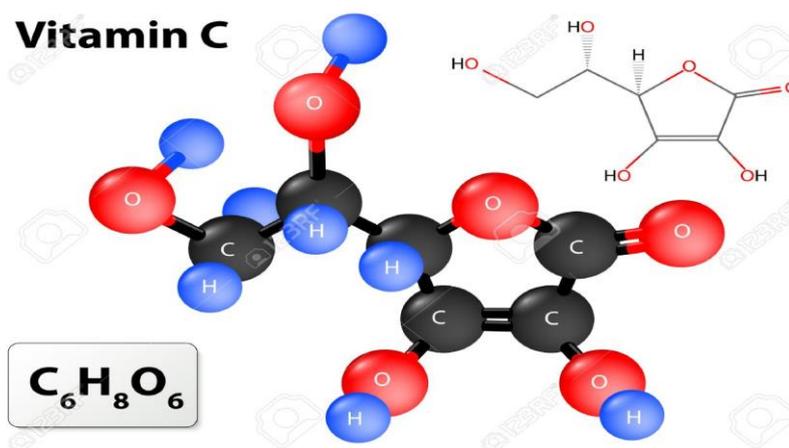


Figure 19 : Structure chimique de la vitamine C ou l'acide ascorbique (fr.123rf.com)

L'acide ascorbique essentiel au bon fonctionnement de notre organisme, doit alors être apporté par notre alimentation. Les meilleures sources de vitamine C sont les agrumes, les légumes à feuilles vertes, les choux, les tomates, et les fraises (Chanforan, 2010).

Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments (AFSSA) recommande une consommation de 110 mg d'acide ascorbique par jour chez l'adulte. Le plasma humain contient 8 à 16 mg/L d'acide ascorbique et si la concentration est inférieure à 2 mg/L, un organisme est considéré en carence. Une carence en vitamine C provoque le scorbut alors qu'une consommation excessive peut entraîner des irritations gastriques accompagnées de diarrhées et une acidification de l'urine entraînant des calculs rénaux (Chanforan, 2010).

Acide ascorbique est surtout utilisée en agroalimentaire pour les produits à conservation longue et non réfrigérée afin d'éviter la prolifération de bactéries à l'origine de la dégradation du produit. Elle est également utilisée pour son pouvoir réducteur dans le vin et la bière ainsi qu'à titre préventif d'oxydation pour certains fruits (ex. mirabelle) (Desmier, 2016).

L'ascorbate de sodium c'est un des dérivés de l'acide ascorbique. Il s'agit d'un produit synthétique qui est utilisé avant tout comme antioxydant mais également en tant que fixateur

de couleur et supplément vitaminique. Ce trouve dans certains aliment pour bébé ainsi que dans les poissons surgelés. Il y a d'autre dérivé de acide ascorbique c'est l'ascorbate de calcium est un sel de calcium dont la principale utilisation est l'application sur les pomme avant leur commercialisation pour empêche leur brunissement (oxydation). Aussi, l'ascorbate de potassium est utilisé pour prévenir l'oxydation des beurres, sirops et conserves.

Le palmitate d'ascorbyle est un ester d'acide ascorbique et d'acide palmitique permettant à la vitamine C d'être liposoluble. On trouve dans les laits déshydratés, les matières grasses ainsi que dans les aliments diététiques pour nourrissons et/ ou enfants en bas âge (Desmier, 2016).

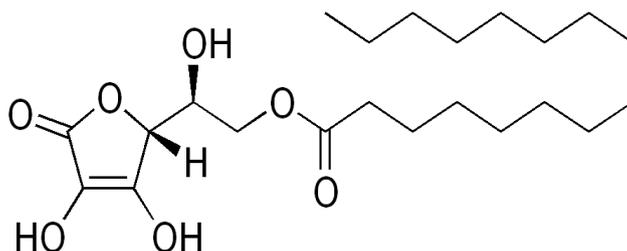


Figure 20 : la structure chimique de palmitate d'ascorbyle (Wikipedia.org)

Aussi il y a le stéarate d'ascorbyle est un ester formé d'acide ascorbique et d'acide stéarique. Elle est utilisée dans la conservation des margarines, mais son utilisation est interdite en France et autorisée aux Etats-Unis (Desmier, 2016).

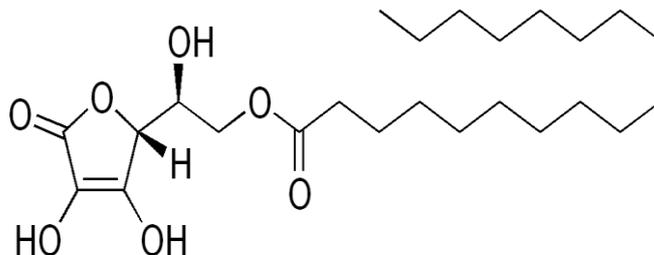


Figure 21 : la structure chimique de stéarate d'ascorbyle (Wikipedia.org)

2.2 L'acide gallique et ses dérivés

L'acide gallique qui un acide 3,4,5-trihydroxybenzoïque est un membre de la classe des acides hydroxy benzoïque, est retrouvé notamment à l'état naturel dans les châtaignes, le clou de girofle, les noix de galle et l'écorce de chêne, les feuilles de thé, le thé vert, l'épluchure de pomme, le raisin et le vin. En fonction de sa concentration dans l'organisme, il peut être soit

pro-oxydant (à faible concentration) soit antioxydant (à plus forte concentration). Il est également le précurseur de certains tanins.

L'acide gallique a fortement inhibé la migration des cellules cancéreuses et les métastases via la suppression de l'expression des métallo protéases et aussi induit une apoptose des lignées cancéreuses humaines par une régulation de la voie mitochondriale (**Chong-Hyeon Yoon et al., 2012 ; Yen G-C et al., 2002**).

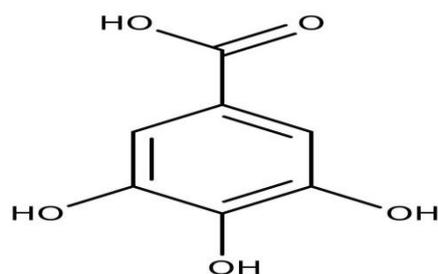


Figure 22 : La structure chimique de l'acide gallique (**Wikipedia.org**)

Acide gallique est un acide phénolique non utilisé dans son état basal. Cependant, ses sels et esters sont plus courants. Le gallate de propyle ou 3,4,5-trihydroxybenzoate de propyle est un ester carboxylique formé à partir d'acide gallique et du propanol. Il est métabolisé au niveau de l'intestin, redonnant l'acide gallique et le propanol. Son utilisation est autorisée mais à des concentrations précises, on le retrouve dans le lait en poudre pour distributeurs, les chewing-gums et les pommes de terre déshydratées. Il est noté que le gallate d'octyle 3,4,5-trihydroxybenzoate d'octyle est également utilisé dans les mêmes aliments c'est un antioxydant de synthèse utilisé dans les produits cosmétiques et pharmaceutiques est un ester de l'acide gallique et de l'octanol.

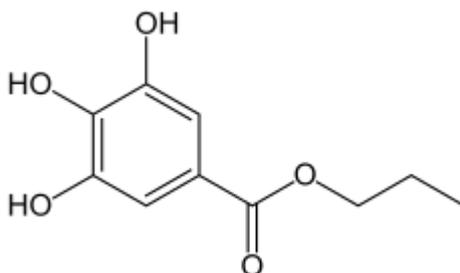


Figure 23 : Structure du gallate de propyle (**Wikipedia.org**)

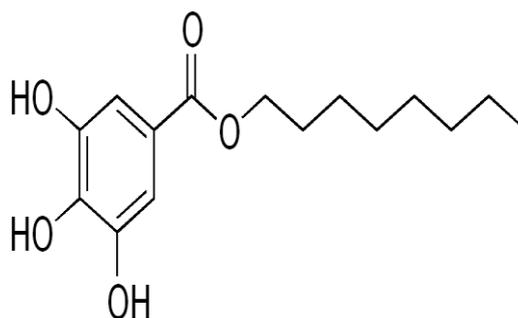


Figure 24 : Structure du gallate d'octyle (Wikipedia.org)

Le gallate de dodécyle est un composé organique de grande solubilité dans les graisses que les deux premiers (gallate de propyle et gallate d'octyle), résultant de l'estérification de l'acide gallique par du dodécanol, utilisée comme additif alimentaire pour prévenir le rancissement causé par l'oxydation des produit gras.

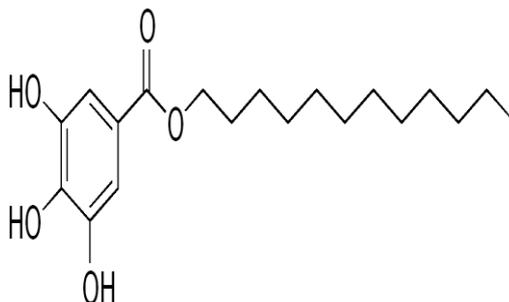


Figure 25 : Structure de gallate de dodécyle (Wikipedia.org)

Le gallate d'éthyle est un composé organique dans lequel l'acide gallique est estérifié avec de l'éthanol, utilisé comme additif alimentaire existe à l'état naturel dans certains végétaux. Il est utilisé dans les industries alimentaires, les soupes, dont les laits en poudre, et certains produits de boulangerie fine (Desmier, 2016).

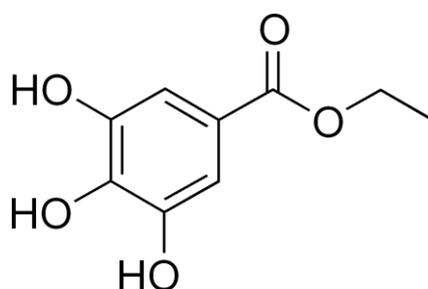


Figure 26 : Structure de gallate d'éthyle (Wikipedia.org)

2.3 L'acide érythorbique et ses dérivés

L'acide érythorbique, aussi appelé acide isoascorbique, acide D-isoascorbique, est un stéréoisomère de l'acide ascorbique ; cette acide organique ne diffèrent que par la configuration de l'atome de carbone asymétrique porteur du groupe hydroxyle. L'acide érythorbique n'est pas naturellement présent dans les aliments. Il est synthétisé pour être utilisé comme antioxydant alimentaire, en particulier dans les aliments transformés (poisson, viande). Sa synthèse est plus simple et meilleur marché que celle de l'acide ascorbique, le changement de configuration de ce dernier retire toute action sur le scorbut.

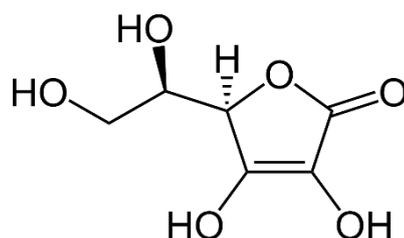


Figure 27 : La structure chimique de l'acide érythorbique (Wikipedia.org)

L'érythorbate de sodium, de calcium et de potassium se sont des sels de l'acide érythorbique. Ils sont utilisés comme antioxydants pour améliorer la conservation des viandes (Desmier, 2016).

2.4 Autres

Il existe d'autres antioxydants utilisés largement pour leur capacité à empêcher l'oxydation des graisses et huiles principalement d'origine animale. Il s'agit du BHA (Butylhydroxyanisole), et de BHT (Butylhydroxytoluène). Ces additif servent surtout dans les produits cuits car ils résistent bien à la chaleur et n'ont ni odeur, ni saveur ; ils existent aussi dans d'autres denrées (corps gras, pomme de terre déshydratées par exemple).

L'étude des deux additifs anti-oxygènes révèle que chez de nombreuses espèces animales, ils peuvent entraîner des effets néfastes. Cependant, il n'existe aucune certitude sur l'apparition de tels effets au niveau de l'homme. Il paraît toutefois raisonnable de remplacer autant que possible ces anti-oxygènes suspects par des molécules dont l'innocuité est plus probable (tocophérols par exemple).

Au vu des différents travaux, les autorités européennes ont édicté des normes très strictes pour le BHA et le BHT (la DJA est fixée, pour les deux additifs, à 0.5 mg/kg de poids corporel par jour) (Stéphane, 2018).

3. Propriétés thérapeutiques des antioxydants

3.1 Prévention de cancer

Le cancer est une maladie multifactorielle. Son apparition est influencée par différents paramètres : toxiques, génétiques, alimentaires, environnementaux... Parmi les propriétés biologiques intéressantes des polyphénols, la prévention du cancer.

Tout comme un régime riche en fruits et légumes, une alimentation naturellement riche en antioxydants est associée à une diminution du risque de cancers, notamment l'apport en lipides et en antioxydants et que l'huile d'organ pourrait grâce à sa teneur en polyphénols, contribuer à la prévention de certains cancers tels que le cancer de la prostate, de la bouche, du pharynx, du larynx, de l'œsophage, de l'estomac, du poumon et du sein. Les effets inhibiteurs du thé vert et noir dans le traitement du cancer ont largement été étudiés, la curcumine, le resvératrol et l'épigallocatechine-3-gallate (EGCG) pour le traitement du cancer du col. **(Boubkri, 2014)**.

Les polyphénols ont la capacité d'interrompre ou d'inverser le processus de cancérogenèse en agissant sur les molécules du réseau de signalisation intracellulaire impliquées dans l'initiation et/ou la promotion d'un cancer pour arrêter ou inverser la phase de progression du cancer. Ils peuvent également déclencher l'apoptose des cellules cancéreuses à travers la modulation d'un certain nombre d'éléments principaux en signal cellulaire.

En s'opposant à cette action, les antioxydants pourraient interférer négativement avec un traitement de chimiothérapie. L'ajout d'antioxydants pourrait permettre de diminuer ces effets secondaires, mais il convient tout de même de les employer prudemment lorsqu'une chimiothérapie est en cours car les mécanismes d'action sont encore mal compris. Leur emploi abusif pourrait aussi, être à l'origine de l'apparition de mécanismes de résistance des cellules tumorales aux anti-cancéreux. Avant de les utiliser, leurs mécanismes d'action doivent, donc, être complètement élucidés, afin d'éviter les erreurs **(Justine et al., 2005)**.

3.2 Prévention des maladies cardiovasculaires

Les maladies cardiovasculaires sont la principale cause de mortalité dans le monde. Des déficits majeurs en défenses antioxydants participent à la genèse de certaines pathologies, notamment les maladies cardiovasculaires. Aussi, des altérations oxydatives de l'ADN entraînent des mutations géniques qui seraient le point de départ de clones de cellules cancéreuses. L'altération oxydative des acides gras polyinsaturés entraîne des modifications irréversibles dans les

bicouches lipidiques des membranes cellulaires. Alors le stress oxydatif joue un rôle clé dans leur développement et leur progression.

Les polyphénols sont des composés photochimiques présentant des propriétés antioxydants étudiées de façon extensive *in vivo* (Saiidi, 2019). Ainsi les flavonoïdes tirés des fruits et des légumes s'associent à une diminution du risque d'apparition de maladie cardiovasculaire.

Les données épidémiologiques suggèrent une corrélation inverse entre la consommation de légumes riches en polyphénols et la réduction de la prévalence des maladies cardiovasculaires (Saiidi, 2019). Au niveau des artères, ces molécules préviennent l'oxydation des lipoprotéines de faible densité (LDL) évitant ainsi l'athérosclérose (épaississement des artères qui contribue à réduire le flux sanguin et peut conduire à l'asphyxie des tissus irrigués). Les polyphénols inhibent aussi l'agrégation plaquettaire impliquée dans le phénomène de thrombose, qui induit l'occlusion des artères (Boubkri, 2014).

Finalement, le stress oxydatif semble intervenir dans la genèse de troubles cardiaques. Une modification du statut antioxydant est souvent associée à ceux-ci. Sans preuve directe de l'efficacité des antioxydants dans la prévention et l'amélioration des maladies cardiovasculaires, il existe quand même quelques arguments en faveur de leur utilisation. Cela a conduit certains chercheurs à supplémenter certains animaux malades pour étudier leurs effets (Justine et al., 2005).

3.3 Maladies inflammatoires

L'inflammation se caractérise par une réponse des tissus vivants à une agression. Ce phénomène fait intervenir le processus d'immunité qui peut-être naturelle (phagocytose par exemple) ou spécifique (cellulaire ou humorale). L'inflammation n'est pas synonyme d'infection mais une infection peut être la cause d'un phénomène inflammatoire.

Par ailleurs, l'inflammation accélère la production de radicaux libres. Lorsque l'inflammation est limitée, les radicaux libres peuvent être contrôlés par les défenses antioxydants naturelles de l'organisme. Lorsqu'elle est trop intense ou chronique, les radicaux libres deviennent alors trop nombreux, submergent les défenses antioxydants et entraînent des réactions en chaîne pouvant, entre autres, altérer des tissus sains. De nombreuses études ont pu montrer que les polyphénols et leurs métabolites agissaient également comme des modulateurs des voies de signalisation de l'inflammation (Desmier, 2016).

Des recherches récentes ont démontré que les flavonoïdes, notamment les flavonols, peuvent prévenir de la douleur musculaire en accélérant la réparation des tissus au niveau moléculaire.

De manière spécifique, ils inhibent l'enzyme NOS responsable de la synthèse de l'oxyde nitrique, qui est déclencheur chimique de l'inflammation. D'autres études, affirment l'action inhibitrice de ces flavonoïdes, plus particulièrement la lutéoline, l'apigénine, catéchine sur la cyclo-oxygénase enzyme synthétiques des molécules impliquées fortement dans le processus inflammatoire (Scalbert et al., 2005).

3.4 Prévention du diabète

Le diabète de type 2 ou diabète non insulino-dépendant est une maladie le plus courant (environ 90% des cas), se caractérisant par un taux trop élevé de glucose dans le sang. Son origine est métabolique, elle provient de la modification progressive et insidieuse du métabolisme glucidique. Ainsi le glucose est moins bien absorbé au niveau des tissus adipeux et musculaires provoquant une augmentation du glucose sanguin. Son incidence augmente significativement avec l'âge, les signes cliniques s'observent généralement après 40 ans et la maladie est diagnostiquée à l'âge moyen de 65 ans. Il est important de noter que ce diabète doit être différencié de celui de type 1 qui résulte d'une absence d'insuline active. (Desmier, 2016). A côté de traitement médicaux, certains composés bioactifs d'origine alimentaire, principalement apportés par les végétaux sont connus depuis longtemps pour leur propriétés antidiabétiques. Ainsi la consommation régulière de fruits et légumes, riches en polyphénols, flavonoïdes et autres micronutriments, pourrait diminuer le risque de diabète de type 2 et de ses complications en améliorant la sensibilité à l'insuline et en luttant contre l'inflammation chronique et le stress oxydatif.

Avant la découverte de l'insuline et des agents pharmacologique, le diabète était traité depuis l'antiquité avec des plantes médicinales. Les familles aux effets hypoglycémiantes les plus puissants comprennent les légumineuses, les liliacées, les cucurbitacées, les astéracées, les moracées, les rosacées, les fabacées, les euphorbiacées, les rubiacées et les araliacées. Deux mécanismes principaux sont impliqués dans leurs effets antidiabétiques :

1- Réduction de la glycémie : inhibition de l' α -amylase, α -glucosidase, PTP-1B (protéine tyrosine phosphatase-1B), dipeptidyl peptidase-4 (DPP4), enzyme de conversion de l'angiotensine (ACE) et de l'aldose reductase.

2- Réduction des complications diabétiques : inhibition de l'aldose réductase et diminution du stress oxydatif (action antioxydant).

Les composés anti diabétiques les plus cités sont les suivants : quercétine, kaempférol, acide rosmarinique, cyanidine, rutine et catéchine. Les sources naturelles comprennent les argumes,

les raisins, le miel, les oignons, les pommes, les haricots verts, les cerises, le brocoli, les baies, le thé vert. D'autres sont présents dans les épinards, les tomates, les pommes de terre, le chou rouge, les poires (Egbuna et al., 2021).

Tableau 08 : Composés bioactifs efficaces contre le diabète de type 2 sources et mécanismes d'action (Egbuna et al., 2021).

Composés bioactifs	Sources principales	Effets antidiabétiques	Type d'étude
Lycopène	Tomates, pamplemousse rose	Propriétés antioxydants améliorant les dysfonctionnements endothéliaux (rats diabétiques induits)	In vivo
Quercétine (Flavonoïdes)	Agrumes, raisins, oignons, baies, cerises, brocoli, miel, pommes, thé vert, Ginkgo biloba, millepertuis	Influence sur l'homéostasie du glucose dans le muscle squelettique et le foie, augmente l'absorption du glucose dans les cellules musculaires squelettiques en culture en stimulant la translocation de GLUT4	In vitro
Genistéine	Soja, fèves, pois chiches, etc.	La supplémentation atténue l'hyperglycémie induite chez le rat par la streptozotocine (STZ) et améliore les niveaux d'insuline et la tolérance au glucose	In vivo
Resvératrol		Dans les cellules sécrétant de l'insuline, le resvératrol améliore la sécrétion	

	Vins rouges, pépins, peaux de raisins, peaux d'arachide (cacahète), etc.	d'insuline stimulée par le glucose, l'activité mitochondriale et le métabolisme du glucose	In vitro
Gallate d'épigallocatechine	Thé vert, thé blanc, thé noir, peau de pomme, oignons, prunes, etc.	La supplémentation à une influence sur l'expression des gènes impliqués dans le métabolisme hépatique des lipides et du glucose en augmentant le glucose kinase	In vivo
Hespéridine	Agrumes (oranges, citrons, etc.) et quelque plantes	Effets protecteurs sur la néphropathie diabétique (divers mécanismes)	In vivo
Naringine	Pamplemousses, jus de pamplemousse, pomelos, tomates, etc...	Protège les cellules contre leur destruction induite par le glucose et inhibe la réaction inflammatoire induite par le glucose	In vitro
Anthocyanes	Fruits et légumes, fleurs, etc...	Chez les rats avec un diabète induite par la STZ, l'injection de pèlargonidine (un anthocyane) améliore le taux d'insuline sérique, la tolérance au glucose et normalise l'hyperglycémie)	In vivo
Curcumine	Curcuma	Le traitement oral à la curcumine augmente les taux d'insuline plasmatique, réduit la glycémie et le poids	In vivo

Rutine (flavonoïdes)	Agrumes, olives, câpres, asperges, framboises noires et rouges, sarrasin, figes, pommes, etc...	Diminue la glycémie chez les souris insulino-résistantes en améliorant la translocation de GLUT4 et les activités de l'IRK (récepteur kinase insulino-dépendant)	In vivo
Trapénoïdes végétaux -Acide abscissique	Abricots et pommes	Abaisse la glycémie et l'insulinémie chez le rat et l'homme	In vivo

3.5 Maladies neurodégénératives

Ces dernières années, il y a eu un intérêt croissant, appuyé par un grand nombre d'études expérimentales et épidémiologiques sur les effets bénéfiques de certains produits alimentaires d'usage courant dans la prévention de diverses affections pathologiques liées à l'âge allant du cancer aux maladies neurodégénératives.

Les maladies neurodégénératives telles que la maladie de Parkinson et la maladie d'Alzheimer représentent un problème croissant lié aux pathologies du vieillissement cérébral, principalement car il y a une augmentation de la prévalence de la maladie d'Alzheimer à la fois et la maladie de Parkinson avec l'âge. **(Saïdi, 2019)**.

Dans le cerveau, il existe une importante activité des enzymes de la chaîne respiratoire, générant de nombreux radicaux libres. Avec l'âge, les lésions sur l'ADN, les protéines et les lipides cellulaires s'accumulent. Comme les neurones sont des cellules particulièrement sensibles au stress oxydatif et qui ne se renouvellent pas, leur dysfonctionnement et leur dégénérescence pourraient être à l'origine des phénomènes de vieillissement et de maladies neurodégénératives. Une des caractéristiques de la maladie d'Alzheimer (MA) est l'accumulation de plaques séniles. Ce sont des dépôts extracellulaires contenant une protéine dite bêta-amyloïde (AB). Elle est formée par clivage enzymatique d'une protéine précurseur dite APP. Cette dernière est très sensible au stress oxydatif et, sous l'action des ROS, elle favorise la production de ces fragments amyloïdes. Ensuite, les AB peuvent propager le stress oxydatif en s'attaquant aux lipides et protéines cellulaires. La présence de ces dépôts protéiques est corrélée aux altérations des capacités d'apprentissage et de mémoire. Les antioxydants pourraient, donc, avoir des effets bénéfiques sur le vieillissement cérébral. Néanmoins, il faut encore comprendre les mécanismes

de développement de ces maladies avant de développer des moyens thérapeutiques pour en prévenir et ralentir la progression (Justine et al., 2005).

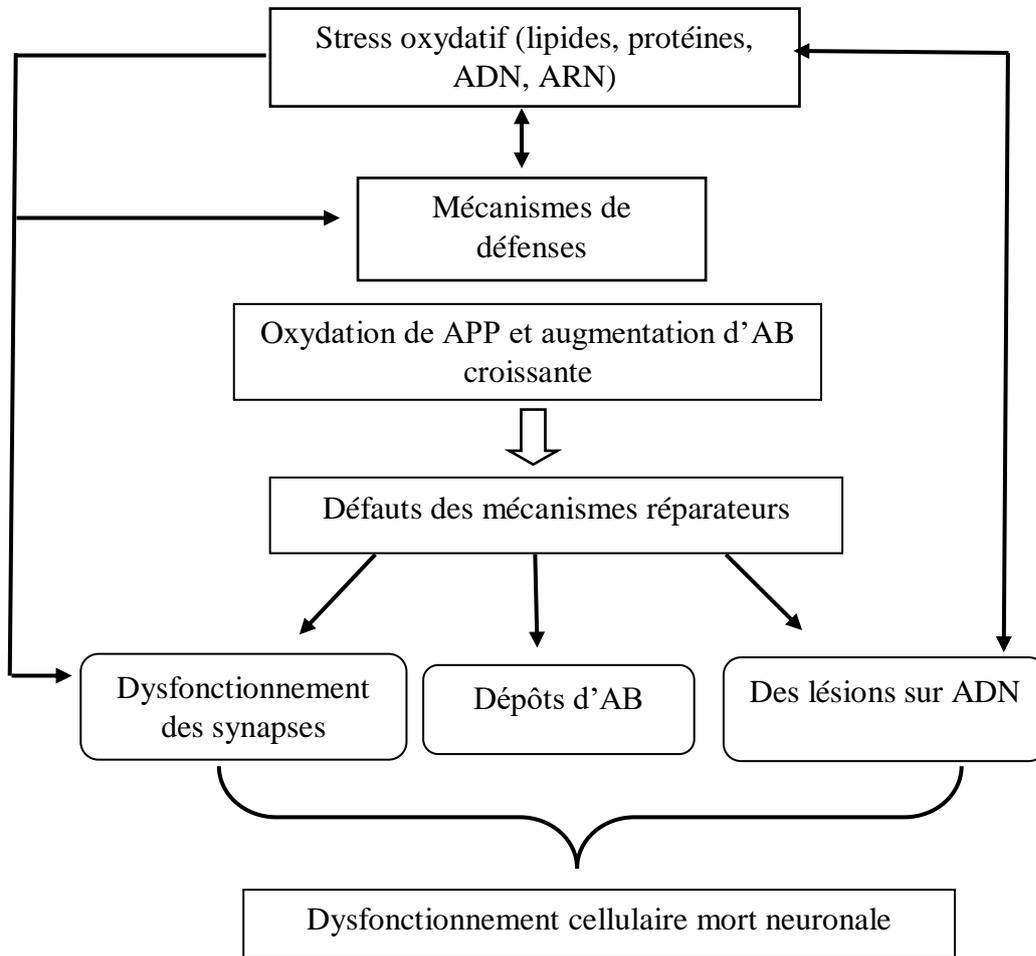


Figure 28 : Le stress oxydatif et les protéines AB dans les phénomènes de mort neuronale (Cotman et al., 2002).

Les épices et les herbes contiennent souvent des substances phénoliques actives dotées de puissantes propriétés antioxydants et chimio préventives. Le rôle potentiel du curcuma comme agent préventif contre le vieillissement cérébral et les troubles neurodégénératifs a récemment été renforcé par des études épidémiologiques, montrant qu'en Inde, où cette épice est largement utilisée dans l'alimentation quotidienne, l'incidence de la maladie d'Alzheimer est plus faible qu'aux Etats-Unis (Scapagnini et al., 2010).

Les flavonoïdes aussi peuvent protégés les neurones vulnérables contre le stress oxydatif, en améliorant la fonction neuronale existante ou en stimulant la régénération neuronale.

De nombreuses études d'intervention alimentaire menées chez l'homme ou chez l'animal avec des aliments ou boissons issus du raisin, du thé ou de baies comme les myrtilles ont montré une amélioration de la mémoire et de la cognition. Il a ainsi été suggéré que les polyphénols puissent agir en protégeant les neurones vulnérables, en stimulant le fonctionnement neuronal et le flux sanguin ainsi qu'en favorisant la neurogenèse. (Lenoir, 2011).

3.6 Prévention des maladies hépatotoxiques

Les flavonoïdes ont été utilisés dans le traitement des affections hépatiques depuis des siècles en médecine traditionnelle. Les principes actifs de l'extrait de flavonoïdes (*Silybum marianum*) sont constitués d'un mélange complexe appelé silymarine. Qu'il a été démontré qu'elle exerce un effet positif sur les cellules hépatiques endommagées de façon irréversible et sur les hépatocytes intacts. De plus, la silymarine stimule aussi la capacité des cellules hépatiques à la régénération après hépatectomie partielle (Chaaban, 2017).

3.7 Prévention de maladies allergiques

L'histamine est responsable chez les personnes allergiques et asthmatiques de symptômes gênants dans une réaction allergique. Les flavonoïdes, notamment la quercétine, la lutéoline, l'apigénine et la fisétine ont de fortes activités antiallergiques basées principalement sur l'inhibition d'enzymes qui favorisent la libération d'histamine : la phosphodiesterase et la Ca^{2+} ATPase (Kotani et al., 2000).

3.8 Prévention de maladies ulcérogènes

Les flavonoïdes jouent un rôle dans la protection de la muqueuse gastrique contre les différents agents ulcérogènes. Par exemple, la naringine et la quercétine ont une activité anti-ulcérogène, qui va stimuler la production de prostaglandines et empêche la production de leucotriènes par la production de mucus protégeant ainsi la paroi stomacale. De plus, la quercétine est aussi un inhibiteur d'ulcères duodénaux et qui joue aussi un rôle important dans l'apparition des cancers de l'estomac. (Chaaban, 2017).

4. Les effets des antioxydants sur la santé

Les antioxydants sont connus pour leur activité biologique en relation directe avec la santé de l'être humain. Ils sont nécessaires si l'on veut avoir une bonne mine. Le stress oxydant avait un réel impact négatif sur la santé, notamment par la favorisation de la survenue de pathologies

telles que le cancer, le diabète de type 2, l'athérosclérose, les maladies neurodégénératives et les maladies rhumatismales.

Une des hypothèses avancées pour justifier ce mécanisme protecteur est la richesse en antioxydants des fruits et légumes. Certaines études confèrent également un rôle important aux polyphénols dans ses effets bénéfiques, ceci étant lié au caractère antioxydant de ces molécules. De nombreuses études ont tenté d'étudier l'impact de la prise de suppléments alimentaire d'antioxydants dans la prévention de différentes maladies. Ces différentes études ont mené à des résultats.

Tableau 09 : Tableau récapitulatif des études de supplémentation en antioxydants sur diffère pathologies (**Wikipedia.org**)

	L'expérience	Les résultats
S. Hekimi	Il a modifié génétiquement des vers <i>Caenorhabditis elegans</i> pour leur faire produire un excès de radicaux. Or ceux-ci semblent avoir ralenti le vieillissement, comme un signal du vieillissement donné à l'organisme. Parmi les vers génétiquement modifiés, ceux soumis à un régime riche en vitamine C ont eu une vie plus courte.	Il n'y a pas de raison justifiant l'usage des antioxydants pour prévenir les maladies associées à l'âge.
Méta-analyse JAMA 2007	Une équipe danoise et serbe a réactualisée en 2008 de tous les essais randomisés utilisant des antioxydants en prévention primaire et secondaire. Toute les études randomisées chez les adultes comparant le β -carotène, la vitamine A, la vitamine C, la vitamine E ou le sélénium, soit de manière isolées ou combinée à un placebo ou à	D'après les résultats obtenus les auteurs concluent : <ul style="list-style-type: none"> • une supplémentation avec le β-carotène, vitamine A, la vitamine E augmentait la mortalité • les suppléments en anti oxydants n'avaient pas

	<p>l'absence d'intervention ont été incluses dans cette analyse ce qui représente soixante-treize études randomisées portant sur 232606 participants</p>	<p>d'effet significatif sur la mortalité</p> <ul style="list-style-type: none"> • Les effets de la vitamine C et du sélénium sur la mortalité ne pouvaient être déterminés par l'étude et nécessitaient des investigations complémentaires.
<p>SU.VI.MAX</p>	<p>Cette étude a suivi pendant huit ans près de 13 000 adultes âgés de 35 à 60 ans afin de déterminer l'efficacité d'une supplémentation journalière en vitamines antioxydants (vitamine C 120mg, vitamine E 30mg et le β-carotène 6mg) et en minéraux (Sélénium 100μg, zinc 20mg) à doses nutritionnelles, dans la réduction des principales causes de mortalité précoce (cancers et maladies cardiovasculaire).</p>	<p>Les résultats montrent que l'apport d'antioxydants, à des doses comparables à celles d'une alimentation saine, font baisser de plus de 30% le risque de cancer et la mortalité des hommes. En revanche, aucune différence n'a pu être mise en évidence chez les femmes, peut-être qu'elles consomment plus de fruits et légumes que les hommes ou qu'elles fument moins.</p> <p>Les résultats obtenues peuvent s'expliquer par l'origine de l'antioxydants : les formes chimiques naturelles, qui existent dans la nature (aliments) seraient les seules efficaces. Un excès d'antioxydants, notamment synthétiques, serait nocif. Prenant l'exemple de la vitamine E, généralement proposées dans les suppléments sous la forme d'α-tocophérol, on constate que dans la nature, elle est plus souvent</p>

		sous la forme de β -tocotriénol. D'où les biais possibles dans les études.
--	--	--

Chapitre III :
**Plante les plus riches en
antioxydants**



1- *Ephédra alata*

Ephedraceae

1.1 Désignation vernaculaires

Langue	Arabe	Français	Anglais
Nom	العندة (alanda)	Ephèdre	Ephedra

1.2 Classification botanique

Selon (Ozenda, 1991)

- Règne : Plantae
- Embranchement : Spermaphyte
- Sous-embranchement : Gymnospermes
- Classe : Gnetopsida
- Ordre : Ephedrales
- Famille : Ephedraceae
- Genre : Ephédra
- Espèce : Ephédra alata
- Sous- espèce : *Ephédra alata alanda*



Figure 29 : *Ephédra alata subsb alanda* (floramarocanne.fr)

1.3 Description botanique

E. alata c'est une plante originaire des régions tempérées et latitudes subtropicales de : l'Afrique : Algérie, Egypte, Maroc..., l'Asie : Arabie Saoudite, Irak, Iran....., l'Amérique, Aux États-Unis, l'éphédra pousse au long des montagnes Rocheuses (Al-Snafi, 2017 ; Bell et Bachman, 2011). Cette espèce, qui est réputée pour sa tolérance élevée à la carence en eau dans les régions sahariennes, est un arbuste hémicryptophyte de 1 à 3 mètres de haut, vivace , raide , avec rameaux articulés et très ramifiés d'une couleur vert-jaunâtre, portant au niveau des nœuds de petites feuilles opposées, alternant d'un nœud à l'autre (Digheche, 2019). Les fleurs unisexuées sont groupées en petits cônes. Les fleurs mâles et femelles sont généralement sur des pieds différents. (Bruneton, 2009).

Au niveau écologique, *E. alata*, est une espèce strictement désertique. Son apparition indique là où elle existe un climat méditerranéen saharien.

1.4 Domaine d'utilisation

Les espèces du genre *Ephedra* sont parmi les plus anciennes herbes médicinales connues de l'humanité. En Algérie, *E. alata* s'utilise contre la grippe, la coqueluche et la faiblesse générale en tisane et par inhalation ainsi que sous forme de gouttes nasales contre les rhumes (**Ould El Hadj et al., 2003**).

Les organes utilisés dans la médecine traditionnelle sont les feuilles, les rameaux et aussi les tiges vertes séchées, qui sont usuellement bouillies dans de l'eau pendant environ trente minutes et administrées comme thé chaud (**Abourashed et al., 2003**).

en Palestine, Il est utilisé en médecine traditionnelle pour traiter les allergies, l'asthme bronchique, les frissons, le rhume, la toux, l'oedème, la fièvre, la grippe et les maux de tête (**Al-Rimawi et al., 2017**). La poudre d'*Ephedra alata* est utilisé comme un traitement contre le diabète en Maroc (**Ghourri et al., 2013**). En Egypte et la plupart des les pays arabes. *Ephedra alata* a été utilisé pour le traitement de l'asthme, du foin la fièvre et le rhume (**Ghanem et El-Magly, 2008**).

En Russie pour le traitement respiratoire troubles et rhumatismes pendant de nombreux siècles. (**Al-sanafi, 2017**). Cependant, l'*éphédra* a été utilisé dans la médecine chinoise pour traiter les allergies, l'asthme, les poumons congestion, frissons, rhumes, rhume des foins, toux, oedème, fièvre, grippe, maux de tête et congestion nasale.

1.5 Propriété antioxydant

L'activité antioxydant d'*Ephedra alata* était évaluée par le 2, 2-diphényl-1-picryl-hydrazyl-hydrate essai. L'extrait méthanolique d'*Ephedra alata* a montré une forte activité antioxydant et puissant radical libre d'oxygène capacités de récupération, la valeur IC 50 de la centrale était presque équivalent à l'antioxydant standard Trolox.

Les résultats ont montré que l'*Ephédra alata* cultivé en Palestine est riche en antioxydants, phénoliques et flavonoïdes. Leur activité antioxydant est comparable ou supérieure à celle d'*Ephédra* d'autres pays. Il existe une corrélation entre les activités antioxydants et le contenu phénolique total, mais pas avec le contenu total en flavonoïdes. Les quatre tests d'activité antioxydant étaient fortement et significativement corrélés les uns aux autres. (**Al-Rimawi et al., 2017**).

2- *Artémisia herba alba*

Astéracées

2.1 Désignation vernaculaires

Langue	Arabe	Français	Anglais
Nom	الشبح (chih)	Armoise blanche	White wormwood

2.2 Classification botanique

a été faite par (Friedman et al., 1986)

- Règne : Angiospermeae
- Sous règne : Dicotylédones
- Embranchement : Magnoliophyta
- Classe : Magnoliopsida
- Sous classe : Asteridae
- Ordre : Asterales
- Famille : Astéracées
- Sous famille : Asteroideae
- Genre : Artemisia
- Espèce : *Artemisia herba alba*



Figure 30: *Artémisia herba alba*
(mawsueat-alnabat.blogspot.com)

2.3 Description botanique

Artemisia herba-alba est une plante odorante vivace dressée qui se développe en touffes bien individualisées très ramifiée dès la base à tiges herbacées ligneuses, nombreuses, tomenteuses, rigides et droites pouvant atteindre 30 à 50 cm de haut. Les feuilles sont courtes très polymorphes, profondément bipennatiséquées, gris argentées, les bractées externes sont opaques et pubescentes, alors que les bractées intérieurs sont oblongues, brillantes et glanduleuses, tomenteuses ; les inférieures sont pétiolées, les caulinaires de plus en plus courtes. Les capitules sont pauciflores en général, homogènes à fleurs hermaphrodites Ils sont sessiles ou subsessiles (Quezel et Santa, 1963 ; Wright, 2002). La croissance végétative d'*Artemisia*

Herba Alba a lieu à l'automne ; la floraison commence en Juin et se développe essentiellement en fin d'été (**Gharabi et al., 2008**).

En Algérie, *Artemisia herba-alba* est distribuée dans les zones steppiques sur une bande longue de 1200 km, allant de la frontière Tunisienne jusqu'à la frontière Marocaine, et constituée des hautes plaines steppiques de l'Ouest et du Centre, de la cuvette du Hodna et des hauts plateaux Constantinois. Elle est présente aussi dans le Hoggar à l'extrême Sud Algérien sur des altitudes allant jusqu'à 2000 m.

2.4 Domaine d'utilisation

Artemisia herba-alba a été utilisée depuis longtemps par les populations de l'Afrique du Nord et du Moyen Orient comme aromatisant du thé et café, et dans la médecine traditionnelle pour traiter les rhumes, soulager le diabète, la toux, les troubles intestinaux, traiter les blessures chez l'homme et les bétails, les diarrhées, névralgie, bronchite et l'hypertension (**Tahraoui et al., 2007**). Ses feuilles sont utilisées en médecine traditionnelle pour leurs activités antispasmodique et emménagogue et pour soigner la bronchite et les abcès. Des études phytochimiques sur les extraits aqueux et les huiles essentielles de l'armoise blanche montrent leurs activités antileishmaniose, antigénotoxique, antidiabétique, antibactérienne, anti fongique, anti-oxydante et antispasmodique (**Lakehal et al., 2016**). La composition chimique d'*A.herba-alba* a fait l'objet de plusieurs études phytochimiques dans les pays de l'Afrique du nord et de l'Espagne par intérêt économique, et surtout pour ses huiles essentielles (HE).

2.5 Propriété antioxydant

De nombreuses plantes médicinales contiennent de grandes quantités de composés antioxydants, qui pourraient être isolés et puis utilisé comme antioxydants pour la prévention et le traitement des troubles liés aux radicaux libres y compris *A. herba-alba*. Elles ont montré une activité antioxydant plus forte et une teneur plus élevée en composés phénoliques que les plantes nutritionnelles courantes. Il a également été noté dans cette étude que ces plantes algériennes sont de puissants détritivores radicaux et peuvent être considérées comme bonnes sources d'antioxydants naturels à usage médicinal et commercial (**Djeridane et al., 2006**).

Le niveau d'activité antioxydant, déterminé par Les tests DPPH et ABTS ont montré qu'*Artemisia herba-alba* a une activité antioxydant modérée par rapport à les autres plantes. (**Al-Mustafa et al., 2008**).

Ainsi, Artemisia pourrait constituer un bon adjuvant pour lutter contre l'obésité, l'hyperglycémie, l'hypertriglycémie, l'hypercholestérolémie et particulièrement le stress oxydatif. Enfin, L'extrait éthanolique de l'espèce *Artemisia herba alba* possède une bonne activité anti oxydante, Cette activité est due à sa richesse en molécules polaires à savoir les flavonoïdes glycosylés qui ont été isolés et à d'autres polyphénols. (Mehimmedetsi et al., 2018).

3- *Urtica dioica* Urticaceae

3.1 Désignation vernaculaires

Langue	Arabe	Français	Anglais
Nom	الحرايق Harayig	Ortie piquante Ortie commune Ortie dioïque	Stinging nettle

3.2 Classification botanique

Selon (APGIII), 2009

- Règne : Plantae
- Embranchement : Spermaphytes
- Sous-embranchement : Angiospermes
- Classe : Eudicots.
- Ordre : Rosales
- Famille : Urticaceae
- Genre : *Urtica*
- Espèce : *Urtica dioica* L



Figure 31: *Urtica dioica*
(fr.123rf.com)

3.3 Description botanique

C'est une plante vivace herbacée dessus de 30 cm de hauteur, reprend chaque année, formant des colonies grâce à ses longs rhizomes. Tous ses organes sont recouverts de deux types de poils : de longs poils urticants et de petits poils souples. La grande ortie présente de longs racines, qui lui permettent de former des colonies, d'où son pouvoir envahissant. Les rhizomes rampants mesurent de 1 à 5mm d'épaisseur, jaunâtres et sont pourvus d'un chevelu de fines racines adventives qui développent chaque année de nouvelles pousses (Langlade, 2010).

La tige de ortie est robuste, dressée et carrée, pleines, et à section quadrangulaires, peut atteindre 2m de hauteur. Comme la feuille, elle est recouverte de poils courts et de poils urticants

unicellulaires. Les feuilles vert foncées opposées ovales à lancéolées, sont en général deux fois plus longues que larges. Elles sont bordées de fortes dents triangulaires.

Les fleurs sont unisexuées minuscules et réunies en grappes mâles et femelles sur des pieds différents (pour la forme dioïque). Les grappes femelles sont tombantes et les grappes mâles dressées. (Iserin, 2001). Le fruit d'*Urtica dioïca* L. est constitué d'un akène ovale de couleur jaune-brun. Il est entouré d'un calice persistant et reste enveloppé dans deux gros sépales accrescents, larges et ovales. Il contient une graine unique, albuminée, a embryon droit (Wichtl et Anton, 2003 ; Ghedira et al. 2009).

3.4 Domaine d'utilisation

En France, selon le cahier n° 3 de l'Agence du médicament 1998 l'ortie a été utilisée Par voie orale dans les états séborrhéiques de la peau, dans le traitement symptomatique des manifestations articulaires douloureuses mineures. Ainsi sont utilisée pour favoriser l'élimination rénale de l'eau.

En usage externe l'ortie a été utilisée comme un anti séborrhéique, stimulant du cuir chevelu, désodorisant. En Allemagne, la monographie établie par la Commission E du BfArM précise que la feuille d'ortie a été utilisée comme thérapeutique complémentaire des états rhumatismaux par voie orale ou locale, traitement des maladies inflammatoires des voies urinaires par voie orale et aussi comme traitement et prévention des lithiases rénales par voie orale.

Autre utilisation :

- Adjuvant au traitement de l'arthrite, de l'arthrose et des états rhumatismaux.
- Diurétique pour augmenter l'élimination dans les affections des voies urinaires basses
- Reminéralisant, antiasthénique, nutritive
- Adaptogène : Elle augmente ainsi la capacité du corps à s'adapter au stress, en rééquilibrant l'interactivité des systèmes nerveux, endocrinien et immunitaire
- Antianémique grâce à sa richesse en fer et en chlorophylle. Elle faciliterait la formation d'hémoglobine dont la formule chimique n'est pas sans rappeler celle de la chlorophylle. Le fer végétal semble plus facilement assimilable par l'organisme que le fer minéral.
- Antiscorbutique : sa richesse en vitamine C supérieure à certains agrumes présente un intérêt dans la lutte et la prévention contre le scorbut.

-Hémostatique, antihémorragique : cette propriété connue depuis l'antiquité est également rencontrée pour la petite ortie.

-Parasympathomimétique : elle stimulerait le système nerveux parasympathique comme l'acétylcholine qui est un neurotransmetteur de la mémoire.

-Action hypotensive et cardiovasculaire.

-Antioxydant, eupeptique (tonique digestif), galactogène, antiulcéreuse, antalgique, analgésique, hypolipémiant, antiallergique, antihistaminique, antidiabétique, antiasthmatique, pectorale, expectorante. (Delahaye, 2015).

3.5 Propriété antioxydant

L'ortie, comme d'autres fruits et légumes, est une source d'antioxydants permettant de lutter contre l'action des radicaux libres, responsables du vieillissement cellulaire. Les composants phénoliques apparaissent comme responsables de l'activité antioxydant des extraits d'ortie dioïque. Les divers mécanismes antioxydants de ces extraits peuvent être attribués à leur forte capacité à donner de l'hydrogène, à leur capacité à chélater les métaux et leur forte efficacité à piéger le peroxyde d'hydrogène et les radicaux libres.

Il a été démontré qu'un régime complémentaire à base d'ortie dioïque chez des rats soumis à une activité physique telle que la nage permettait de protéger leurs cerveaux en diminuant les niveaux d'espèces réactives de l'oxygène et en augmentant l'activité de liaison de l'ADN par NF-Kappa B (Ghadira et al. 2009).

3.6 Propriété anti tumorale

(Konrad et al. 2005) ont mené une étude sur l'effet antiprolifératif d'un extrait méthanolique des racines d'ortie dioïque sur des cellules humaines cancéreuses de la prostate. Un effet antiprolifératif de l'extrait a ainsi été observé sur des cellules épithéliales prostatiques (LNCAP) durant 7 jours, alors que la croissance des cellules stroma est restée inchangée. L'inhibition était temps-dépendante avec un maximum de réduction de la croissance (30%). Aucun effet cytotoxique de l'extrait n'a été observé au cours de l'étude.

4- *Zingiber officinale* Zingiberaceae

4.1 Désignation vernaculaire

Langue	Arabe	Français	Anglais
Nom	الزنجبيل	-Le gingembre - épice blanche	Ginger

4.2 Classification botanique

Selon (Roscoe, 1807)

- **Règne** : Plantae
- **Sous-règne** : Tracheobionta
- **Division** : Magnoliophyta
- **Classe** : Liliopsida
- **Sous-classe** : Zingiberidea
- **Ordre** : Zingiberales
- **Famille** : Zingiberaceae
- **Genre** : *Zingiber*
- **Espèce** : *Zingiber officinale*



Figure 32 : *Zingiber officinale*
(Plantcacaretoday.com)

4.3 Description botanique

Le gingembre est une plante vivace tropicale herbacée d'environ 0,9 m de haut issue d'un rhizome. Les feuilles persistantes sont lancéolées, bisériées, longues et odorantes. Les fleurs sont blanches et jaunes ponctuées de rouge sur les lèvres, les bractées sont vertes et jaunes. Après la floraison, un court épi axillaire renfermant les graines noires enfermées dans des capsules trivalves apparaît au bout d'une tige couverte d'écailles. Il apprécie une exposition ensoleillée et une atmosphère humide. Il s'agit d'une plante stérile : les quelques graines et fruits produits n'entraînent pas de reproduction sexuée. La multiplication de la plante se fait grâce aux bourgeonnements de son rhizome à l'origine de nouveaux plants. (Anne, 2017). La croissance est rapide et la multiplication se fait par division des rhizomes.

4.4 Domaine d'utilisation

Utilisation culinaire :

On les utilise marinées dans le vinaigre (gari) dans la cuisine japonaise, le gari est utilisé pour rafraîchir le palais entre les bouchées dans la dégustation de sushi. Aussi dans la cuisine indienne, c'est un ingrédient dans différents mélanges d'épices et sauces, comme le masala ou le Vindaloo.

Les rhizomes sont souvent employés dans la cuisine chinoise pour couvrir les odeurs et saveurs fortes comme celles des poissons et fruits de mer, du poulet et du mouton (pour ce dernier, sous l'influence de la cuisine ouïgour le gingembre y est plus souvent remplacé par du cumin). Cette saveur épicée et malodorante est due à la zingerone.

Le gingembre sec, en poudre, est employé pour parfumer le pain d'épices et d'autres recettes. Il a alors un goût tout à fait différent de celui du gingembre frais, et ils ne peuvent se substituer l'un à l'autre. Le galanga est utilisé à des fins semblables en cuisine thaïlandaise, et pour aromatiser le thé dans les zones de culture swahilie et en Corée.

En Afrique, le rhizome frais est généralement pressé pour en récolter le jus et le consommer comme boisson : appelé *GnamakouDji* dans plusieurs pays, cette eau pimentée est à la fois désaltérante et possède de nombreux bienfaits sur la santé.

La bière de gingembre (soda sans alcool) est produite à la Jamaïque, et est connue sous l'appellation anglaise « ginger beer ».

Au Canada la Ginger ale, une boisson douce, gazeuse et sans alcool assez proche de la bière de gingembre a inspiré le soda de la célèbre marque Canada Dry.

Utilisation thérapeutique :

Les propriétés thérapeutiques du gingembre sont connues et reconnues depuis très longtemps dans les médecines traditionnelles asiatiques, qui l'ont utilisé à des fins médicales avant de l'utiliser dans le domaine culinaire. Le gingembre est également indiqué comme carminatif, stimulant, tonique, ou encore booster de libido, utilise aussi comme agent préventif des nausées et vomissement dus à la grossesse.

Le gingembre à une action anti-inflammatoire, soigne en particulier la douleur et les symptômes des rhumatismes inflammatoires, Antiulcéreux, Antibactérien, antifongique, Antioxydant, Fluidifiant bronchique, expectorant, Stimule la microcirculation sanguine.

4.5 Propriété antioxydants

Le vieillissement de notre corps et de nos cellules est dû à des radicaux libres, des molécules réactives dérivées de l'oxygène, qui agresse notre organisme au quotidien. Ce phénomène, appelé "stress oxydatif", est également la cause de nombreuses maladies comme les pathologies dégénératives (Alzheimer, Parkinson...), le diabète ou les maladies cardiovasculaire, mais aussi les douleurs articulaires. Cette oxydation naturelle est ralentie par les antioxydants, qui freinent les dommages causés par les radicaux libres sur le corps. Le gingembre est l'un des plus puissants aliments antioxydants : il se situe au troisième rang des aliments les plus antioxydants, sur 1.000 aliments analysés. Il contient une quarantaine de composés actifs. Les vertus antioxydants du gingembre ainsi que ses propriété anti-inflammatoire en font un remède efficace pour démunie, par exemple, les douleurs liées aux rhumatismes, qui sont dus à un vieillissement des articulations.

5- *Curcuma longa*

Zingiberaceae

5.1 Désignation vernaculaire

Langue	Arabe	Français	Anglais
Nom	-Kurkum (كركم) -Alwaras -Kharkoum	-Safran des indes -Souchet des indes -Terra merita -Racine de safran	-Turmeric -Indien saffron

5.2 Classification botanique

Selon (Delaveau, 1987)

- Règne : Plantae
- Division : Magnoliophyta
- Classe : Liliopsida
- Sous-classe : Zingiberidea
- Ordre : Zingibérales
- Famille : Zingiberaceae
- Genre : *Curcuma*
- Espèce : *Curcuma longa*



Figure 33 : *Curcuma longa*
(Côté Maison, 2018)

5.3 Description botanique

Curcuma fait partie de la classe des monocotylédones appartenant à la famille des Zingibéraceae (famille de Gingembre). *Curcuma longa* est une plante herbacée, vivace atteignant un mètre, pérenne par son rhizome. Les rhizomes principaux de forme ovoïde fournissent le curcuma rond et les secondaires le curcuma long. Epais, écailleux, se ridant par dessiccation, ces rhizomes sont d'une couleur jaune orangé en section, gris brunâtre en surface. Une odeur aromatique se dégage après section de rhizome. Les feuilles sont très longues, oblongues à elliptiques, engainantes. Les gaines des feuilles forment une pseudo-tige courte,

les limbes sont vert foncé au-dessous, criblés de points translucides. Les fleurs sont composées de 3 sépales pétaloïdes, d'un pétale postérieur développé et de staminodes formant un labelle pétaloïde. L'androcée est réduit à une étamine fertile et aux staminodes. Le gynécée est tricarpellé. Le fruit, est rarement produit, qui est une capsule à trois loges, contenant de nombreuses graines arillées (**Bouzabata et Ziouche, 2013**). Le curcuma est une épice qui fait l'objet d'échanges commerciaux depuis tellement longtemps qu'on ne peut déterminer avec certitude son origine. On pense cependant qu'il vient du sud ou du sud-est de l'Asie, peut-être plus spécifiquement de l'Inde, d'où il se serait répandu dans toute l'Asie, de même qu'au Proche et au Moyen-Orient, il y a des milliers d'année (**Bouzabata et Ziouche, 2013**).

5.4 Domaine d'utilisation

Curcuma est utilisé en tant qu'épice, mais aussi comme agent de coloration de plusieurs aliments, tels que la moutarde, du même que dans la production de cosmétiques, de teintures et des médicaments.

- ✚ **Utilisation alimentaire** : Les rhizomes séchés et en poudre sont utilisés comme épices, souvent dans des mélanges d'épices dans les plats indiens, en particulier les currys et les mukhavas, ce dernier est un mélange de graines indiennes prises après les repas pour favoriser la digestion.
- ✚ **Utilisation industriel** : La poudre de rhizome de curcuma est utilisée dans l'industrie alimentaire, notamment comme colorant dans les aliments transformés et les sauces, mais aussi comme colorant dans les produits pharmaceutique, la confiserie et la teinture textile
- ✚ **Utilisation médicinal** : Les rhizomes sont utilisés dans la fabrication de médicaments traditionnels utilisée comme stomachiques, stimulants et purification sanguins, ainsi que dans le traitement des douleurs au foie, les affections hépatiques et de la jaunisse. Mélangé à du lait chaud, il peut être utilisé pour traiter le rhume, la bronchite et l'asthme. Le jus de rhizomes frais peut traiter de nombreuses infections cutanées, tandis que les décoctions sont efficaces pour les infections oculaires (**Jansen, 2005**).

5.5 Propriété antioxydant

Le curcuma contient des flavonoïdes et des composés phénoliques, mais c'est la curcumine qui est considérée comme étant son principal composé actif présent dans le curcuma (Environ 5% de poids de la racine séchée). Ces molécules étant responsables non seulement de la coloration

jaunâtre, mais également des effets bénéfiques associés à la consommation de cette épice **(Revathy et al., 2011)**.

Une des propriétés majeures de la curcumine est sa capacité à neutraliser les RL, notamment anion super oxyde et hydroxyle, induisant un effet protecteur contre les dommages radicalaires des lipides et l'ADN. Il a été également montré que la curcumine pouvait inhiber l'activité de la NOS inductible, enzyme produisant le monoxyde d'azote NO **(Edeas, 2006)**.

Plusieurs études indiquent que la curcumine est un puissant agent anti-cancer. Elle inhibe la croissance des cellules cancéreuses variées : les tumorigenèse de la glande mammaire, de la cavité orale, des voies aérodigestives, de l'estomac, du colon, de l'intestin, de l'œsophage, du foie, du poumon ont été stoppés par la curcumine **(Christelle, 2010)**. Ce dernier s'est révélé capable de diminuer les complications de diabète sucré, le rapport suggère que l'action antidiabétique du curcuma peut être principalement à travers la vitalisation des cellules pancréatiques et par la stimulation de l'insuline

6- *Allium sativum* L

Liliaceae

6.1 Désignation vernaculaire

Langue	Arabe	Français	Anglais
Nom	-Thum (الثوم)	-Ail, Ail cultivé -Chapon - Rose puante	-Garlic

6.2 Classification botanique

Selon (Ruchot, 2013)

- Règne : Plantae
- Division : Magnoliophyta
- Classe : Liliopsida
- Ordre : Liliales
- Famille : Liliaceae
- Genre : *Allium*
- Espèce : *Allium sativum* L.



Figure 34 : *Allium sativum* L.
(Virginie, 2021)

6.3 Description botanique

L'ail fait partie de la classe de monocotylédone appartenant à la famille des Liliaceae. *Allium sativum* L. est une plante herbacée de 50 à 70 cm de haut, la partie souterraine se compose de bulbe. Le bulbe constitue la partie vivace qui au moment de la floraison, génère une tige portant des feuilles engainantes, linéaires, planes et lisses, mesurant 1 à 2.5 cm de large et 30 à 60 cm de long. Dans sa partie terminale, la tige prend une forme d'ombrelle, faites de petite fleurs blanches à rose foncé. Il dégage une odeur piquante caractéristique. La partie principalement utilisée est le bulbe, constitué de gousses entourées variétés, les gousses rassemblent 12 à 16 bulbilles ces dernier ont un diamètre de 5 à 10 mm et sont composées d'une enveloppe externe.

Il existe un très grand nombre de variétés différentes d'ail selon leur taille, leur couleur et leur saveur (**Jesus Cardenas, 2017 ; Who, 1999**).

Ail provient à l'origine d'Asie centrale. Il y a environ 10 000 ans, il s'est répandu progressivement en Extrême Orient, en Arabie, en Egypte et dans le Bassin méditerranéen, transporté par les marchands au gré des routes commerciales. Aujourd'hui, l'ail est cultivé par l'homme dans le monde entier. C'est sans doute l'un des légumes les plus anciennement cultivés.

6.4 Domaine d'utilisation

L'ail est une plante condimentaire majeur de la cuisine méditerranéenne, en gousse ou écrasé, à état cuit ou cru, ou plus récemment sous formes déshydratée, elle est surtout utilisée pour donner de la saveur aux viandes, sauces, salades et poisson.

L'ail est une véritable panacée reconnue comme telle depuis l'Antiquité, à la fois préventives et curatives, de toutes les plantes médicinales, l'ail est celle à laquelle on prête le plus de vertus par sa composition riche en vitamine, oligo-élément et minéraux, elle stimule le système immunitaire, fortifié les os, améliore l'état de la peau, des ongles, des cheveux et même lutte contre la cellulite, inhiber la formation de caillots sanguins, utilisée aussi pour prévenir l'infection et tuer des bactéries. Il est aujourd'hui utilisé dans certains savons pour son action antibactérienne (**Fao State, 2004 ; Aniaail, 2007**).

6.5 Propriété antioxydant

L'ail contient différents composés antioxydants tel que des flavonoïdes et des composés sulfurés qui contribuent à son action antioxydants, c'est-à-dire protégeant les cellules de l'impact des RL impliqués dans l'évolution des maladies cardiovasculaire (**Miean et al., 2001 ; Gorinstein et Drzeviecki, 2005 ; Leelarumgrayub et al., 2006**). Grâce à ses composés organosulfures, il contribue à la bonne santé cardiovasculaire en fluidifiant le sang et en diminuant la tension artérielle (**Fao State, 2004**).

Les chercheurs aujourd'hui approfondissent les études sur les nombreuses propriétés de l'ail, ont démontré que l'allicine c'est le contenu essence dans l'ail possédait un pouvoir antioxydants puisqu'elle augmente les taux sanguins de la catalase et du glutathion peroxydase, c'est deux derniers sont des enzymes antioxydants très puissantes (**Borek et al., 2001**). *Allium sativum L.* a des effets sur le taux de cholestérol sérique grâce aux propriétés de l'allicine,

capable d'abaisser le taux du LDL cholestérol (mauvais cholestérol) néfaste et augmenter le taux du HDL cholestérol (bon cholestérol) (**Pierrick Hordé, 2019**).

L'extrait d'ail peut aussi augmenter le taux de combativité du système immunitaire pour protéger notamment contre quelque type de cancer comme celui de la peau, de l'estomac et du colon (**Lu et al., 2004**). Le diallyldisulfure peut inhiber la croissance des cellules du cancer du sein (**Nakagawa et al., 2001**). *Allium sativum L.* pourrait freiner le développement de certain cancers tant par son action protectrice envers les dommages causés par les substances cancérogènes que par sa capacité à empêcher les cellules cancéreuses de croître (**Béliveau et al., 2005**).

7-Nigella sativa L

Renonculacées

7.1 Désignation vernaculaire

Langue	Arabe	Français	Anglais
Nom	-Habbat el baraka -El habbah sauda -Sinoudj	-Cumin noir -Sésame noir -Nigelle	-Garlic

7.2 Classification botanique

Selon (Guignard, 2001)

- Règne : Plantae
- Sous-règne : Trachebionta
- Division : Magnoliophyta
- Classe : Magnoliopsida
- Sous-classe : Magnoliidae
- Commander : Renoncules
- Famille : Renonculacées
- Genre : Nigelle
- Espèce *Nigella sativa L*



Figure 35 : *Nigella sativa L.*
(Dr Claire Condemine Piron, 2020)

7.3 Description botanique

La Nigelle a des petites graines aromatiques. *Nigella sativa L.* est une plante à fleur annuelle, herbacée appartenant à la famille des Renonculacées (Guignard, 2001). Cette plante herbacée à tige dressée, anguleuse, côtelée, et rameuse d'une 60 cm de hauteur, portant des feuilles inférieurs pétiolées et des feuilles supérieurs sessiles. Les graines sont ovoïdes et couvertes de tubercules granuleux, triangulaires et ridées transversalement (Benkaci-Ali, 2007). Le fruit est une capsule formée de 3 à 6 carpelles soudés entre eux jusqu'à la base des styles persistants. Chaque capsule contient plusieurs graines triangulaires blanchâtres et à maturité s'ouvrent et

exposition des graines à l'air les rend noir. Ces graines sont ovoïdes de 2 à 3.5 mm et présentent 3 à 4 angles avec une face supérieure finement granuleuse et réticulée (**Ghedira, 2006**). *Nigella sativa* provient à origine d'Asie du Sud-Ouest et cultivée dans des pays comme la région de la Méditerranée orientale, moyen orient, la Syrie, Europe du Sud, l'Arabie saoudite, l'Inde, Pakistan et la Turquie (**Abidi et al., 2019 ; Aljabre et al., 2005 ; D'Antuono et al., 2002**).

7.4 Domaine d'utilisation

Les graines de *Nigella sativa* entières ou moulues sont utilisées comme épice. Les graines servent à saupoudrer le pain, utilisé aussi dans les plats sucrés, les pâtisseries, les soupes, les sauces. Dans divers pays, cette plante a des bienfaits dans le domaine de la médecine traditionnelle. Elle est utilisée pour les ascites, douleur oculaire, la paralysie, la toux, l'ictère, la fièvre tierce et les hémorroïdes. Les graines de nigelle sont ajoutées à des médicaments astringents pour lutter contre les désordres intestinaux, autre méthode c'est les cataplasmes des graines sont utilisés pour les maux de tête, ulcères nasaux, le rhumatisme, les abcès, et l'orchite. L'huile des graines de Nigelle employée par voie orale pour ses vertus carminatives, antihypertensives, diaphorétiques, diurétiques, expectorantes, bronchodilatatrice, stomachiques et lutter contre l'indigestion. En usage externe sous forme d'huile, en cas de raideur et de douleur articulaire, ainsi qu'en cas d'eczéma et l'asthme, les graines sont utilisées dans le traitement d'inflammation des testicules et de pédiculose (**Toparslan, 2012**).

7.5 Propriété antioxydant

L'huile de graine de *Nigella sativa* est bien connue pour ses fortes propriétés antioxydants (**Badary et al., 2003**). La nigelle est composée de multiples principes actifs on cite le thymol, dithymoquinone, thymoquinone ont été testés contre plusieurs ROS, et tous les composés testés ont exercé des effets antioxydants forts, la thymoquinone pourrait agir comme un capteur de RL elle est conserve l'activité antioxydants de diverses enzymes (**Woo et al., 2011 ; Kruk et al., 2000**). *Nigella sativa* l'une des plantes médicinales présentes des activités anti-cancéreuses. Les nanotechnologies ont été évaluées et mises en œuvre dans la gestion et le traitement du cancer, ce qui pourrait révolutionner le diagnostic, la détection, les traitements. Elles offrent de nombreux avantages potentiels, notamment une augmentation de la biodisponibilité des médicaments, la solubilité, une réduction de la pharmacorésistance, ainsi qu'un ciblage actif et passif qui améliorent la spécificité, l'efficacité c'est-à-dire la sécurité (**Hebidi, 2019**).

8- *Thymus vulgaris* L

Lamiaceae

8.1 Désignation vernaculaire

Langue	Arabe	Français	Anglais
Nom	-Zaatar (الزعتر) -Saatar	-Thym commun -Thymus	-Thyme -Garden thyme

8.2 Classification botanique

Selon (Morales, 2002)

- Règne : Plantae
- Division : Magnoliophyta
- Classe : Magnoliopsida
- Ordre : Lamiales
- Famille : Lamiaceae
- Genre : *Thymus*
- Espèce : *Thymus vulgaris* L.



Figure 36 : *Thymus vulgaris* L.
(Webmaster, 2019)

8.3 Désignation botanique

Thymus vulgaris L. est un sous-arbuste vivace, aromatique de la famille de Lamiaceae. Thym est une plante à tiges ascendantes carrées, très ramifiées, à base ligneuse, pouvant atteindre 40 cm de hauteur. Il possède de petites feuilles persistantes opposées, linéaires à elliptiques, presque sessiles, ont des marges réfléchies. Les feuilles recourbées sur les bords de couleur vert foncés, et qui sont recouvertes de poils et de glandes (c'est les Trichomes). Les Trichomes contiennent l'huile essentielle majoritairement composée de mono terpènes. Ses petites fleurs sont regroupées en glomérules et leur couleur varie du blanc au violet passe par le rose (Panda, 2006 ; Morales, 2002 ; Bruneton, 1999).

Thymus vulgaris L. est indigène de l'Europe du Sud, on le rencontre depuis la moitié orientale de la Péninsule Ibérique jusqu'au Sud-est de l'Italie, en passant par la façade méditerranéenne française (Özcan et Chalchat, 2004 ; Amiot, 2005). Thym est maintenant cultivé partout dans le monde. Cette plante pousse spontanément et abondamment dans les lieux arides, caillouteux et se présente dans un état sauvage en plaines et collines (Kaloustian et al., 2003).

8.4 Domaine d'utilisation

Thymus vulgaris L. est une des plantes les plus populaires aromatiques. Les huiles et les extraits de cette plantes utilisées dans le monde entier, ces applications sont très vastes et touchent le domaine alimentaire, capable de conserver des nombreux produits alimentaire, et celui de l'industrie pharmaceutique, cosmétique et en parfumerie (Adwan et al., 2006 ; Barati et al., 2013). Les feuilles de cette plante sont utilisées en infusion contre la toux, et le rhume, en tisane tonique, en décoction pour guérir les maux de tête, hypertension et gastrites, en usage externe comme cicatrisants et antiseptiques (El Ouali Lalami et al., 2013 ; Ghelichnia, 2016 ; Labiad et al., 2017).

Des extraits de Thym ont été utilisés pour le traitement de plusieurs maladies respiratoires comme l'asthme et la bronchite et pour renforcer le système cardiaque (Dauqan et Abdullah, 2017). L'huile de Thym améliore également la résistance du corps aux infections buccales, et aussi prévenir la perte de cheveux et les poussées d'acné (Salehi et al., 2018).

Il favorise également la conscience et l'intelligence. Il est utile pour les troubles hépatiques, utilisé aussi dans les infections pulmonaires, l'angine de poitrine et le catarrhe. Peut être consommé comme remède contre la coqueluche et d'autres types de toux et de diarrhée ou de troubles digestifs (Zarchil et Babei, 2006).

8.5 Propriété antioxydant

Thym est considéré comme des plantes médicinales en raison de leurs propriétés pharmacologiques et biologiques. Des études récentes ont montré que le *Thymus vulgaris L.* ont de forts pouvoirs antibactériens, antiviraux, spasmolytiques, antifongiques ; antiparasitaires et antioxydant (Ghelichnia, 2016). Cette plante est passé d'une herbe traditionnelle à une phytothérapie rationnelle, elle considère comme source de calcium, de vitamine K, de fer, et de manganèse qui améliore également le flux sanguin et stimule l'ensemble du système, cette plante a été récemment recommandée comme substitut comme agent de prévention du cancer (Ghasemi Pirbalouti et al., 2015 ; Javed et al., 2013).

C'est une herbe contenant les plus grandes capacités antioxydants. Les phénols (thymol et carvacrol), les flavonoïdes, l'acide caféique, l'acide rosmarinique, et la vitamine E (**Kulišić et al., 2006 ; Guillén et Manzano, 1998**), ces différents composés du *Thymus* lui permettent de posséder un tel statut.

Ces constituants inhibent la peroxydation lipidique induite in vitro au niveau des mitochondries et des microsomes, il inhibent également partiellement la synthèse de l'anion superoxyde, certaine recherche indiquent le potentielle de la plante et de son huile essentielle, en prévention du vieillissements (**Thuille et al., 2003**).

Extrait aqueux des feuilles de *Thymus vulgaris L.* a présenté une activité antioxydants importante, ces caractéristiques antioxydants n'étaient pas entièrement liées à la teneur en phénols de l'huile, mais vraisemblablement fortement dépendantes de l'acide rosmarinique, c'est un composé phénolique principal dans l'extrait aqueux de *Thymus vulgaris L.* (**Thuille et al., 2003**).

9- *Moringa oleifera*

Moringaceae

9.1 Désignation vernaculaire

Langue	Arabe	Français	Anglais
Nom	Shajarat alruwag	-Moringa -Ben ailé -Arbre de vie	Drumstick Tree

9.2 Classification botanique

Selon (Laleye et al., 2015)

- Règne : Plantae
- Sous-règne : Tracheobionta
- Division : Magnoliophyta
- Classe : Magnoliopsida
- Sous-classe : Dilleniidae
- Ordre : Capparales
- Famille : Moringaceae
- Genre : *Moringa*
- Espèce : *Moringa oleifera*



Figure 37 : *Moringa oleifera*

(Isabelle, 2019)

9.3 Description botanique

Moringa oleifera est un arbre ou arbuste de 12 mètre de hauteur et son diamètre peut atteindre jusqu'à 40 cm (Delpha, 2011). Les feuilles de cette plante se développent dans la partie terminale des branches. Elles mesurent 20 à 70 cm de long avec un long pétiole 8 à 10 paires de pennes, chacune de ces deux paires de pennes présentent des folioles ovales, de couleur vert claire, d'environ 1 à 2 cm de long (Saint-Sauveur, 2010 ; Morton, 1991). Les fleurs sont blanches ou de couleur crème, avec des points jaunes à la base, mesurent 2.5 cm de large. Il se caractérise par leur abondance et leur odeur agréable (Hédji et al., 2014). Les fruits sont en

forme de gousses à trois valves allongées, de couleur vert foncé et deviennent à maturité marron claire ou brun. Ces gousses contiennent 10 à 20 graines rondes (**Boukandoul, 2019**).

Moringa oleifera est un arbre originaire des régions d'Agra et Oudh, au nord-est de l'Inde, au sud de la chaîne de montagne de Himalaya, mais aujourd'hui il est cultivé dans toutes les régions subtropicales et tropicales du monde (**Rajangam et al., 2001**). Cette plante peut se trouver dans des zones très arides comme le Sahara, mais elle préfère les climats semi-tropicaux humides (**Olson, 2001**).

9.4 Domaine d'utilisation

Moringa oleifera se distingue par une grande utilité de toutes ses différentes parties (feuilles, fruits, racines, fleurs, écorces) dans plusieurs domaines. Elle est d'usage courant en médecine traditionnelle et en alimentation humaine et dans les sociétés africaines et asiatiques (**Aberra et al., 2011 ; Giridhari et al., 2011**).

Les feuilles contiennent une très grande concentration de vitamines, de certains minéraux, de protéines, elle possède les 10 acides aminés et les acides gras essentiels. Ces feuilles peuvent se consommer fraîches ou en poudre et même associées aux épices comme le piment (**Broin, 2005**). Elles peuvent également être préparées en soupe ou en salade. Les jeunes gousses vertes peuvent être consommées bouillies comme des haricots (**Foidl et al., 2001**).

Moringa possède de nombreuses propriétés précieuses, cette plante est considérée comme un traitement de maladies inflammatoires, métaboliques, tumorales, infectieuses, respiratoires, l'athérosclérose, l'arthrite, soulagement de la douleur... etc, et un nombre croissant d'études scientifiques ces usages traditionnels (**Elgamily et al., 2016 ; Jaja-Chimedza et al., 2017**).

Peut être utilisée également utilisée dans certains cas de diabète pour stabiliser le taux de sucre et peut stabiliser la tension artérielle. En revanche, il ne faut jamais utiliser l'écorce des racines ou les racines pour les femmes enceintes (Fondationensemble.org).

9.5 Propriété antioxydant

Des études ont révélé la présence de 40% d'huile dans les graines de *Moringa oleifera*. La qualité de l'huile se rapprocherait de celle de l'huile d'olive, c'est-à-dire peut être utilisée comme huile végétale comestible (**Atakpama et al., 2014**). Selon l'étude réalisée par **Torres-Castillo et al., (2013)** montrée que les feuilles de *Moringa oleifera* ont une activité antioxydante forte. Cette activité antioxydante a été évaluée sur différents extraits de feuilles à l'aide de

vieillessement accéléré de l'huile de tournesol. Les résultats de l'étude ont révélé que les feuilles de *Moringa oleifera* pourraient être explorées comme source viable d'antioxydants naturels (Siddiq et al., 2005). Quelques études ont montré que les extraits de la plante ont une action préventive contre le cancer du côlon (Budda et al., 2011). Alors qu'il y a une autre étude qui a prouvé l'activité préventive contre les tumeurs de la peau suite à l'ingestion des extraits des graines de *Moringa oleifera* (Bharali et al., 2003).

10- *Cinnamomum verum*

Lauraceae

10.1 Désignation vernaculaire

Langue	Arabe	Français	Anglais
Nom	القرفة	-Cannelier (Cannelle) de Ceylan -Cannelier du Sri Lanka	Cinnamon

10.2 Classification botanique

- Règne : Plantae
- Embranchement : Spermaphytes
- Sous-embranchement : Angiospermes
- Sous-classe : Dicotylédones
- Classe : Magnoliopsida
- Ordre : Laurales ou magoliales.
- Famille : Lauracéae
- Genre : *Cinnamomum*
- Espèce : *Cinnamomum verum*



Figure 38 : *Cinnamomum verum*
(fleurs-fruits-feuilles-de.com)

10.3 Description botanique

Le cannelier est un arbre de la famille des Lauracées qui pousse dans les régions tropicales et subtropicales sur des sols légers, il ne supporte pas le froid et peut parfois devenir envahissant dans certaines régions.

Le Cannelier de Ceylan est un arbre qui peut mesurer 10 à 15 mètres de hauteur à des feuilles persistantes, coriaces, opposées. Le pétiole mesure 1 à 2 cm de long et il est strié longitudinalement sur la surface supérieure, à trois nervures principales, de couleur vert brillant sont aromatiques lors du froissement. La jeune feuille est rouge vermillon à pourpre, puis devient vert jaune, avant de devenir à maturation complète, verte brillante, luisante et lisse sur les surfaces supérieures et plus pale et glabre sur les surfaces inférieures. Les feuilles à maturité

présentent une odeur caractéristique lorsqu'on les écrase, odeur qui est absente des jeunes feuilles. Ses fleurs blanchâtres de 3 mm de diamètre d'odeur désagréable donnent des petits fruits peu charnus. A leur base se trouvent 2 petites bractées ovales et velues. Ce sont des fleurs hermaphrodites. Le fruit du Cannelier est une baie (1 cm) en forme de massue, de couleur pourpre (Fabienne, 2004).

10.4 Domaine d'utilisation

La cannelle a différentes utilisations médicinales, car elle contient des propriétés très bénéfiques pour les différents organes de l'organisme humain.

Pour le système digestif, la cannelle peut agir comme une anti-inflammatoire, digestif, réduisant l'acidité, prévient les nausées et améliorer l'appétit. Ceci grâce à ses propriétés carminatives.

Pour profiter de cet effet, prendre un thé à la cannelle le matin

Comme pour le système respiratoire, la cannelle peut servir d'expectorant, elle sert donc à traiter la bronchite, la toux, et le rhume.

Certaines études indiquent que la cannelle est efficace pour aider les diabétiques à stabiliser leur glycémie mais cela est contredit par une étude parue en janvier 2008, et action sur l'hémoglobine glyquée, prévention des troubles métaboliques

Pour la prévention des maladies neuro-dégénératives (Alzheimer, Parkinson) et du vieillissement lié au stress, Dépression et Prévention des cancers. Pour améliorer la circulation sanguine, la cannelle a un effet anticoagulant et anti-sclérotique, ce qui stimule la circulation et éviter les problèmes d'obstruction artérielle.

Enfin, pour améliorer le système reproducteur ou lié à cela, la cannelle sert à réduire la douleur menstruelle, régule la période et agit également comme un aphrodisiaque chez les femmes et les hommes. Par ailleurs, les auteurs notent que la consommation de doses importantes de cannelle ou d'extraits de cannelle peut se révéler toxique. En effet, la cannelle contient de la coumarine, une substance susceptible, chez les personnes sensibles, de causer des dommages au foie et une inflammation.

10.5 Propriété antioxydant

La cannelle a été largement étudiée pour ses vertus antioxydants. Même si les mécanismes entrant en jeu dans l'absorption par l'organisme des composants de la cannelle restent encore méconnus, son action bénéfique est reconnue.

La cannelle de Ceylan présente une activité superoxyde dismutase « like ». Le radical superoxyde O_2^- est connu pour être extrêmement nuisible et pouvant engendrer des processus d'oxydations pathogènes telles que l'inflammation, la mutagénicité, la carcinogénicité ainsi qu'un rôle dans les maladies neurodégénératives comme la maladie d'Alzheimer.

Pour pallier ces phénomènes oxydatifs, il existe une enzyme, le superoxyde dismutase (SOD) qui est capable de combattre ce radical libre.

Mancini, en 1998, va à partir de poudre de cannelles de Ceylan réaliser trois extractions : avec de l'eau, avec de l'éther, avec du méthanol. Pour mesurer l'activité antioxydant de ces extraits, il utilise une méthode de spectrométrie qui va déterminer l'oxydation du β -carotène couplé à un acide gras, l'acide linoléique. Il compare l'extrait aqueux à 0.44mg, l'extrait étheré à 0.69 mg et l'extrait méthanolique à 0.88 mg ainsi que le BHT à diverses concentrations.

(Mancini-Filho et al., 1998).

Partie

Expérimentale

**Enquête sur la consommation des plantes
riches en antioxydant dans la région de
Constantine et Skikda**

1. Problématique

La médecine traditionnelle reste la principal ressource pour la grande majorité des populations résoudre leurs problèmes de santé, non seulement parce que cela constitue partie important du patrimoine culturelle, mais aussi pour les raisons de moyens économiques limités par rapport aux produits traditionnels. Elle a été transmise d'une génération à l'autre par la communication orale, posant le danger de perte d'une certaine connaissance. L'enquête ethnobotanique s'avère indispensable pour comprendre les plantes médicinales riches en antioxydants et leurs utilisations. Une compréhension approfondie de la façon d'utiliser les plantes contre les différentes maladies est fort envisageable dans les zones où l'utilisation des plantes est toujours de grande importance (**Donatien, 2009**).

Les antioxydants permettent de protéger notre organisme contre les radicaux libres et ainsi, ils permettent la prévention de nombreuses maladies. Ils seraient efficaces pour abaisser le taux de cholestérol et réduire le risque de maladies cardio-vasculaires en empêchant l'oxydation des graisses, de prévenir les cancers, protéger les yeux, lutter contre la pollution et enfin retarder le vieillissement.

2. Objectif

Le but de notre travail est de :

- Récolter les informations sur les plantes et les aliments riches en anti oxydants utilisés à titre curatifs ou préventifs contre certaines pathologies notamment le traitement de certain cancer.
- Connaitre Les différents noms locaux, les parties utilisées, le mode de préparation et d'administration, ainsi que les effets secondaires de ces plantes.

3. Matériel et méthodes

Une enquête ethnobotanique a été menée durant la période allant de Février à Avril auprès des personnes en contact avec les plantes médicinales (villageois et herborises) à travers deux willayas de l'est algérien.

L'outil de notre enquête est un formulaire avec une liste de questions à réponses préparées pour guider l'interview semi direct, les procédés standards de l'enquête ethnobotanique ont été respecté (Annexes). Le temps consacré à chaque entrevue était d'environ 15minutes. L'interrogatoire a été réalisé en langue arabe et parfois française.

La première partie du questionnaire a concerné des informations sur l'informateur (Age, sexe, niveau d'étude, ancienneté dans le métier).

La deuxième partie a concerné les principales plantes riches en antioxydant, leurs propriétés et leurs utilisations.

4. Présentation de la zone d'étude

Les données concernant l'usage des plantes antioxydants ont été collectées chez 39 herboristes au niveau de la Wilaya de Constantine (Didouche Mourad, Hamma Bouziane, Ibn ziad, El khroub, Ain Smara, Constantine ville, Ali Mendjeli, Hricha Amar et de la wilaya de Skikda (Colle, karkra, Tamalouse, Sidi mazghiche et Azzaba).

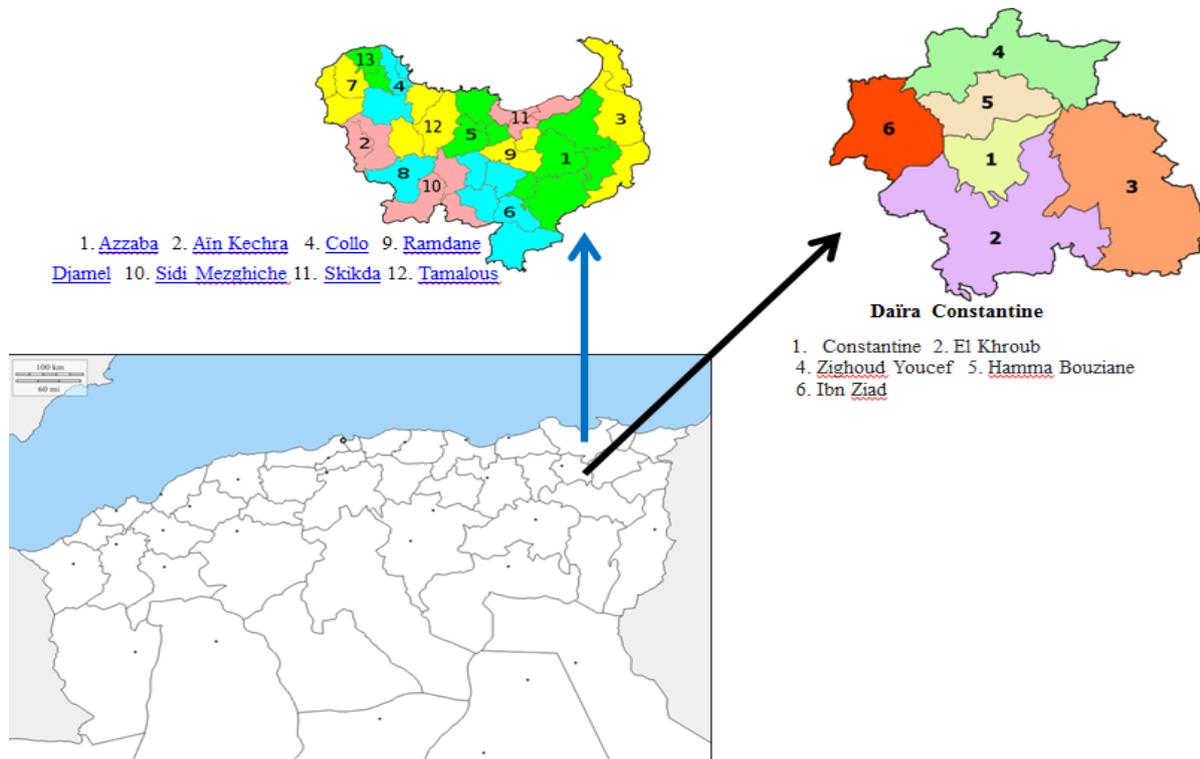


Figure 39 : Les communes concernées par l'enquête ethnobotanique

5. Traitement des données

Les données enregistrées sur les fiches d'enquêtes ont été traitées et saisies sur le logiciel Microsoft Office Excel® 2007. L'analyse des données a fait appel aux méthodes simples des statistiques descriptives. Ainsi, les variables quantitatives sont décrites en utilisant la moyenne. Les variables qualitatives sont décrites en utilisant les effectifs et les pourcentages. Pour cela on a utilisé deux indices ethnobotaniques :

- Niveau relatif de popularité (Relative Popularity Level : RPL)
- Indice de fidélité (Fidelity level : FL)

5.1 Niveau relatif de popularité (Relative Popularity Level: RPL)

Cet indice permet de classer les plantes utilisées selon leur niveau de popularité relative grâce à la formule suivante :

$$I_u / n$$

- I_u : est le nombre d'informateurs qui mentionnent une plante donnée comme étant médicinale.
- n : nombre total d'informateurs.

5.2 Indice de fidélité (Fidelity Level : FL)

L'indice de fidélité (IF) aide à apprécier l'intensité de la relation que les herboristes établissent entre une plante médicinale et son rôle dans une catégorie données de maladies.

Cet indice est calculé selon la formule proposée par **Friedman et al., (1986)**.

$$IF = I_p / I_u \times 100$$

- I_p est le nombre d'informateurs ayant affirmé l'emploi de la plante pour traiter une pathologie donnée.
- I_u est le nombre total d'informateurs qui reconnaissent le caractère médicinal de la plante (quel que soit la pathologie traitée).

6. Résultats et discussion

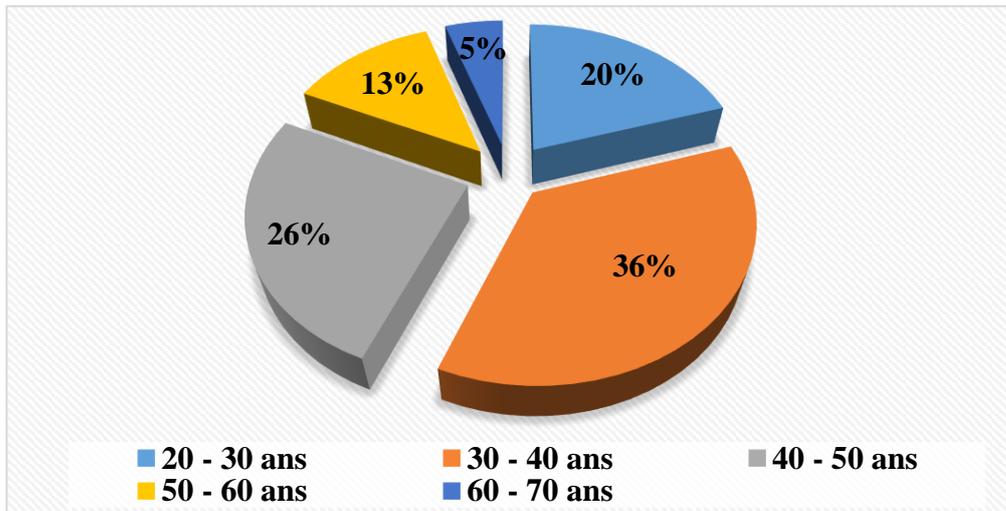
6.1 Description de la population des Informateurs

Notre enquête a concerné 39 informateurs de la wilaya de Constantine et Skikda

6.1.1 Age

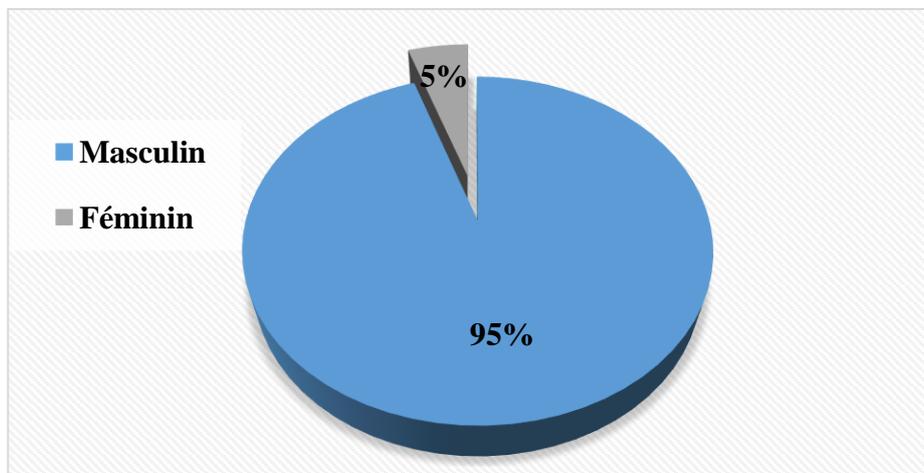
Le traitement des données nous a permis d'obtenir le Graphique 01, qui montre que l'utilisation des plantes médicinales dans notre zone d'étude est très répandue dans toutes les classes d'âge.

Les extrêmes d'âges des herboristes variaient entre 20 et 70 ans. La majorité d'entre eux 36% appartenait à la tranche d'âge (30-40 ans).



Graphique 01 : Profil des herboristes en fonction de la tranche d'âge

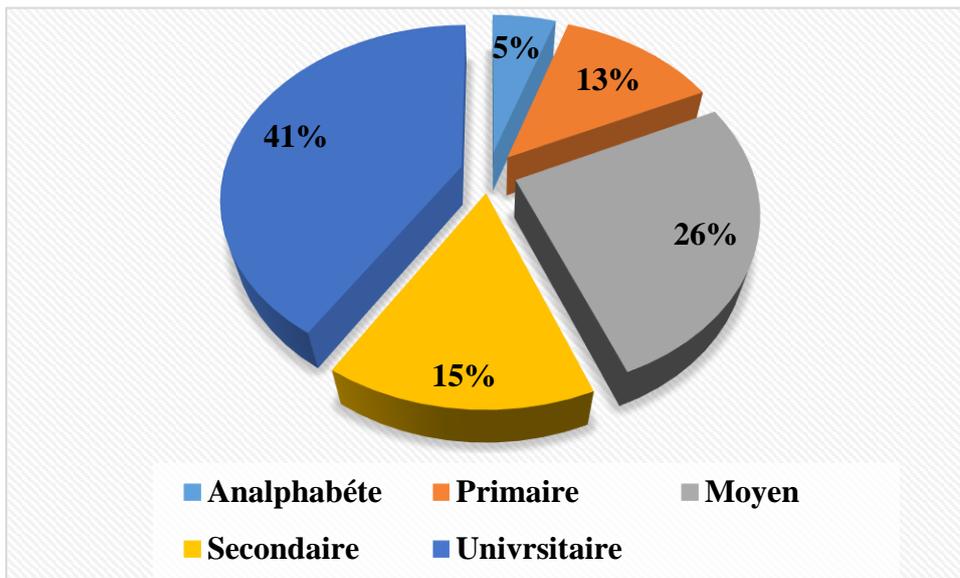
6.1.2 Sexe



Graphique 02 : Profil des herboristes selon le sexe

Dans les régions investiguées, les hommes et les femmes sont concernés par la médecine traditionnelle. Cependant, le pourcentage des hommes 95% est bien plus supérieur que celui des femmes 5%. On peut en déduire que la vente des plantes médicinales et la phytothérapie restent majoritairement un domaine d'hommes.

6.1.3 Niveau d'étude



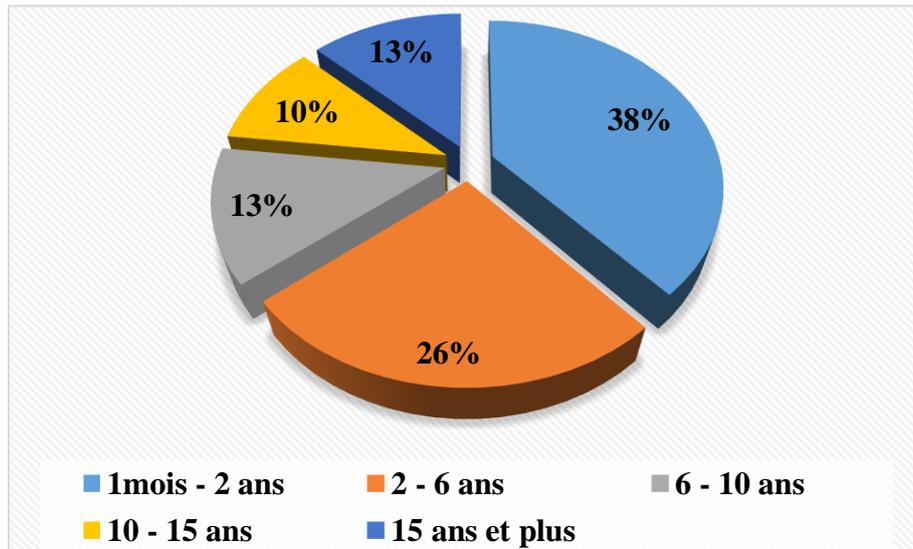
Graphique 03 : Profil des herboristes selon le niveau d'études

Graphique 03 résume le pourcentage du niveau d'instruction en effet 5% des informateurs sont analphabètes 13% ont un niveau d'étude primaire ,15% niveau secondaire et 26% niveau moyen.

On note un nouvel engouement pour la phytothérapie avec la présence des universitaires dans ce domaine avec un pourcentage de 41%.

6.1.4 Ancienneté

Le traitement des données nous a permis de constater que 38% des informateurs ont une expérience dans le domaine de plus de 15ans.



Graphique 04 : Répartition de la population selon l'Ancienneté dans le métier

6.2 Utilisation des plantes

Le traitement des données nous a permis d'inventorié plusieurs plantes utilisées pour lutter contre la rancidité nous avons calculé l'indice de popularité (RPL) pour chaque citation illustré sur le Tableau 10.

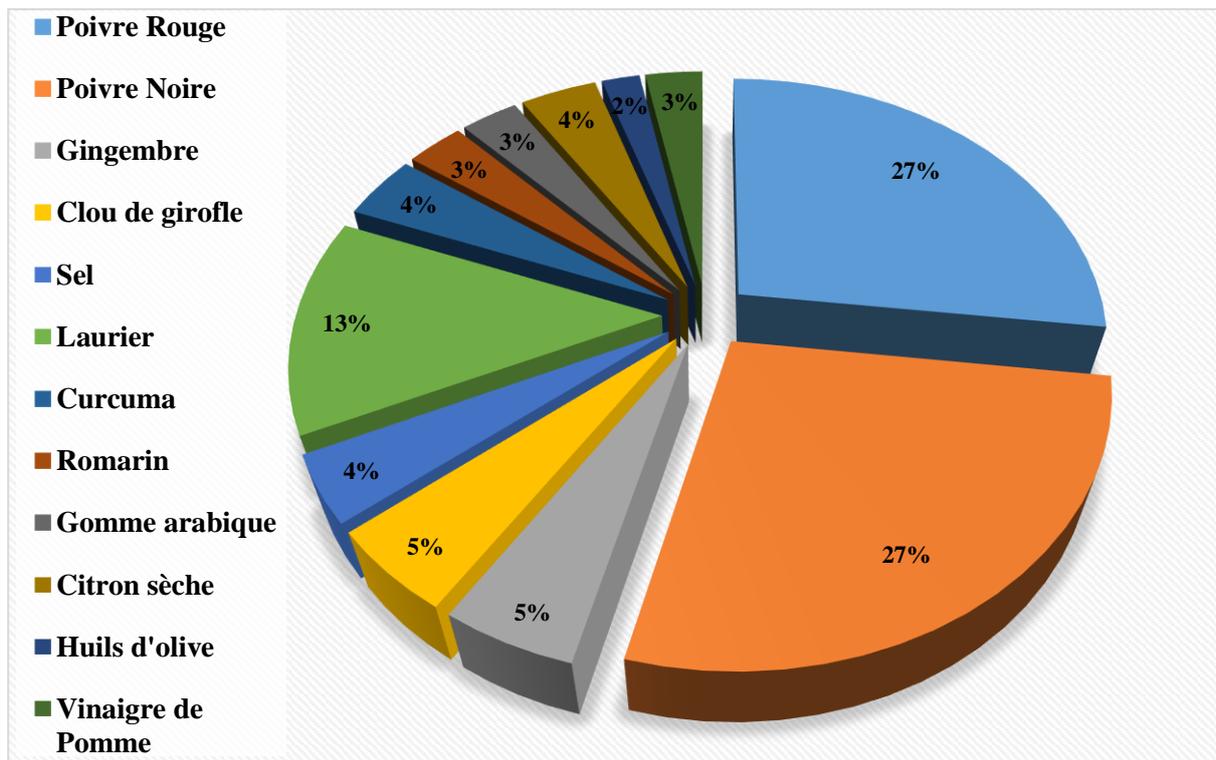
Tableau 10 : Calcule des indices relatifs de popularité (RPL)

Produits ou plantes cités	Niveau relatif de popularité : $RPL = I_{ij} / n$
Poivre rouge فلفل احمر حار	0,76
Poivre noir (حب) فلفل اسود	0,76
Laurier الرند	0,35
Gingembre الزنجبيل	0,15
Clou de girofle القرنفل	0,15
Sel الملح الخشن	0,12
Curcuma الكرم	0,12
Citron sèche الليمون المجفف	0,10
Vinaigre de pomme خل التفاح	0,07
Gomme arabique الصمغ العربي	0,07
Romarin اكليل الجبل	0,07
Huiles d'olive زيت الزيتون	0,05

Cet indice permet de classer les plantes utilisées selon leur niveau de popularité, le score de cet indice varie de 0 à 1 et permet d'apprécier l'importance locale de chaque espèce.

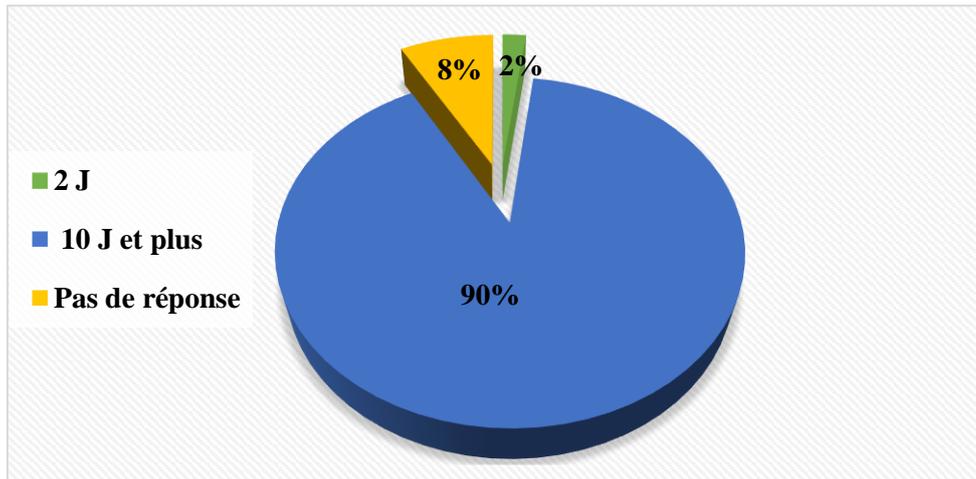
Il en ressort que le poivre rouge et le poivre noir qui ont obtenu le score élevé de 0,76 sont les deux produits les plus cités et donc les plus utilisés.

La majorité des herboristes soit 92% connaissent les plantes qui sont utilisées pour la conservation des aliments contre la détérioration, la rancidité et la décoloration et les proposent à leurs clients. (Question 1, 2, 3 et 4).



Graphique 05 : Les plantes les plus utilisées pour la conservation des aliments

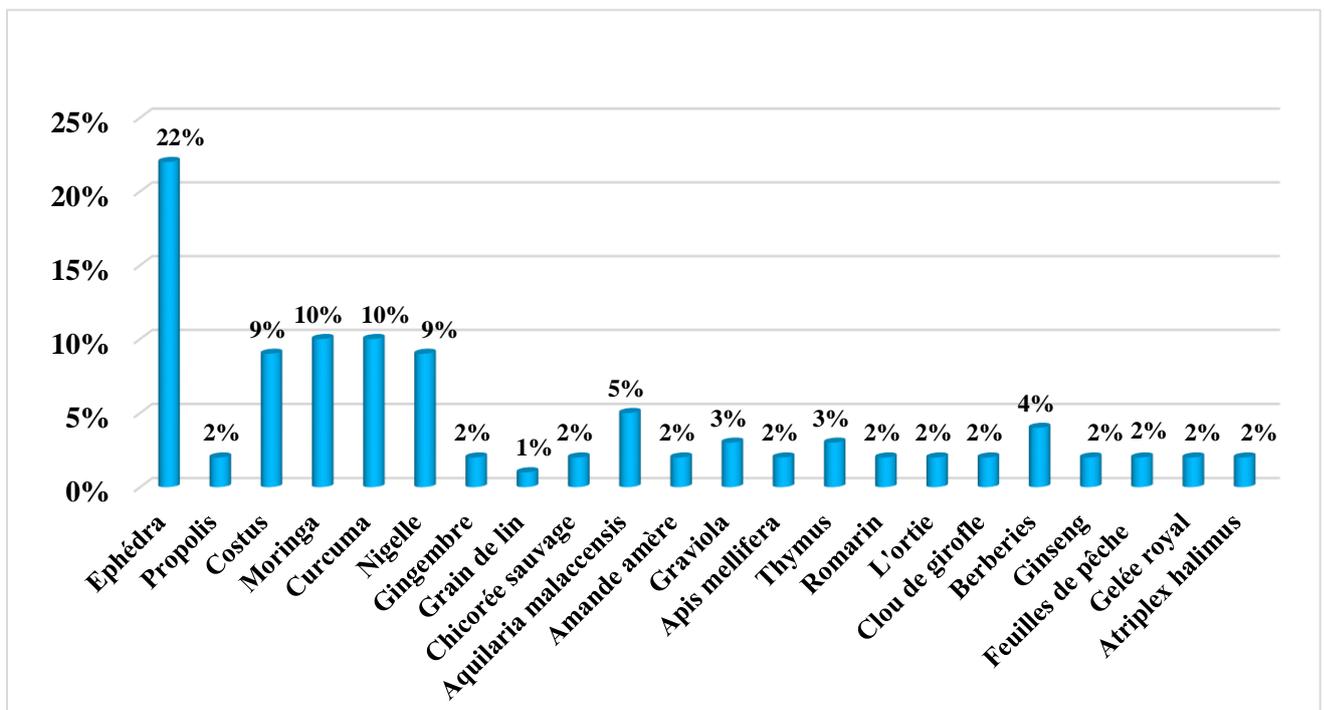
Selon 90% des herboristes la durée de conservation des aliments selon la plante utilisée est généralement de 10 Jours et plus par contre pour 2% des informateurs elle est de 2jours ,8% des herboristes déclarent ne pas connaître la durée de conservation (Question 5).



Graphique 06 : La durée de conservation selon les herboristes

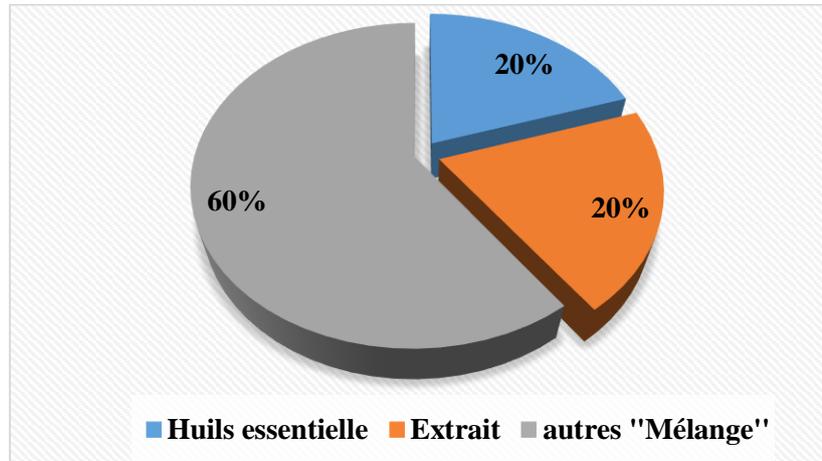
La plupart des herboristes connaissent des plantes qui sont utilisées en médecine traditionnelle avec des notions et informations sur les propriétés thérapeutiques de ces plantes (**Question 6, 7 & 8**).

92% des informateurs connaissent des sujets atteints le cancer qui utilisent les plantes médicinales, par contre 8% ne connaissent pas. 85% des herboristes sont déjà proposées l'une de ces plantes à des patients (**Question 9, 10, 11 & 12**).



Graphique 07 : Plantes les plus proposées pour les sujets atteints le cancer

38% des herboristes proposent des préparations à base de plante contre le cancer 62% ne les proposent pas et déclarent que leur vente est interdite. (Question 13 & 14).



Graphique 08 : Type de préparation proposée contre le cancer

Nous avons calculé l'indice de fidélité des principales plantes citées pour traiter le cancer mentionné sur le Tableau 11.

L'indice de fidélité (IF) aide à apprécier l'intensité de la relation que les herboristes établissent entre une plante médicinale et son rôle dans une catégorie données de maladies à savoir le traitement du cancer pour notre étude.

Cet indice permet de mesurer le degré d'utilisation relative de chacune des plantes concernées.

Tableau 11 : Calcul de l'indice de fidélité (IF)

Principales plantes citées	Indice de fidélité $IF = I_p / I_n \times 100$
Ephédra العنقدة	100%
Moringa المورينجا	86%
Curcuma الكركم	86%
Costus القسط الهندي	80%
Nigelle حبة البركة (الحبة السوداء. سينوج)	80%
Aquilaria malaccensis عود غريس	46%
Annona muricata, Graviola الجرافيوولا	26%

Il ressort des résultats que l'Ephédra, la moringa, le curcuma, le costus et la nigelle ont un Indice de Fidélité hautement significatif et sont utilisées pour le traitement des cancers.

Tableau 12 : Les préparations contre le cancer à base des plantes proposée par les herboristes

Les préparations contre le cancer à base des plantes	50g Ephedra + 50g Clou de girofle + 50g Nigelle
	Prendre un cuire de se mélange avec le miel
	10g Marjolaine + 10g Romarin + 10g Thymus + 10g Verveine + 10g Camomille + 10g Moringa + 10g Gui
	Prendre un cuire de se mélange avec un verre d'eau jusqu'à ébullition
	1kg de miel + 25g Pollen + 20g Gui + 10g Propolis + 10g Costus + 10g Thymus + 10g Gelée royal
	Prendre un cuire de se mélange 2 fois/j Berbérís + Réglisse + Miel
Prendre chaque jour un cuire à soupe	

Les plantes proposée par la population des herboristes pour le traitement du cancer avec l'effet de chaque un des plantes (Question 15).

Tableau 13 : Indications de chaque plante proposée contre le cancer

Les plantes proposées	Le cas conseillé
Ephédra (<i>Ephedra sinica</i>) 	<ul style="list-style-type: none"> • Traiter le cancer • Empêche son évolution
Costus (<i>Saussurea costus</i>) 	<ul style="list-style-type: none"> • Traiter le cancer • Empêche son évolution • Préventifs contre le cancer

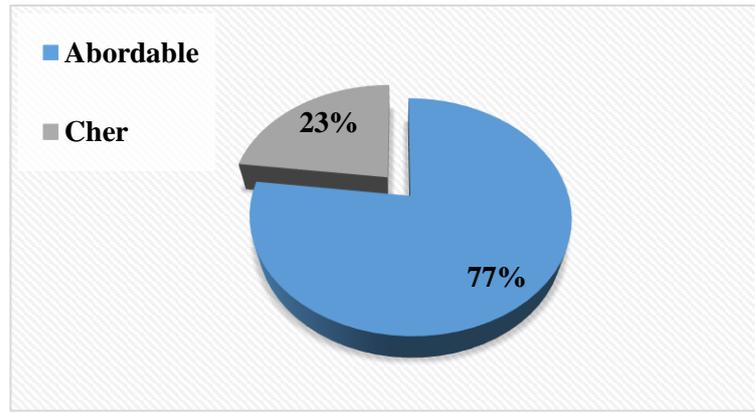
<p>Moringa (<i>Moringa oleifera</i>)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Traiter le cancer • Empêche son évolution • Atténuer les effets secondaires de la radio-chimio Thérapie • Préventifs contre le cancer
<p>Nigelle (<i>Nigelle sativa</i>)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Traiter le cancer • Préventifs contre le cancer
<p>Curcuma (<i>Curcuma longa</i>)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Traiter le cancer • Empêche son évolution • Préventifs contre le cancer
<p>Artemisia (<i>Artemisia herba-alba L.</i>)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Traiter le cancer • Atténuer les effets secondaires de la radio-chimio Thérapie • Préventifs contre le cancer
<p>L'ail (<i>Allium sativum L.</i>)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Traiter le cancer • Empêche son évolution • Atténuer les effets secondaires de la radio-chimio Thérapie • Préventifs contre le cancer
<p>Berbéris (<i>Berberis vulgaris</i>)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Traiter le cancer • Empêche son évolution • Préventifs contre le cancer
<p>L'ortie (<i>Urtica dioica L.</i>)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Traiter le cancer • Empêche son évolution • Atténuer les effets secondaires de la radio-chimio Thérapie • Préventifs contre le cancer
<p>Thymus (<i>Thymus vulgaris L.</i>)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Traiter le cancer • Empêche son évolution • Atténuer les effets secondaires de la radio-chimio Thérapie

	<ul style="list-style-type: none"> • Préventifs contre le cancer
<p>Venin d'abeille, Apitoxine (<i>Apis mellifera</i>)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Traiter le cancer • Empêche son évolution
<p>Pollen</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Traiter le cancer • Atténuer les effets secondaires de la radio-chimio Thérapie • Préventifs contre le cancer
<p>Propolis</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Traiter le cancer • Empêche son évolution • Atténuer les effets secondaires de la radio-chimio Thérapie • Préventifs contre le cancer
<p>Gingembre (<i>Zingiber officinale</i>)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Traiter le cancer • Empêche son évolution • Atténuer les effets secondaires de la radio-chimio Thérapie • Préventifs contre le cancer
<p>Clou de girofle (<i>Syzygium aromaticum</i>)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Traiter le cancer • Empêche son évolution • Préventifs contre le cancer
<p>Gelée royal</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Traiter le cancer • Atténuer les effets secondaires de la radio-chimio Thérapie

<p style="text-align: center;">Miel</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Traiter le cancer • Empêche son évolution • Atténuer les effets secondaires de la radio-chimio Thérapie
<p style="text-align: center;">Cannelle (<i>Cinnamomum verum</i>)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Traiter le cancer
<p style="text-align: center;">Camomille (<i>Matricaria chamomilla</i>)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Atténuer les effets secondaires de la radio-chimio Thérapie • Préventifs contre le cancer
<p style="text-align: center;">Ginseng (<i>Panax ginseng</i>)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Atténuer les effets secondaires de la radio-chimio Thérapie • Préventifs contre le cancer
<p style="text-align: center;">Menthe (<i>Mentha spicata</i>)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Atténuer les effets secondaires de la radio-chimio Thérapie • Préventifs contre le cancer

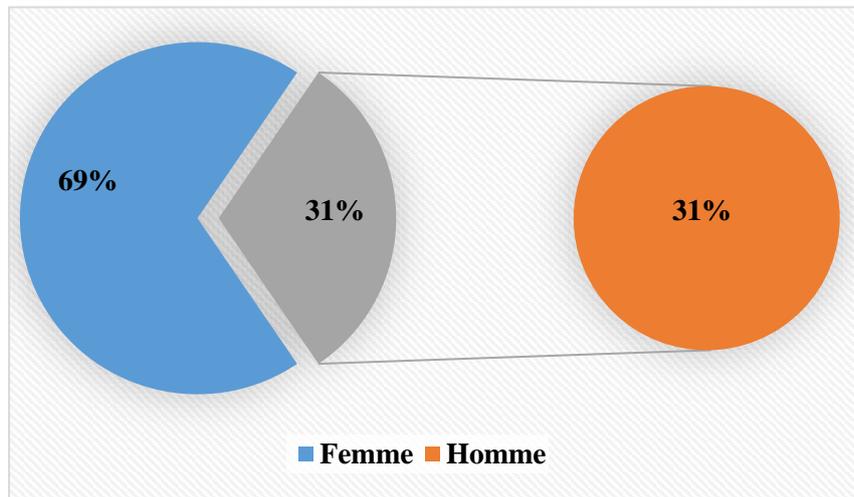
Tous les patients informent les herboristes par utilisation des plantes (**Question 16**).

Selon les réponses des herboristes il y a des plantes à prix abordable représentent 77% des réponses, 23% restent assez chers comme le Thymus, Fenugrec, Curcuma, Nigelle, Cardamome et Safran (**Question 17**).



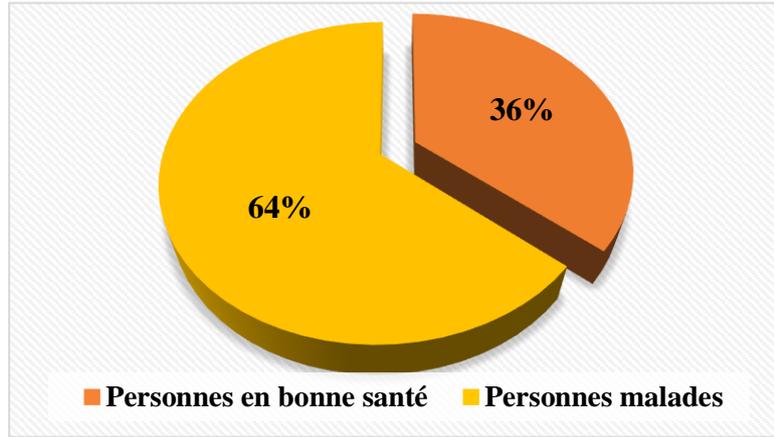
Graphique 09 : Le prix des plantes selon les herboristes

Selon les informations recueillies les deux groupes de sexe sont achètent les herbes mais les femmes sont majoritaires avec un pourcentage de 69% (**Question 18**).



Graphique 10 : Le groupe le plus achètent par rapport le sexe

Le traitement des données nous a permis de constater que les personnes malades achètent beaucoup plus des plantes médicinales avec un pourcentage de 64% contre 36% pour les personnes non malades mais qui achètent ces plantes à titre préventif. (**Question 19**).



Graphique 11 : Le groupe le plus achètent en termes d'état de santé

Les plantes les plus couramment achetées par les personnes en bonne santé et utilisées à titre préventif sont regroupées dans le Tableau 14 (Question 20).

Tableau 14 : Les plantes les plus couramment achetées par les personnes en bonne santé

Nom en arabe	Nom en français	Nom scientifique
الزعتر	Thymus	<i>Thymus vulgaris L.</i>
الكرم	Curcuma	<i>Curcuma longa</i>
البابونج	Camomille	<i>Matricaria chamomilla</i>
الريحان	Le myrte	<i>Myrtus communis</i>
الخزامة	Lavande	<i>Lavandula angustifolia</i>
النعناع	Menthe	<i>Mentha spicata</i>
القرنفل	Clou de girofle	<i>Syzygium aromaticum</i>
الشيح	Artemisia	<i>Artemisia herba-alba L.</i>
الزنجبيل	Gingembre	<i>Zingiber officinale</i>
راعي الحمام (اللويزة)	Verveine	<i>Verbena officinalis</i>
قرفة	Cannelle	<i>Cinnamomum verum</i>
ورق موسى (الرند)	Laurier	<i>Laurus nobilis L.</i>
زريعة البسباس	Grain d'aneth	<i>Anethum graveolens</i>
كمون	Cumin	<i>Cuminum cyminum L.</i>
كروية	Carvi	<i>Carum carvi</i>
حبة البركة	Nigelle	<i>Nigelle sativa</i>
الحلبة	Fenugrec	<i>Trigonella foenom-graecum</i>

السَّمْسَم (جلجلانية)	Grain de sésame	<i>Sesamum indicum</i>
الشاي	Thé	<i>Camellia sinensis</i>
حبة حلاوة (الينسون)	Anis vert	<i>Pimpinella anisum</i>
حب الرشاد (التفاء)	Cresson	<i>Lipidium sativum</i>
اكليل الجبل	Romarin	<i>Rosmarinus Officinalis L.</i>
الخنجلان	Galanga	<i>Alpinia officinarum</i>

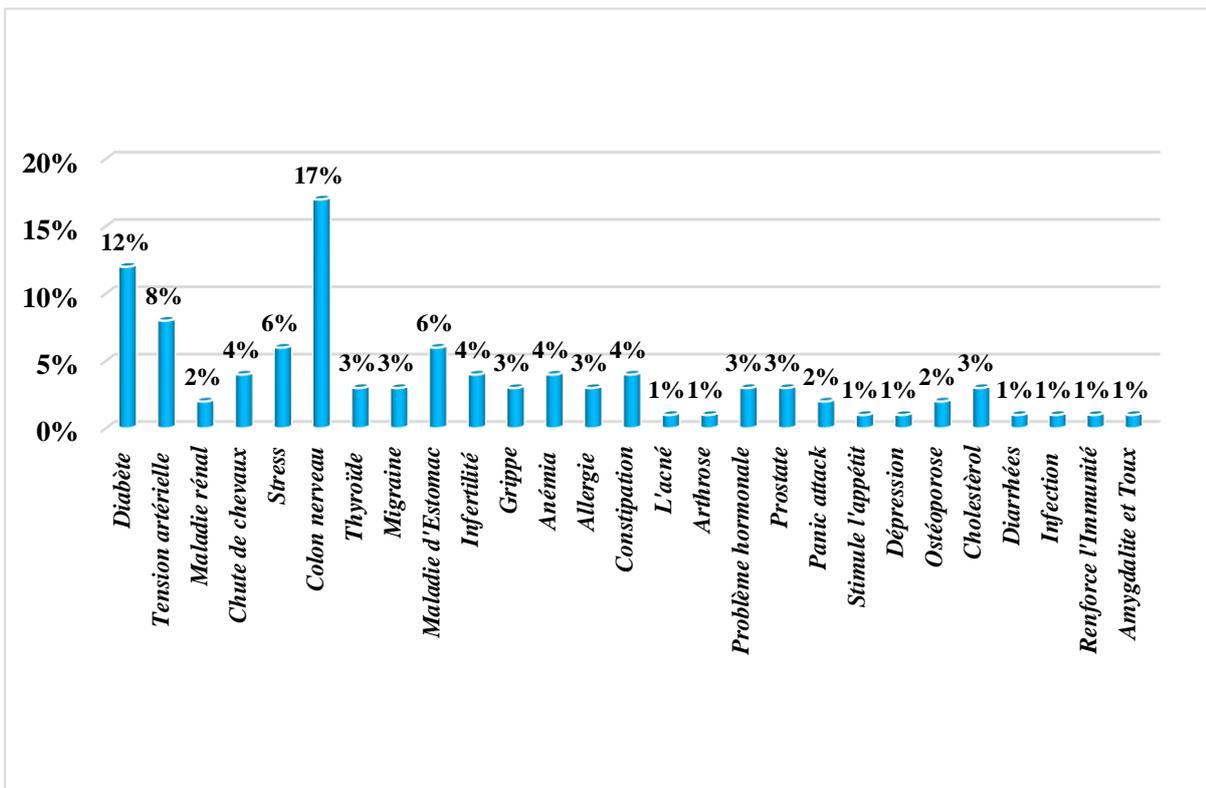
Les plantes les plus couramment achetées par les personnes malades. Sont les mêmes réponses de la question précédente plus d'autre plante sont illustrées sur le Tableau 15 (Question 21).

Tableau 15 : Les plantes les plus couramment achetées par les personnes malades

Nom en arabe	Nom en français	Nom scientifique
العكبر	Propolis	
القطف المالح	Atriplex	<i>Atriplex halimus</i>
المريمية	Sauge	<i>Salvia officinalis</i>
الكردية	Hibiscus / Roselle	<i>Hibiscus sabdariffa</i>
زريعة الكتان	Grain de lin	<i>Linum usitatissimum</i>
الفوة	Rubia	<i>Rubia tinctorum</i>
حبة الهيل	Cardamome	<i>Elettaria cardamomum</i>
اللبان	Encens oliban	<i>Boswellia carterii</i>
الترنجان	Melisse	<i>Melissa officinalis</i>
اذناب الكرز	Queues de cerise	<i>Prunus cerasus</i>
بذور اليقطين	Grain de citrouille, Grain de courge	<i>Cucurbita pepo.</i>
السنامكي	Senna	<i>Senna alexandrina</i>
عرق السوس	Réglisse	<i>Glycyrrhiza glabra L.</i>
الخروب	Caroubier	<i>Ceratonia siliqua</i>
عشبة مريم	Gattilier	<i>Vitex agnus-castus</i>
الشوفان	Avoine	<i>Avena sativa</i>
المردقوش	Marjolaine	<i>Origanum majorana</i>
القسط الهندي	Costus	<i>Saussurea costus</i>
الجنكة	Ginkgo	<i>Ginkgo biloba</i>
أوراق الزعرور	Feuille d'Aubépine	<i>Crataegus oxyacantha</i>

التالغودة	Châtaigne de terre, Noix de terre	Bunium bulbocastanum
فتات الحجر (كسارة الحجر)		Saxifragaceae
الزيفون	Tilleul	Tilia cordata
عشبة الفديسين	Millepertuis	Hypericum perforatum
دبس التمر	Mélasse de dattes (Sirop de dattes, miel de dattes)	Phoenix dactylifera

Les maladies les plus courantes selon la population des herboristes sont illustrées sur le Graphique 12 (Questions 22).



Graphique 12 : Les maladies les plus courantes

Les types de cancer qui ont été affecté positivement par les plantes riche en antioxydants (Question 23).

Tableau 16 : Les plantes médicinales qui ont un effet sur certain type de cancer

Type de cancer	Les plants médicinaux
Cancer de poumon	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Ephedra (<i>Ephedra sinica</i>) ✓ Propolis ✓ Costus (<i>Saussurea costus</i>) ✓ Armoise (<i>Artemisia herba-alba L.</i>) ✓ Curcuma (<i>Curcuma longa</i>)
Cancer d'estomac	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Camomille (<i>Matricaria chamomilla</i>) ✓ Thymus (<i>Thymus vulgaris L.</i>) ✓ Romarin (<i>Rosmarinus Officin alis L.</i>) ✓ Réglisse (<i>Glycyrrhiza glabra L.</i>)
Cancers du sang	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Marjolaine (<i>Origanum majorana</i>) ✓ L'ortie (<i>Urtica dioica L.</i>) ✓ Lavande (<i>Lavandula angustifolia</i>) ✓ Chardon-Marie (<i>Silybum marianum</i>) ✓ Ephedra (<i>Ephedra sinica</i>) ✓ L'ail (<i>Allium sativum L.</i>)
Cancers de colon	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Curcuma (<i>Curcuma longa</i>) ✓ Armoise (<i>Artemisia herba-alba L.</i>) ✓ Chardon-Marie (<i>Silybum marianum</i>) ✓ Encens oliban (<i>Boswellia carterii</i>) ✓ Gomme arabique (<i>Sengalia senegal</i>)
Cancers de sein	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Apitoxine (<i>Apis mellifera</i>) ✓ Gui, Alhoudelle (<i>Viscum album</i>) ✓ Marjolaine (<i>Origanum majorana</i>) ✓ Melisse (<i>Melissa officinalis</i>) ✓ Gelée royale ✓ Ephedra (<i>Ephedra sinica</i>) ✓ Costus (<i>Saussurea costus</i>)

Selon l'état d'évolution du cancer, le système immunitaire, Age, les analyses, selon la notice, selon le compte rendu du malade et aussi par expérience, les formations et les livres on peut donner des doses pour les patients souffrent du cancer (**Question 24**).

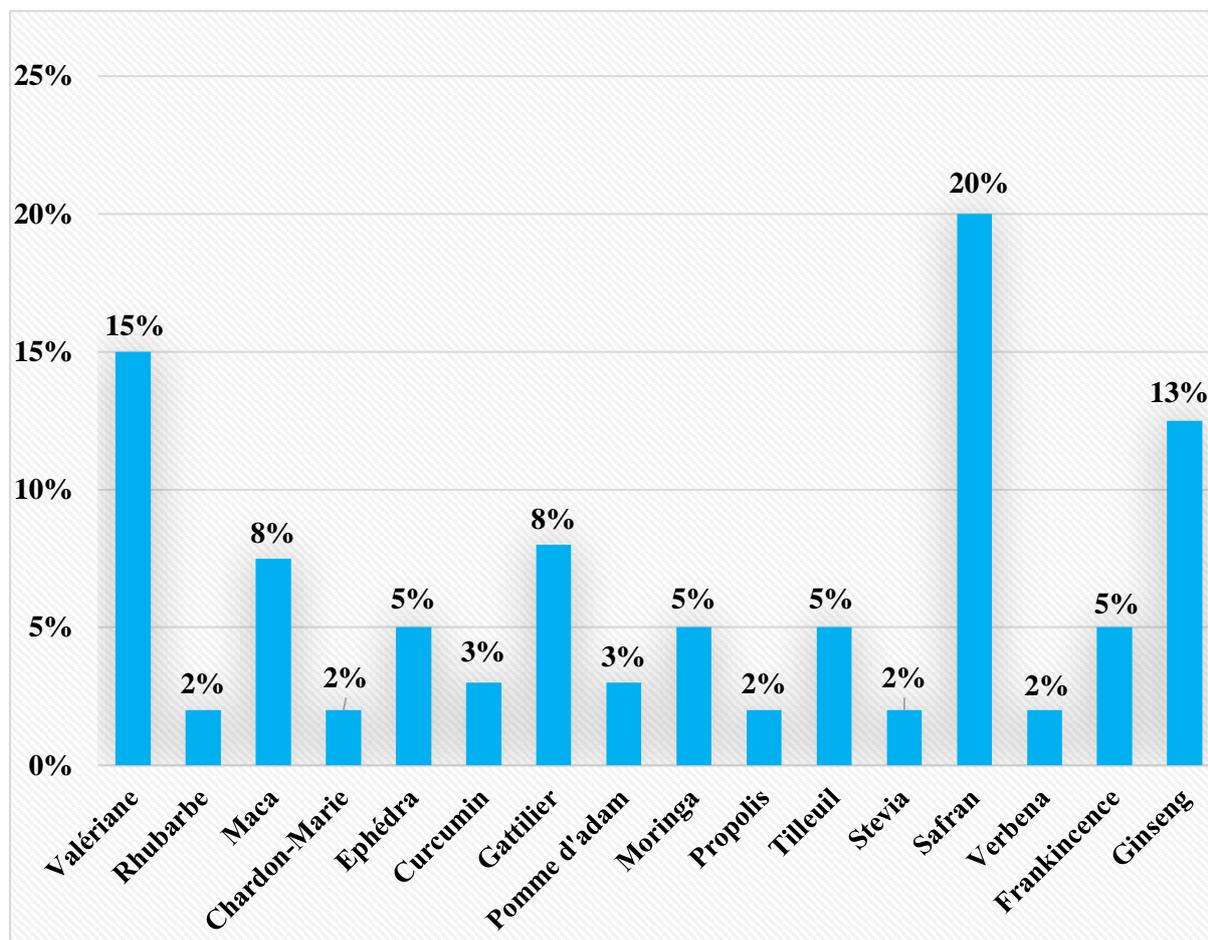
Il y a quelque effet indésirable sur les patients lors de la prise de plante riche en antioxydants comme : Vomissement, Constipation, Hyper ou hypotension, Intoxication, Allergie, Diabète, Vertige, Diarrhée, L'acné et rougeur de la peau, Anorexie. Cependant, la femme qui allaite ou en période ne doit consommer ses plantes (**Question 25**).

67% des herboristes créent des recettes à base de plantes (**Question 26**).

Tableau 17 : Exemple des recettes crée selon les maladies

<i>Type de maladie</i>	<i>Mode de préparation</i>	<i>Posologie</i>	<i>Durée de traitement</i>
Préparation de procréation	250g Ginseng + 250g Pollen de palmier + 250g Gelée royal + 250g Propolis + 250g Pollen + 500g Miel	Une seule fois par jour (le matin) Pour les deux sexes	1 mois et plus
Anémie	Caroubier + Mélasse de Caroubier + Mélasse de Dattes + Grain de Sésame + Millet	1 cuire 2 fois par jour	Selon le cas
Colon et colon nerveux	20g Grain d'Aneth + 20g Anis vert + 20g Cumin + 20g Thymus + 20g Genévrier + 20g Marjolaine + 20g Romarin + 20g Camomille + 20g Menthe + 20g Myrte = Mettre les plantes dans 1L d'eau bouillante et laisser reposer pendant 30 min	2 fois par jours	Selon le cas de la maladie
Diabète	50g Fenugrec + 50g Lupin + 50g Armoise + 50g feuille d'Olive + 50g Cannelle + 50g Cresson + 50g Grain d'Aneth + 50g Myrte + 50g Laurier = Prendre un cuire à café de ce mélange et mettre dans 250mL d'eau bouillante et laisser reposer 10 min	2 fois à 3 fois par jour Après le repas	Pendant 1 mois jusqu'à 2 mois
Migraine	20g Menthe + 20g Menthe sauvage + 250 mL d'eau bouillante laisser reposer		
Chute de cheveux	30g Lavande + 30g Romarin + 30g Laurier + Nigelle + 30g Grain de Lin = Prendre ce mélange dans 1L d'eau jusqu'à ébullition	Appliquée sur les cheveux 1h avant le douche	Une fois par semaine
Prise de poids	50g Grain de Sésame + 50g Grain de Soja + 50g Fenugrec + 50g Millet + 50g Cyperus + 50g Caroubier = Prendre un cuire à café avec l'eau ou lait ou miel	3 fois par jour	20 jours à 3 mois
Grippe	20g Verveine + 20g Gingembre + 20g Thymus + 20g Clou de girofle + 20g Menthe sauvage = Prendre un cuire à soupe de ce mélange et mettre dans 250mL d'eau bouillante et laisser reposer 10 min	3 fois par jours	Selon la maladie
Stress	20g Camomille + 20g Millepertuis + 20g Lavande + 20g Tilleuil + 20g Hibiscus + 20g Menthe = Prendre un cuire à soupe de ce mélange et mettre dans 250mL d'eau bouillante et laisser reposer 10 min	Une fois par jour 1h avant le sommeil	

Tous les herboristes ont du mal à trouver des plantes rares comme le safran et la valériane comme mentionné sur le Graphique 13 (Question 27).



Graphique 13 : Les plantes rare demandées par herboristes

CONCLUSION

La phytothérapie est une science ancestrale et millénaire, elle est actuellement sollicitée par la population. Cette étude ethnobotanique réalisée dans la région de Constantine et Skikda a montré que depuis les générations anciennes, l'utilisation traditionnelle des plantes médicinales persiste encore et cela malgré la révolution de la technologie médicale. La multiplication de ces études ethnobotaniques à l'échelle nationale permettra de mieux connaître les potentialités en ce domaine.

Références
Bibliographiques

Références Bibliographiques

«A»

- **Aberra M., Workinesh T. & Tegene N. (2011).** Effects of feeding *Moringa stenopetala* leaf meal on nutrient intake and growth performance of Rhode Island Red chicks under tropical climate. *Trop. Subtrop. Agroecosyst* ; 14 : 485-492.
- **Abderrazak M. & Joël R. (2007).** La botanique de A à Z. Ed. Dunod. Paris. 177 P.
- **Abidi A., Bahri S. & Jameleddine SBK. (2019).** Propriétés pharmacologiques et physiologiques de *Nigella sativa* L. *Revue de la littérature*.
- **Abourashed E. A., El-Alfy A. T., Khan I. A. & Walker L. (2003).** Ephedra in perspective—a current review. *Phytother. Res* ; 17 : 703-712.
- **A. Djeridane M., Yousfi B., Nadjemi D., Boutassouna P., Stocker & Vidal N. (2006).** Antioxidant activity of some Algerian medicinal plants extracts containing phenolic compounds. *Food Chemistry* ; 97 : 654-660.
- **Adwan GM., Abu-Shanab B., Adwan K., & Abu-Shanab F. (2007).** Antibacterial effects of nutraceutical plants growing in Palestine on *Pseudomonas aeruginosa*. *Turkish Journal of Biology* ; 30 (4) : 239-242.
- **Agban A., Gbogbo KA., Hoekou YP., Atchou K., Tchacondo T., Batawila K., Souza C. & Gbeassor M. (2013).** Évaluation de l'activité antifongique des extraits de *Cassia alata* L. et de *Piliostigma thonningii* (Schumach.) Milne Redh. (Fabaceae) sur *Candida albicans*. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*; 7 (3) : 1041-104. DOI : <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v7i3.12>
- **Alain S. (2014).** Les antioxydants de A à Z, journaliste scientifique, www.doctissimo.fr
- **Aljabre SHM., Randhawa MA., Akhtar N., Alakloby OM., Alqurashi AM. & Aldossary A., (2005).** Antidermatophyte activity of ether extracts of *Nigella sativa* L. and its active principle, thymoquinone. *Journal of Ethnopharmacology* ; 101 : 116-119.
- **Al-Mustafa A. H. & Al-Thunibat O. Y. (2008).** Antioxidant activity of some Jordanian medicinal plants used traditionally for treatment of diabetes. *Pak. J. of biol. sci.: PJBS* ; 11 (3) : 351-8.
- **Al-Rimawi F., Abu-Lafi S., Abbad J., Alamarneh A., Sawahreh RA. & Odeh I. (2017).** Analysis Of Phenolic And Flavonoids Of Wild *Ephedra Alata*. Plant Extracts By Lc/Pda and Lc/Ms and Their Antioxidant Activity. *African journal of traditional, complementary, and alternative medicines: AJTCAM* ; 14 (2) : 130–141.

- **Al-Sanafi AE. (2017).** Therapeutic importance of *Ephedra alata* and *Ephedra folita*-A review. *Indo Am. J. P. Sci* ; 4 (2) : 399-406.
- **Amiot-Carlin M-J. (2007).** Rapport INRA " Les fruits et légumes dans l'alimentation". 374.
- **Amiot J. (2005).** *Thymus vulgaris*, un cas de polymorphisme chimique pour comprendre l'écologie évolutive des composés secondaires (Doctoral dissertation, École nationale supérieure agronomique (Montpellier).
- **Andlauer W. (2014).** Le rôle des polyphénols dans le vin le thé le café et le chocolat, P1 TOIVONEN P-M-A., BRUMMELL D., 2008. Biochemical bases of appearance and texture changes in fresh-cut vegetables and fruits. *Postharvest Biol. Technol* ; 48 : 1-14.
- **Aniaïl (2007).** Association Nationale Interprofessionnelle de l'Ail Etude réalisée pour l'ANIAIL par le service commun des laboratoires du ministère d'Économie des Finances et de l'Industrie - Laboratoire de Bordeaux-Pessac.
- **Anne Butin (2017).** Le gingembre : de son utilisation ancestrale à un avenir prometteur, pour obtenir le Diplôme d'état de docteur en pharmacie. Université de Lorraine.
- **Apak R., Güçlü K., Özyürek M. & Karademir SE. (2004).** Novel Total Antioxidant Capacity Index for Dietary Polyphenols and Vitamins C and E, Using Their Cupric Ion Reducing Capability in the Presence of Neocuproine: CUPRAC Method. *J Agric Food Chem.*; 52 (26) : 7970-7981.
- **Atakpama W., Kponor E. G. E., Kanda M., Dourma M., Nare M., Batawila K. & Akpagana K., (2014).** *Moringa oleifera* Lamarck (*Moringaceae*) : Une ressource phytogénétique à usage multiple. *CAMES* ; 2 : 6-14.
- **Athamena S., Chalghem I., Kassah-Laouar A., Laroui S. & Khebri S. (2010).** Activité antioxydant et antimicrobienne d'extraits de *Cuminum cyminum l.* *Lebanese Science Journal* ; 11 (1) : 69-81.

«B»

- **Badary OA., Taha RA., Gamal El-Din AM. & Abdel-Wahab MH. (2003).** Thymoquinone Is a Potent Superoxide Anion Scavenger. *Drug and Chemical Toxicology* ; 26 (2) : 87-98.
- **Barati S., Baigi G., Beigi S. & Dehghani M. (2013).** The effects of *Thymus daenensis* extract on maintenance and growth of yogurt starter bacteria. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences.* 4 (2) : 468-471.
- **Béliveau R., & Gingras D. (2005).** La prévention et le traitement du cancer par l'alimentation. Les aliments contre le cancer Éd. du Trécarré, Canada.

- **Bell A. & Bachman S. (2011).** *Ephedra alata*. The IUCN Red List of Threatened Species. T201688A9165505, the IUCN Red List Partnership. 7 P.
- **Benkaci-Ali F., Baaliouamer A., Meklati BY. & Chemat F. (2007).** Chemical composition of seed essential oils from Algerian *Nigella sativa* extracted by microwave and hydro distillation. *Flavour and fragrance journal* ; 22 : 148-153.
- **Bahorun T. (1997).** Substances naturelles actives : la flore mauricienne, une source D'approvisionnement potentiels, AMAS. Université de Maurice : 83-94.
- **Bartosikova A., Necas J., Suchy C. & Kubinova U. (2003).** Antioxydative effects of morine in ischemia, reperfusion of kidney in the laboratory. *Drug and Chemical Toxicology* ; 72 : 87-94.
- **Bartosz, G. (2003).** Generation of reactive oxygen species in biological systems. *Comments on Toxicology* ; 9 (1) : 5-21.
- **Bedard K., & Krause KH. (2007).** The NOX family of ROS-generating NADPH oxidases: Physiology and Pathophysiology. *Physiological reviews* ; 87 (1) : 245-313.
- **Benard K. (2009).** Etude de l'impact de la nutrition azotée et des conditions de culture sur le contenu en polyphénols chez la tomate. Thèse de doctorat. Nancy Université-Inra. 260 P.
- **Benhamou N. (2009).** La résistance chez les plantes. *Lavoisier (ed.)*. Paris. 376 P.
- **Bharali R., Tabassum J. & Azad M. R. H. (2003).** Chemomodulatory effect of *Moringa oleifera* Lam. On hepatic carcinogen metabolizing enzymes, antioxidant parameters and skin papillomagenesis in mice. *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention* ; 4(2) : 131-140.
- **Bisbal C., Lambert K. & Avignon A. (2010).** Antioxidants and glucose metabolism disorders. *Journal: Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care - CURR OPIN CLIN NUTR METAB CA*, 13 (4) : 439-446.
- **Blaiche D. (2001).** Equation-Nutrition n°16 (APRIFEL). Directeur de recherche INSERM-INRA Unité de nutrition lipidique-DIJON France : 23-30.
- **Borek C. (2001).** Antioxidant health effect of aged garlic extract. *J Nutr*. 131 : 1010S- 1015S.
- **Boubekri C. (2014).** Etude de l'activité antioxydant des polyphénols extraits de *Solanum melongena* par des techniques électrochimiques. Pour l'obtention Du diplôme de Doctorat en sciences Spécialité Chimie. Université Mohamed Khider -Biskra.
- **Boukandoul S., Casal S. & Zaidi F. (2019).** *Moringa oleifera* seed oil: Production, uses and health benefits. In: Hong, N.Kh.D. (Ed.), *Seed oil: Production, uses and benefits*. *Nova Science Publishers*; New York. 1-27.

- **Bouzabata A. & Nihed Z. (2013).** Ethnobotanique et utilisations du *Curcuma longa L.* en Algérie, Munich, *GRIN Verlag* ; 94 P.
- **Brat P., Georges S., Bellamy A., Chaffaut L., Scalbert A., Mennen L., Arnault N. & Amiotm J. (2006).** Daily polyphenol intake in France from fruits and vegetables. *Journal of Nutrition* ; 136 (9) : 2368-2373.
- **Broin M. (2005).** Composition nutritionnelle des feuilles de *Moringa oleifera*. *CTA* ; 5 P. Disponible sur <http://www.moringanews.org>.
- **Bruneton J. (1999).** Pharmacognosie et phytochimie des plantes médicinales. 3^{ème} Ed Tec & Doc. Paris.
- **Bruneton J. (2009).** Pharmacognosie Phytochimie Plantes médicinales, 4^{ème} Ed Tec & Doc. Paris. 1269 P.
- **Bruneton J. (2015).** Pharmacognosie Phytochimie - Plantes médicinales, 5^{ème} Ed Tec & Doc, Lavoisier, Paris. 1504 P.
- **Bruno C. (2007).** Étude théorique des mécanismes d'oxydation de thiols en milieu d'intérêt biologique. Biochimie [q-bio.BM]. Université de Franche-Comté.
- **Budda S., Butryee C., Tuntipopipat S., Rungsipipat A., Wangnaitum S., Lee JS. & Kupradinun P. (2011).** Suppressive effects of *Moringa oleifera* Lam pod against mouse colon carcinogenesis induced by azoxymethane and dextran sodium sulfate. *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention* ; 12 : 3221-3228.

«C»

- **Carange J. (2010).** Rôle antioxydant et anti-apoptotique des brassinostéroïdes, une nouvelle stratégie de neuroprotection ?. Mémoire de fin d'étude : Biophysique et Biologie cellulaire. Université du Québec, 125 P.
- **Cerniauskaite D. (2010).** Glucosinolates - Myrosinase : Synthèse de substrats naturels et artificiels, inhibiteurs et produits de transformation enzymatique. Présentée pour obtenir le grade de Docteur de l'Université d'Orléans et de l'Université technologique de Kaunas, Université d'Orléans.
- **Chanforan C. (2010).** Stabilité de micro constituants de la tomate (composés phénoliques caroténoïdes, vitamine C et E) au cours des procédés de transformation : études en systèmes modèles, mise au point d'un modèle stoechio-cinétique et validation pour l'étape unitaire de préparation de sauce tomate. Présentée pour obtenir le grade de Docteur en Sciences, Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse.

- **Chong-Hyeon Y., Soo-Jin C., Sang-Won L. & Yong-Beom P. (2012).** L'acide gallique, acide polyphénolique naturel, induit l'apoptose et inhibe l'expression des gènes pro-inflammatoires dans les synoviocytes fibroblastiques de polyarthrite rhumatoïde. *Revue du rhumatisme* ; 80 (2013) : 271-278.
- **Christelle H. (2010).** Le curcuma, de l'épice au médicament, Thèse pour l'obtention Du diplôme d'état de docteur en pharmacie, université Henri Poincaré, Nancy 1, France, 35 P.
- **Codoñer-Franch P., Valls-Belles V., Arilla-Codoñer A. & Alonso-Iglesias E. (2011).** Oxidant mechanisms in childhood obesity: the link between inflammation and oxidative stress. *Translational Res* ; 158 (6) : 369-384. DOI : <http://10.1016/j.trsl.2011.08.004>
- **Combris P., Carlin MJ., Caillavet F., Causse M., Dallongeville J., Padilla M., Renard C. & Soler LJ. (2007).** Les fruits et légumes dans l'alimentation. Enjeux et déterminants de la consommation. Expertise scientifique collective, synthèse du rapport, *INRA (France)* : 84 P.
- **Commoner B., Townsend J. & Pake GE. (1954).** Free radicals in biological materials. *Nature* ; 174 : 689-91.
- **Cook J. (1998).** Nutraceuticals for Cardiovascular Health, *American Journal Cardiology*. N° 19 ; 10 : 43-46.
- **Côté Maison (2018).** Tout savoir sur le curcuma, une plante exotique aux racines d'exception. cotemaison.fr

«D»

- **Dacosta Y. (2003).** Les phytonutriments bioactifs, *YVES DACOSTA ed. Paris*.
- **D'Antuono LF, Moretti A. & Lovato AFS. (2002).** Seed yield yield components oil content and essential oil content and composition of *Nigella sativa* L. and *Nigelladamasцена* L. *Industrial Crops and Products* ; 15 : 59-69.
- **D'Archivio M., Filesi C., Di Benedetto R., Gargiulo R., Giovannini C & Masella R. (2007).** Polyphenols, dietary sources and bioavailability. *Ann. Ist. Super Sanità* ; 43 (4) : 348-361.
- **Dauqan EMA. & Abdullah A. (2017).** Medicinal and functional values of thyme (*Thymus vulgaris* L.) Herb. *Journal of Applied Biology & Biotechnology* ; 5 (2) : 17-22.
- **Delahaye J. (2015).** Utilisations de l'ortie-*Urtica dioïca* L, pour le Diplôme d'état de Docteur en pharmacie. Université de Rouen UFR de médecine et de pharmacie.

- **Delattre J., Beaudoux J. L., & Bonnefont-Rousselot. (2005).** Radicaux libres et stress Oxydant : aspects biologiques et pathologiques. *Edition Lavoisier TEC & DOC éditions Médicales Internationales, Paris*, 1-23 P.
- **Delaveau (1987).** Les épices. Histoire, description et usage des différents épices, aromates et condiments. *Paris. Albin Michel.* 130-136.
- **Delpha I. (2011).** Moringa (*Moringa oleifera* Lam.). Utilisations actuelles et intérêt pharmacologique. Thèse d'exercice pharmacie. Univ. Paul Sabatier Toulouse ; 3 : 232 P.
- **Denise B., Francesca F., Angela F., Bruno S., Ylenia Z. & Rossella Di S. (2020).** Antioxidant and Anti-Inflammatory Properties of Cherry Extract: Nano systems-Based Strategies to Improve Endothelial Function and Intestinal Absorption. *Foods* ; 9 : 207-22.
- **De Rijke E., Out P., Niessen WMA., Ariese F., Gooijer C. & Brinkman UAT. (2006).** Analytical separation and detection methods for flavonoids, *Journal of Chromatography A* ; 1112 : 31-63.
- **Desmier T. (2016).** Les antioxydants de nos jours : définition et applications, thèse pour le diplôme d'état de docteur en pharmacie - université de limoges.
- **Di Lorenzo C., Francesca C., Simone B., Creina S. & Patrizia R. (2021).** Polyphenols and Human Health: The Role of Bioavailability; *Nutrients* ; 13 : 273.
- **Djenidi H. (2019).** Activité antioxydant et anti radicalaire des aliments d'origine végétale consommés dans les régions de Biskra et Sétif, Pour l'obtention du diplôme de Doctorat en biochimie - Université Ferhat Abbas Sétif 1.
- **Donatien K. (2009).** Enquête ethnobotaniques de six plantes médicinales maliennes : extraction, identification D'Alcaloïdes- Caractérisation, quantification de polyphénols : étude de leur activité antioxydants. Biologie végétale. Université Paule Verlaine- Metz Française.
- **Dr Claire Condemine P. (2020).** La Nigelle un anti-viral pour la COVID-19?. Institut d'Hygiologie. Hygiologie.org
- **Dugan L. R. (1979).** Natural antioxidants in "Autoxidation in Food and Biological Systems" *Eds. MG Simic and M. Karel. Plenum Press, New York:* 261-282.
- **Durand D., Damon M. & Gobert M. (2013).** Le stress oxydant chez les animaux de rente : Principes généraux. *Cahiers de nutrition et de diététique* ; 48 : 218-224.

«E»

- **Edeas M. (2006).** La curcumine. *Phytothérapie* ; 230-233.

- **Egbuna C. (2021).** Bioactive compounds effective against type 2 diabète Mellitus: A systematic review. *Curr top med chem* ; 9 mai 2021.
- **Elgamily H., Moussa A., Elboraey A., EL-Sayed H., Al-Moghazy M. & Abdalla A. (2016).** Microbiological assessment of Moringa oleifera extracts and its incorporation in novel dental remedies against some oral pathogens. *Open Access Maced J Med Sci* ; 4 (4) : 585-590. *Egypt.*
- **El Ouali Lalami A., El-Akhal F., Ouedrhiri W., Ouazzani Chahdi F., Guemmouh R. & Greche H. (2013).** Composition chimique et activité antibactérienne des huiles essentielles de deux plantes aromatiques du centre nord marocain : *Thymus vulagris* et *Thymus satureioidis*. *Les Technologies de Laboratoire* ; 8 (31) : 27-33.
- **Equipe rédactionnelle de Nutrixeal Info (2021).** Glucosinolates.
- **Extenso (2016).** Maladies cardiovasculaires-des phytostérols pour abaisser le cholestérol. Le Centre de référence sur la nutrition de l'Université de Montréal.
- **Extenso (2019).** Diabète et maladies du cœur-les phytostérols et les aliments qui en sont enrichis protègent contre les maladies cardiovasculaires. Le Centre de référence sur la nutrition de l'Université de Montréal.

«F»

- **Fabienne Edet, (2004).** La cannelle de ceylan et ses activités biologiques, pour l'obtenir du titre de docteur en pharmacie. Université Joseph Fourier.
- **Fadili K., Zerkani H., Amalich S. & Zair T. (2017).** Etude phytochimique et évaluation de l'activité antioxydante des feuilles et des fruits du *Capparis spinosa l.* *American Journal of Innovative Research and Applied Sciences* ; 5 (2) : 108-118.
- **Fao State (2004).** Microsoft Encarta 2007 -1993-2006 Microsoft Corporation.
- **Favier A. (2003).** Le stress oxydant : Intérêt conceptuel et expérimental dans la Compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique. *Actualité chimique* ; 11 (12) : 108-117.
- **Favier A. (2006).** Stress oxydant et pathologies humaines, *Ann Pharm Fr* ; 64 : 390-396.
- **Filane E. & Toumi H. (2012).** Rôle des dérivés réactifs de l'oxygène et de l'exercice physique sur le métabolisme osseux. *Revue de rhumatisme* ; 79 : 387-392.
- **Fleuriet A., Jay-Allemand C. & Macheix JJ. (2005).** Composés phénoliques des végétaux un exemple des métabolites secondaires d'importance économique. *Presses polytechniques et universitaires romandes* ; 121-216.

- **Foidl N., Makkar H. & Becker K. (2001).** Potentiel de développement des produits du *Moringa* In Potentiel de *Moringa oleifera* en agriculture et dans l'industrie. *Dar es Salam, Tanzanie*. 29 octobre - 2 novembre.
- **François NM. (2010).** Identification de polyphénols, évaluation de leur activité antioxydants et étude de leurs propriétés biologique. Doctorat en Chimie organique. Paul Verlaine-Metz, 108 P.
- **Friedman J., Yaniv Z., Dafni A. & Palewith D. (1986).** A preliminary classification of the healing potencial of medicinal plants, based on a rational analysis of an ethnopharmacological field survey among Bedouins in the Negev desert, Israel. *Journal of Ethnopharmacology* ; 16 : 275-287.

«G»

- **Ganem S. & El-Magly U. (2008).** Antimicrobial activity and tentative identification of active compounds from the medicinal *Ephedra alata* male plant. *ITU MedSC*. 3 (1) : 7-15 P.
- **Gazengel JM. & Orecchioni AM. (2013).** Le préparateur en pharmacie, Guide théorique et pratique. 2^{ème} édition. Edition Lavoisier TEC & DOC, Paris. 1174 P.
- **Ghasemi PA., Emami BZ. & Malekpoor F. (2015).** An overview on genus *Thymus*. *Journal of Herbal Drugs (An International Journal on Medicinal Herbs)* ; 6 (2) : 93-100.
- **Ghedira K. (2006).** La nigelle cultivée : *Nigella sativa* L. (Ranunculaceae). *Phytothérapie* ; 4 : 1-7.
- **Ghedira K., Goetz P. & Le jeune R. (2009).** *Urtica dioïca* L., *Urtica urens* et/ou hybrids (Urticaceae). *Phytothérapie* ; 7 : 279-285.
- **Ghelichnia H. (2016).** Essential oil composition of three species of thymus growing wild in mazandaran, Iran. *Cercetari Agronomice in Moldova* ; 49 (2) : 107-113.
- **Ghilaine C. (2016).** Le stress oxydatif : Un assassin silencieux. 21 P.
- **Ghourri M., Zidane L. & Douira A. (2013).** Usage des plantes médicinales dans le traitement du Diabète Au Sahara marocain (Tan-Tan). *Journal of Animal & Plant Sciences* ; 17 : 2388-2411.
- **Ghrabi Z. & Sand RL. (2008).** *Artemisia herba alba* Asso. *A Guide to Medicinal Plants in North Africa* ; 49 P.
- **Giridhari AV., Malathi D. & Geetha K. (2011).** Antidiabetic property of drumstick (*Moringa oleifera*) leaf tablets. *International Journal of Health and Nutrition* ; 2 (1) : 1-5.

- **Gonzalez-Vicente A. (2017).** Garvin J.L. Effects of Reactive Oxygen Species on Tubular Transport along the Nephron/Antioxidants (Basel). 6 (2) : 23 P.
- **Gorinstein S. & Drzeviecki (2005).** Comparaison of the bioactive compounds and antioxidant potentials of fresh and cooked Polish ukrainian and israelien garlic .J Agri Food chem. 53 (7) : 2726-2732.
- **Guignard JL. (2001).** In Botanique systématique moléculaire. 12ème Edition Masson Paris. 304 P.
- **Guillén MD. & Manzanos MJ. (1998).** Study of the composition of the different parts of a Spanish *Thymus Vulgaris* L. *plqnt. Food chemistry.* 63 (3) : 373-383.
- **Guillouty A. (2016).** Plantes médicinales et antioxydants, thèse pour le Diplôme d'état de Docteur en Pharmacie- Université Toulouse III Paul Sabatier.

«H»

- **Han X., Shen T., & Lou H. (2007).** Dietary Polyphenols and Their Biological Significance. *International Journal of Molecular Sciences* ; 8 (9) : 950-988.
- **Hebidi M. (2019).** Contribution à l'étude du grain de nigelle ou cumin noir *Nigella sativa* L., en vue d'obtenir le diplôme d'Etat de Docteur en Pharmacie- Faculté de Pharmacie de Marseille.
- **Hêdji CC., Diane NS., Kpoguè G., Marcel R., Houinato & Emile DFi. (2014).** Valorisation de *Azolla* spp, *Moringa oleifera*, son de riz, et de coproduits de volaille et de poisson en alimentation animale : synthèse bibliographique. *Journal of Applied Biosciences* ; 81 : 7277-7289.
- **Hind C. (2017).** Étude cinétique et modélisation des effets des traitements thermiques et de l'environnement physico-chimique sur la dégradation et l'activité antioxydants des flavonoïdes. Pour d'obtenir le grade de docteur de l'université de Lorraine.
- **Hoffmann D. (2003).** Medical Herbalism: The Science and Practice of Herbal Medicine. *Edition Inner Traditions / Bear & Co. 90.*

«I»

- **Ichai C., Quintard H., & Orban JC. (2011).** Désordres métaboliques et réanimation: de la physiopathologie au traitement. *Springer-Verlag France* ; 427-428.
- **Ignat I., Volf I. & Popa VI. (2011).** A critical review of methods for characterisation of polyphenolic compounds in fruits and vegetables, *Food Chemistry.* 126 : 1821-1835.

- **Isabelle C. (2019).** Semis et culture du Moringa oleifera, Moringa oleifera : l'arbre de vie. gerbeaud.com
- **Iserin P. (2001).** Encyclopédie des plantes médicinales, identification, préparation, soins, par Larousse Bordas pour l'édition originale en langue française.
- **Iwai S., Nakanishi-Ueda T., Armstrong D. & Oguchi K. (2008).** Zymographical Techniques for Detection of Matrix Metalloproteinases. In: Armstrong D, ed. *Advanced Protocols in Oxidative Stress I. Methods In Molecular Biology. Humana Press* ; 477 : 113-121.

«J»

- **Jaja-Chimedza A., Graf BL., Simmler C., Kim Y., Kuhn P. & Pauli GF. (2017).** Biochemical characterization and anti-inflammatory properties of an isothiocyanate-enriched moringa (*Moringa oleifera*) seed extract USA, *PLOS ONE* ; 12 (8) : 0182658.
- **Jansen PCM., Grubben GJH. & Cardon D. (2005).** Ressources végétales de l'Afrique tropicale 3. Colorants et tanins. Wageningen, Pays-Bas : *PROTA*, 238 P.
- **Jarbi I. (2018).** Etude de l'activité antioxydante et antihyperglycémique in vitro d'une nouvelle série des dérivés des pyridazin-3 (2H)-ones. Thèse de Doctorat. Faculté de médecine et de pharmacie, Rabat, Maroc, 125 P.
- **Jarrige R. & Ruckebusch Y. (1995).** Nutrition des ruminants domestiques : Ingestion et digestion. *Editions Quae*. 57 P.
- **Javed H., Erum S., Tabassum S. & Ameen F. (2013).** An overview on medicinal importance of *thymus vulgaris*. *Journal of Asian Scientific Research* ; 3 (10) : 974-982.
- **Jesus C. (2017).** Ail, médecin, ancien directeur médical. www.doctissimo.fr
- **Jomova K. & Valko M. (2011).** Advances in metal-induced oxidative stress and human disease. *Toxicology*. 283 (2-3) : 65-87.
- **Justine O. & Carole P. (2005).** Intérêt de la supplémentation en antioxydants dans l'alimentation des carnivores domestiques. Pour obtenir le grade de Docteur vétérinaire. Université Paul-Sabatier de Toulouse.

«K»

- **Kaloustian J., El-Moselhy TF. & Portugal H. (2003).** Chemical and thermal analysis of the biopolymers in thyme (*Thymus vulgaris*). *Therm. Ochimica. Acta*. 401 : 7786 P.
- **Kawser MH., Abdal-Dayem A., Han J., Yin Y., Kyeongseok K., Kumar-Saha S., Gwang-Mo Y., Choi H. Y. & Ssang-Goo C. (2016).** Molecular Mechanisms of the Anti-

obesity and Anti-diabetic Properties of Flavonoids. *International journal of molecular Sciences* ; 17 (4) : 569 P.

- **King A. & Young G. (1999).** Characteristics and occurrence of phenolic phytochemicals.
- **Konrad A., Mahler M., Arni S., Beatrice F., Klingelhoferet S. & Seibold F. (2005).** Ameliorative Effect of IDS 30, a Stinging Nettle Leaf Extract, on Chronic Colitis ». *International journal of colorectal disease* ; 20 (1) : 9-17.
- **Kruk I., Michalska T., Lichszeld K., Kladna A. & Aboul-Enien H. (2000).** The effect of thymol and its derivatives on reactions generating reactive oxygen species. *Chemosphere* ; 41 : 1059-1064.
- **Ksouri M., Meghdiche W., Debez A., Fallah H., Grignon C., & Abdelly C. (2007).** Salinity effects on polyphenol content and antioxidant activities in leaves of the halophyte *Cakile maritime*. *Plant. Physiol. Bioch* ; 45 : 244-249.
- **Kulšić T., Dragovic-Uzelac V. & Miloš M. (2006).** Antioxidant Activity of Aqueous Tea Infusions Prepared from Oregano, Thyme and Wild Thyme. *Food Technol. Biotechnol* ; 44 (4): 485-492.
- **Kumar S. & Pandey AK. (2013).** Chemistry and biological activities of flavonoids: an overview. *Hindawi The Scientific World Journal* ; 1-16.

«L»

- **Labiad MH., Harhar H., Ghanimi A. & Tabyaoui M. (2017).** Phytochemical screening and antioxidant activity of Moroccan *Thymus satureioïdes* extracts. *Journal of Materials and Environmental Sciences* ; 8 (6) : 2132-2139.
- **Lakehal S., Meliani A., Benmimoune S., Bensouna SN., Benrebiha FZ. & Chaouia C. (2016).** Essential Oil Composition and Antimicrobial Activity of *Artemisia herba-alba* Asso Grown in Algeria. *Medicinal chemistry (Los Angeles)* ; 6 (6) : 435-439.
- **Laleye OAF., Ahissou H., Olounlade Ap., Azando EVB. & Laleye A. (2015).** Etude bibliographique de trois plantes antidiabétiques de la flore béninoise : *Khaya senegalensis* (Desr) A. Juss (Meliaceae), *Momordica charantia* Linn (Cucurbitaceae) et *Moringa oleifera* Lam (Moringaceae). *International Journal of Biological and Chemical Sciences* ; 9 (5) : 26822700.
- **Leake DS. (1998).** Flavonoids in Health and Disease, Second Edition: Effects of Flavonoids on the Oxidation of Low-Density Lipoproteins. *EBook ISBN: 978-1-4398-5811-0*. Chapter 7: 253-276.

- **Leelarungrayub N. & Rattanapanone V. (2006).** Quantitative evaluation of the antioxidant properties of garlic and shallot preparations. *J. Nutrition* ; 22 (3) : 266-74.
- **Lenoir L. (2011).** Effet protecteur des polyphénols de la verveine odorante dans un modèle d'inflammation colique chez le rat. Thèse de Doctorat : Université D'auvergne.
- **Lu HF., Sue CC., Yu CS., Chen SC., Chen GW., & Chung JG. (2004).** Diallyl disulfide (DADS) induced apoptosis undergo caspase-3 activity in human bladder cancer T24 cells. *Food.Chem.Toxicol* ; 42 (10) : 1543-1552.
- **Lusis AJ. (2000).** *Nature* ; 407: 233-241.
- **Lutge U., Kluge M. & Bauer G. (2002).** Botanique 3^{ème} Ed : Technique et documentation. *Lavoisier. Paris.* 211 P.

«**M**»

- **Maatta Riihinen KR., Kamal Eloine A. & Torronen AR. (2004).** Identification and quantification of phenolic compound berries of *Fragaria* and *Rubus* species. *Journal of agricultural and food chemistry* ; 52 : 6178-6187.
- **Magder S. (2006).** Reactive oxygen species: toxic molecules or spark of life? *Crit Care*, 10 : 208-216.
- **Maghzal GJ., Krause KH., Stocker R., & Jaquet V. (2012).** Detection of reactive oxygen species derived from the family of NOX NADPH oxidases. *Free Radical Biology and Medicine* ; 53 (10) : 1903-1918.
- **Mancini-Filho J., Van-Koij A., Mancini DAP., Ccozzolinoff & Torresrp (1998).** Antioxidant activity of cinnamon (*Cinnamomum zeylanicum* Breyn) extracts. *Boil. Chim. Farmaceutico* ; 11 : 443-447.
- **Martini MC. (2004).** Polyphénols extraits de coproduits végétaux. Article tiré de : *Arômes, Ingrédients et Additifs n° 51* : 12 P.
- **Martin S. & Andriantsitohaina R. (2002).** Mécanismes de la protection cardiaque et vasculaire des polyphénols au niveau de l'endothélium. *Pharmacologie et physico-chimie des interactions cellulaires et moléculaires*, UMR CNRS, faculté de pharmacie, université Louis-Pasteur, *France*, 51 : 304-315.
- **Mazat JP. & Ransac S. (2010).** Le complexe bc1 de la chaîne respiratoire mitochondriale fonctionne selon l'hypothèse du cycle Q de Mitchell-La preuve par une approche stochastique?. *médecine/sciences* ; 26(12) : 1079-1086.
- **Mehimmedetsi R. & Rabia M. (2018).** Pouvoir antioxydant de l'espèce *Artemisia herba alba*, pour obtention du Diplôme de Master. Université des Frères Mentouri Constantine.

- **Merghem R. (2009).** Les éléments de biochimie végétale. *Bahaeddine (ed.). Algerie*, 171 P.
- **Middleton EJ., Kandaswami C. & Theoradies TC. (2000).** The effects of plante flavonoids on mammalian cells: Implications for inflammation, heart disease, and cancer. *Pharmacol ; 52 : 673-751.*
- **Miean KH. & Mohamed S. (2001).** Flavonoid (myricetinqercetinkaempferol) content of edible tropical plant *J Agri Food chem ; 49 (6): 3106-3112.*
- **Migdal C. & Serres M. (2011).** Espèces réactives de l'oxygène et stress oxydant. *Médecine /sciences ; 27(4) : 405-412.*
- **Miguel O. (2018).** Le CBD agit-il comme un antioxydants ?. *ROYAL QUEEN SEEDS.*
- **Mithen (2000).** The nutritional significance, biosynthesis and bioavailability of glucosinolates in human foods. *Journal of the Science of Food and Agriculture ; 80 : 967-984.*
- **Mongens M. (2013).** Origine et conséquences du stress oxydant (Doctoral dissertaton). Ecole Nationale Vétérinaire D'Alfort, 121 P.
- **Morales R. (2002).** The history, botany and taxonomy of the genus *Thymus*. In: *Thyme: the genus Thymus. Ed. Taylor & Francis, London ; 1-43.*
- **Morton JF. (1991).** The horseradish tree, *Moringa pterygosperma* (Moringaceae) a boon to arid lands? *Economic botany ; 45 (3) : 318-333.*
- **Moure A., Cruz JM., Franco D., Dominguez JM., Sineiro J., Dominguez H., Núñez MJ. & Parajo JC. (2001).** Natural antioxidants from residual sources. *Food Chem ; 72 : 145-171*

«N»

- **Nabors M. (2008).** Biologie végétale : structures, fonctionnement, écologie et biotechnologies. *Pearson (Ed). France ; 152-153.*
- **Nakagawa H., Tsuta K., Kiuchi K., Senzaki H., Tanaka K., Hioki K. & Tsubura A. (2001).** Growth inhibitory effects of diallyl disulfide on human breast cancer cell lines. *Carcinogenesis ; 22 (6) : 891-897.*
- **Nicewicz DA. & Mac Millan DWC. (2008).** *Science ; 322 : 77.*
- **Nicolaou KC., Ellery SP. & Chen JS. (2009).** *Angew. Chem., Int. Ed. ; 48 : 7140 P.*
- **Ningjan L. & David DK. (2005).** Antioxidant property of coffee component. Assissment of methods that define mechanisms of action.

«O»

- **Olson ME. (2001).** Wood and bark anatomy in Moringa (Moringaceae). *Haseltonia* ; 8 : 85-121.
- **Ould El Hadj M.D., Hadj-Mahammed M. & Zabeirou H. (2003).** Place des plantes spontanées dans la médecine traditionnelle de la région d’Ouargla (sahara septentrional est). *Courrier du savoir* ; 3 : 47-51.
- **Özcan M. & Chalchat JC. (2004).** Aroma profile of Thymus vulgaris L. Growing Wild in Turkey. *Bulg. J. Plant Physiol* ; 30 (4) : 68-73.

«P»

- **Panda H. (2006).** Compendium of Herbal Plants. *Asia Pacific Business Inc., New Delhi.*
- **Patricia Hernández-Rodríguez, Ludy Pabón B. & Harold RL. (2019).** Chapter 14: Flavonoids: Potential Therapeutic Agents by Their Antioxidant Capacity. *Elsevier Inc. All rights reserved* ; 265-288 DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814774-0.00014-1>
- **Pearson RG. (1997).** Chemical Hardness: Application from molecules to solids, Wiley, *New York.*
- **Pierrick H. (2019).** Ail : bienfaits pour la santé et contre-indications, www.sante.journaldesfemmes.fr
- **Pincemaila J., Degruneb F., Voussurec S., Malherbec C., Paquotd N. & Defraigne JO. (2007).** Effet d’une alimentation riche en fruits et Légumes sur les taux plasmatiques en antioxydants et des marqueurs des dommages oxydatifs. *Ed : Elsevier Masson* ; 21: 66-75.
- **Pousset JL. (2006).** Politiques nationales : place des médicaments traditionnels en Afrique. *Méd. Trop.* ; 66 : 606-609.

«Q»

- **Quezel P. & Santa S. 1963.** Nouvelle Flore de l’Algérie et des régions désertiques méridionales. *Tome II, CNRS, Paris*, 600 P.

«R»

- **Rajangam J., Manavalan RSA., Thangaraj T., Vijayakumar A. & Muthukrishan N. (2001).** Status of Production and Utilization of Moringa in Southern India. In: development potential for Moringa products. Workshop proceedings, *DaresSalaam, Tanzania.*
- **Raven PH., Evert RF. & Eichhorn SE. (2014).** Biologie végétale. *De Boeck (ed.). Bruxelles*, 30-33.

- **Rejeb I. (2008).** Etude de l'effet de l'irradiation sur les polyphénols du curcumin. Projet de fin d'étude pour obtention du diplôme National d'Ingénieur, université du 7 novembre à Carthage.
- **Revathy S., Elumalai S., Benny M., Antony B. & Isolation (2011).** Purification and Identification of Curcuminoids from Turmeric (*Curcuma Longa L.*) by Column Chromatography. *Journal of Experimental Sciences* ; 2 (7) : 21-25.
- **Richter G. (1993).** Métabolisme des végétaux : Physiologie et biochimie. Presses Phytochimiques et Universitaires Romandes. *France*. 526 P.
- **Rodrigo R., Miranda A., & Vergara L. (2011).** Modulation of endogenous antioxidant system by wine polyphenols in human disease. *Clinica Chimica Acta* ; 412 (5-6) : 410-424.
- **Roussel AM. (2004).** Micronutriments et polyphénols antioxydants : une nouvelle voie de prévention nutritionnelle. Cahiers de nutrition et de diététique (Laboratoire de Biologie du Stress Oxydant), université Joseph-Fourier, 38041 Grenoble I, *France*. Elsevier Masson : 4-6.
- **Ruchot H. (2013).** L'oignon *Allium cepa* L3 SVB. Faculté libre des sciences et Technologies

«S»

- **Sahli R. (2017).** Etude phytochimique de quelques plantes extrémophiles tunisiennes et exploration de leur activités biologiques, Thèse de Doctorat En sciences du médicament et des autres produits de santé et En génie biologique, université de Lille.
- **Saidi I. (2019).** Caractérisation et valorisation d'une plante de la famille des fabaceae : *Gleditsia triacanthos* de la région de Sidi Bel Abbès : Extraction des substances bioactives. Pour l'obtenir du diplôme de doctorat. Université Djillali Liabès Sidi Bel Abbès.
- **Saint-Sauveur AD. (2001).** Moringa exploitation in the world: State of know ledge and challenges. «Development Potential for Moringa Products. *Dares Salaam, Tanzania, international Workshop* ; 29Oct.- 2 Nov.
- **Salehi B., Mishra AP, Shukla I., Sharifi-Rad M., Contreras MDM, Segura-Carretero A. & Sharifi-Rad J. (2018).** Thymol, thyme, and other plant sources: Health and potential uses. *Phytotherapy Research* ; 32 (9) : 1688-1706.
- **Šaponjac VT., Canadanovic-Brunet J., Cetkovic G. & Djilas S. (2016).** Chapter 6: Detection of Bioactive Compounds in Plants and Food Products. In: Nedovic, Emerging and Traditional Technologies for Safe, Healthy and Quality Food. *Food Engineering Series*. Springer International Publishing, Switzerland.

- **Sarr SO., Fall AD., Gueye R., Diop A., Diatta K., Diop N., NDiaye B. & Diop YM. (2015).** Etude de l'activité antioxydante des extraits des feuilles de *Vitex doniana* (Verbenaceae). *Int. J. Biol. Chem. Sci.* ; 9 (3) : 1263-1269. DOI : <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v9i3.11>
- **Scalbert A., Canach C., Morand C. & Rémésy C. (2005).** Dietary polyphenols and the prevention of diseases. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* ; 45 : 287-306.
- **Scapagnini G., Caruso C. & Calabrese V. (2010).** Therapeutic potential of dietary polyphenols against brain ageing and neurodegenerative disorders. *Advances in Experimental Medicine and Biology* ; 698 : 27-35.
- **Selmi C., Mao K., Keen L., Schmitz H. & Gershwin M. (2006).** The anti-inflammatory properties of cocoa flavanols, *Journal of Cardiovascular Pharmacology* ; 47 (2) : 163-171.
- **Senay U. (2018).** Glucosinotates in Cruciferous Vegetables and Their Health Benefits, University of Wisconsin-Madison.
- **Siddiq A., Anwar F., Manzoor M. & Ammara F. (2005).** Antioxidant activity of different solvent extract of *Moringa oleifera* leaves under accelerated storage of sunflower oil. *Asian journal of plant sciences* ; 4 (6) : 630-635.
- **Silberberge M., Morand C., Mathevon T., Besson C., Manach C., Scalbert A. & Rémésy C. (2006).** The bioavailability of polyphenols is highly governed by the capacity of the intestine and of the liver to secrete conjugated metabolites. *Eur J Nutr* ; 45 (2) : 88-96.
- **Stéphane C. (2018).** Les additifs alimentaires : législation et problèmes liés à leur utilisation. *Sciences pharmaceutiques* ; 1995.
- **Stöckigt J., Sheludko Y., Unger M., Gerasimenko I., Warzecha H. & Stöckigt D. (2002).** Highperformance liquid chromatographic, capillary electrophoretic and capillary electrophoreticelectrospray ionization mass spectrometric analysis of selected alkaloid groups, *Journal of chromatography A* ; 967 : 85-113.

«T»

- **Tahraoui A., El Hilaly J., Israili ZH. & Lyoussi B. (2007).** Ethnopharmacological survey of plants used in the traditional treatment of hypertension and diabetes in south-eastern Morocco (Errachidia province). *J. Ethnopharmacol.* ; 110 : 105-117.
- **Thuille N., Fille M. & Nagl M. (2003).** Bactericidal activity of herbal extracts. *Int. J. Hyg. Environ. Health* ; 206 : 217-221.

- **Tiffany CE. (2012).** Le potentiel antioxydant de l'alimentation tel qu'estimé par le score ORAC : une comparaison des apports des personnes âgées avec démence du type Alzheimer avec ceux des témoins sans problèmes cognitifs, université de Montréal.
- **Toivonen PMA. & Brummell D. (2008).** Biochemical bases of appearance and texture changes in fresh-cut vegetables and fruits. *Postharvest Biol. Technol* ; 48 : 1-14.
- **Tomita Y, Himeno K, Nomoto K, Endo H, Hirohata T. (1987).** Augmentation of tumor immunity against syngeneic tumors in mice by beta-carotene. *J Natl Cancer Inst. Apr* ; 78 (4) : 679-81.
- **Toparslan C. (2012).** *A propos de Nigella sativa L* (Doctoral dissertation, Université de Lorraine).
- **Torres-Castillo JA., Sinagawa-García SR., Martínez-Ávila GCG., López-Flores AB., Sánchez-González EI., Aguirre-Arzola VE., Torres-Acosta RI., Olivares-Sáenz E., Osorio-Hernández E. & Gutiérrez-Díez A. (2013).** *Moringa oleifera*: phytochemical detection, antioxidants, enzymes and antifungal properties. *PHYTON ISSN.* ; 82 : 193-202.

«V»

- **Valerie F. (2019).** Petite guide des antioxydants. remedes-de-grand-mere.com.
- **Valéry A., Romuald C., Dragoslav M., Pascal C. & Abderrahim L. (2007).** Radicaux libres dérivés de l'oxygène et superoxydes dismutases : rôle dans les maladies rhumatismales. *Revue du Rhumatisme* ; 74 : 636-643.
- **Valko M., Rhodes CJ., Moncol J., Izakovic M. & Mazur, M., (2006).** Free radicals, metals and antioxidants in oxidative stress-induced cancer. *Chemico-Biological Interactions* ; 160 (1) : 1-40.
- **Vincent S. (2015).** Le radical libre triphénylméthyle persistant. quirkyscience.com.
- **Virginie T. (2021).** Planter des alliums, OÙ, QUAND ET COMMENT PLANTER L'AIL D'ORNEMENT. Promessedefleurs.com.

«W»

- **Walton NJ. & Brown DE. (1999).** Chemical from Plants: Perspectives on plant secondary products; *Ed: WORLD SCIENTIFIC* ; 1-14 P.
- **Webmaster (2019).** Thym, *Thymus vulgaris*. NEWS MAGAZINE. Agriculture-afrique.com.
- **WHO (World Health Organization). (1999).** WHO Monographs on selected medicinal plants. 1.

- **Wichtl M. & Anton R. (2003).** Plantes thérapeutiques : tradition, pratique officinale, science et thérapeutique. Lavoisier Tec & Doc, Paris ; in : DELAHAYE J. (2005). Utilisation de l'ortie –*Urtica dioïca*. Thèse pour le diplôme d'état de docteur en pharmacie, université de Rouen, Rouen, France.
- **Woo CC., Loo SY., Gee V., Yap CW., Sethi G., Kumar AP. & Tan KH. (2011).** Anticancer activity of thymoquinone in breast cancer cells: Possible involvement of PPAR- γ pathway. *Biochemical Pharmacology* ; 82 (5) : 464-475.

«Z»

- **Zaghdoudi K. (2015).** Optimisation de l'extraction des caroténoïdes à partir du persimmon (*Diospyros kaki L.*), de l'abricot (*Prunus armeniaca L.*) et le pêche (*Prunus persica L.*). Etude photophysique en vue d'une application en thérapie photodynamique (PDT), Pour obtenir le grade de Docteur de l'Université de Lorraine.
- **Zarchil MA. & Babaei A. (2006).** An investigation of thyme effect on Helicobacter pylori. *Middle. East. J. Scientific. Res* ; 1 : 54-57.
- **Zhao HX., Zhang HS. & Yang, SF. (2014).** Phenolic compounds and its antioxidant activities in ethanolic extracts from seven cultivars of Chinese jujube. *Food Science and Human Wellness* ; 3 (3-4) : 183-190.
- **Zino S., Skeaff M., Williams S. & Mann J. (1997).** Randomised controlled trial of effect of fruit and vegetable consumption on plasma concentrations of lipids and antioxidants. *BMJ* ; 314 : 1787-91.
- **Zubiria L. (2018).** Les phytostérols : des lipides aux nombreux bienfaits, www.passeportsante.net

Annexes



Université Frères Mentouri Constantine 1
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie



Département de Biochimie et Biologie Cellulaire et Moléculaire

Questionnaire

Questionnaire sur la consommation des antioxydants naturel pour la prévention contre le cancer dans la wilaya de Constantine et Skikda

Questionnaire N°Date

Herboriste بائع اعشاب
 Nom prénom الاسم و اللقب
 Adresse
 Commune بلديةDaïra دائرة Wilaya ولاية
 Région de résidence مكان الإقامة Urbaine حضرية Rurale ريفية
 Age العمر
 Sexe : Masculin ذكر Féminin انثى
 Scolarité : Analphabète Primaire Moyen Secondaire Universitaire
 مستوى التعليم جامعي ثانوي متوسط ابتدائي غير متعلم مستوى التعليم

Depuis combien d'année travailler-vous dans ce domaine ?

منذ كم سنة وانت تعمل في هذا المجال (بيع المستحضرات الطبيعية)

.....

1) Connaissez-vous des plantes qui sont utilisées pour conserver les aliments contre la Détérioration التدهور , la rancidité النتانة et la décoloration تغير اللون

Oui non

2) Quelles sont ces plantes ?

A.....

B.....

C.....

D.....

3) Avez-vous déjà proposé une de ces plantes à vos clients ?

Oui non

4) Si oui la(les)quelle(s) ?

A.....

B.....

C.....

D.....

5) Quelle serait la durée de conservation des aliments selon la plante utilisée

2 jours 3 jours

6 jours +10 jours

6) Connaissez-vous des plantes qui sont utilisées en médecine traditionnelle

Oui non

7) Avez-vous connaissance des propriétés thérapeutiques des plantes médicinales ?

Oui non

8) Combien de plantes médicinales connaissez-vous ?

0 – 5

6 – 10

11 – 15

16 – 20

Plus de 20

9) Connaissez-vous des sujets atteints de cancer qui utilisent les plantes médicinales ?

Oui non

10) Quelles sont ces plantes ?

A.....

B.....

C.....

D.....

11) Avez-vous déjà proposé une (des) plante(s) à des patients ?Oui non **12) Si oui la(les)quelle(s) ?**

A.....

B.....

C.....

D.....

13) Avez-vous proposé une préparation contre le cancer à base de plantes ?Oui non **14) Si oui, laquelle (lesquelles) ?** Huile essentielles extrait autres Précisez**15) Dans quel cas la (les) avez-vous conseillée (es) ? (veuillez mettre la lettre de la plante ou la préparation, dans la case correspondante)**

Effets	Nom de la plante
Traiter le cancer	
Empêcher son évolution	
Atténuer les effets secondaires de la radio /chimio thérapie	
Autres (Préventifs)	

16) Est-ce que les patients vous informent de l'utilisation des plantes ?

Oui non

17) Est-ce que le prix de ces plantes est abordable ?

Oui non

.....

18) Quels sont les groupes en termes de sexe qui achètent le plus?

Femme Homme

.....

19) Quels sont les groupes qui achètent le plus en termes de santé

Personnes en bonne santé Malades

.....

20) Quelles sont les plantes les plus couramment achetées par les personnes en bonne santé et utilisées à titre préventif ?

.....

.....

21) Quels sont les plantes les plus couramment achetées par les personnes malades ?

.....

.....

22) Dans le cas de personnes malades, quelles sont les maladies les plus courantes?

.....

.....

23) Quel type de cancer est affecté positivement par les plantes "à activité antioxydants"

Type de cancer	Les plantes médicinales

24) Sur quelle base les doses sont-elles données !

.....
.....

25) Y a-t-il des effets secondaires sur les patients lors de la prise de plantes (riches en antioxydants) ou les recettes synthétisées ?

.....
.....

26) Recevez-vous des demandes de création de recettes de la part des clients?

Oui non

Si oui lesquelles ?

Type de maladie	Mode de préparation	Posologie	Durée de traitement

27) avez-vous des recommandations pour trouver un produit rare ou manquant ?

.....
.....

Année universitaire : 2021-2022

Présenté par : GRAINI Dounia
BOULGUERGOUR Amira

Intitulé

Intérêt des antioxydants naturels dans l'alimentation humaine

Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master en Biochimie Appliquée

Résumé :

On regroupe sous le terme « antioxydants » certaines vitamines, oligo-éléments, certains micronutriments présents naturellement dans notre alimentation ou dans certaines plantes et qui ont pour effet commun d'aider à protéger les cellules de l'organisme de l'effet des radicaux libres. Les radicaux libres sont des molécules fabriquées naturellement dans nos cellules lors du fonctionnement normal de l'organisme mais cette fabrication est augmentée sous l'effet de facteurs externes tels que la pollution, le tabac ou encore les rayons UV du soleil. Un excès de radicaux libres peut engendrer un vieillissement prématuré des cellules et le développement de certaines maladies.

Pour recenser les informations sur les plantes et les aliments riches en anti oxydants utilisés à titre curatifs ou préventifs contre le cancer ; Une enquête ethnobotanique a été menée durant la période allant de Février à Avril auprès de 39 herboristes à travers deux willayas de l'est algérien. L'outil de notre enquête est un formulaire avec une liste de questions à réponses préparées et des indexes ethnobotaniques ont été calculés.

Il ressort des résultats que l'Ephédra, la moringa, le curcuma, le costus et la nigelle ont un Indice de Fidélité hautement significatif et sont utilisées pour le traitement des cancers.

Le traitement des données nous a également permis d'inventorié plusieurs plantes utilisées pour lutter contre la rancidité l'indice de popularité (RPL) du poivre rouge et du poivre noir a obtenu le score élevé de 0,76 et sont donc les deux produits les plus utilisés.

Mots-clés : antioxydants, cancer, indexes ethnobotaniques, alimentation, plantes

Laboratoires de recherche :

Laboratoire de (Université Frères Mentouri, Constantine 1).

Encadreur : BACHTARZI Karina (Maître de conférences B – ISV El Khroub).

Examineur 1 : MAAMERI Zeineb (Maître de conférences A – UFM Constantine 1).

Examineur 2 : ALLAOUI Assia (Maître de conférences B – ISV El Khroub).