



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

UNIVERSITE de TLEMCEN

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers

Département de biologie

Laboratoire Antibiotiques, Antifongiques : Physico-chimie, Synthèse et Activités biologiques

MEMOIRE

Présenté par :

Benatia Fatima zahra.

Serghini Hadjira.

En vue de l'obtention du

Diplôme de MASTER en BIOLOGIE

Option : BIOCHIMIE APPLIQUEE

Thème

Analyse comparative de l'activité antioxydante des extraits bruts et de l'huile essentielle de *Sonchus oleraceus L.* (El-tifaf)

Soutenu devant le jury composé de :

Président: Melle Benariba N.	Maître de conférences A	Université de Tlemcen
Examineur: Mme Mejdoub H.	Maître de conférences B	Université de Tlemcen
Encadreur: Mme Meliani N.	Maître de conférences B	Université de Tlemcen

Année universitaire 2019/2020

Remerciements

Nous remercions Dieu pour nous avoir données santé, aide, Patience et courage tout au long de notre vie.

Nous remercions très vivement notre promoteur Mme MELIANI N. d'avoir accepté de nous guider et de nous aider pour avoir toujours eu confiance en nous et pour son soutien. Elle s'est toujours montré à l'écoute et disponible pour réaliser ce modeste travail.

Que nos vifs remerciements aillent à Mlle BENARIBA N. Qui nous nous a fait l'honneur de présider le jury. Nous lui adressons également nos hommages les plus respectueux

À Mme MEDJDOUB H. Qui nous a fait l'immense honneur d'accepter d'être examinatrice de ce mémoire.

Mes vifs remerciements et mes profonds respects vont aussi à monsieur Mr. Ghalem S. professeur à l'Université Abou Bekr Belkaid de Tlemcen et directeur du laboratoire LASNABIO « Substances Naturelles et Bioactives » de nous avoir donné la chance de faire les manipulations au sein de son laboratoire.

Un grand merci à nos familles, pour leur soutien permanent et indéfectible qui nous a permis de chercher au plus profond de nous-mêmes la force, la volonté et la persévérance pour arriver à cet instant le plus important de notre vie.

Un merci pudique à toute la promotion de biochimie appliqué 2020 à nos amis, nos collègues et tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la concrétisation de cette œuvre.

Un grand merci à toutes et à tous

Dédicace



Ce modeste travail est dédié :

À mon exemple éternel, mon soutien moral, source de joie et de bonheur, à celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir grandir et réussir, que dieu te garde et te protège mon très cher Père,

À la lumière de mes jours, source de mes efforts, la flamme de mon cœur, de ma vie et de mon bonheur,

Maman qui j'adore,

À toutes les personnes que j'aime et plus particulièrement,

À mes chères sœurs «Nabila» «Houria» «Samia» et «Khadidja» Dont le grand privilège leurs revient en premier lieu pour leurs conseils, assistance, et encouragements,

À tous mes amis et à tous mes profs durant ces longues Années d'études, en spécifique à Nour EL houda

Ma chère copine, binôme et sœur Hadjira et à toute sa famille

À tous ceux que j'aime et que je respecte sans exception à tous ceux qui m'ont souhaité le succès et m'ont aidé de près ou de loin.

Benatia Fatima Zahra

Dédicaces

Avec ma gratitude et grand amour, je dédie ce modeste travail :

🍷 *À mes très chers parents Nasser el dîne et Zohra:*

Pour leur soutien inconditionnel tout au long de mes études et la confiance qu'ils m'ont toujours témoigné. Je souhaite que vous trouverais ici le fruit de vos sacrifices.

Que dieu vous bénisse et vous accorde une longue vie pleine de santé et de bonheur.

🍷 *À mes chers frères et sœurs :*

Je vous dédie ce travail avec tous mes vœux de bonheur, de santé et de réussite.

🍷 *À mon très cher mari Mohammed el Amine :*

En signe d'amour et de gratitude pour m'avoir supporté, soutenu et surtout compris en permanence, pour ces sacrifices, ces encouragements, sa fidélité et sa gentillesse. Sans lui, je ne saurais pu progresser et en arriver à l'achèvement de ce travail.

🍷 *À ma très chère petite fille Assil Rea :*

Tu es ma plus belle histoire d'amour. Dès que je pose le regard sur toi, je sais pourquoi j'existe.

🍷 *À toute ma famille et tous mes amis (es) :*

A tous ceux dont l'amitié sincère et agréable.

🍷 *À toute la promotion de biochimie appliquée.*

🍷 *Sans oublier mon binôme Fatima Zohra :*

Pour son soutien moral, sa patience, et sa compréhension tout au long de ce projet.

Serghini Hadjira

Table des matières

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction générale..... 01

Première partie : synthèse bibliographique

Chapitre 01 : Les plantes dans la thérapeutique..... 04

I. Définition de la phytothérapie..... 04

II. Définition des plantes médicinales..... 04

II.1. Domaines d'application des plantes médicinales..... 04

II.1.1. Utilisation en médecine..... 05

II.1.2. Utilisation en alimentation..... 05

II.1.3. Utilisation en cosmétique et agriculture..... 05

Chapitre 2 : Les éléments actifs des plantes médicinales..... 06

I. Les métabolites primaires..... 06

II. Les métabolites secondaires..... 06

II.1. Les composés phénoliques..... 07

II.1.1. Acides phénoliques..... 09

II.1.2. Flavonoïdes..... 10

II.1.3. Tanins..... 11

II.1.4. Coumarines..... 12

II.1.5. Anthocyanes 12

II.2. Les alcaloïdes..... 13

II.3. Les terpènes et les stéroïdes.....	14
Chapitre 03 : les huiles essentielles.....	16
I. Historique.....	16
II. Définition.....	16
III. Classification.....	16
IV. Mode d'obtention.....	16
V. Les caractéristiques physico-chimiques.....	17
VI. Composition chimique.....	17
VII. Activités biologiques des huiles essentielles.....	17
Chapitre 04 : Activité antioxydante.....	18
I. Stress oxydatif.....	18
II. Les radicaux libres.....	18
II.1. Formes des radicaux libres.....	19
II.1.1. Espèces réactives de l'oxygène (ROS).....	19
II.1.2. Espèces réactives de l'azote (RNS).....	19
II.2. Sources des radicaux libres.....	20
II.2.1. Sources endogènes.....	20
II.2.2. Sources exogènes.....	21
III. Conséquences de stress oxydatif.....	22
III.1. Rôles physiologiques des radicaux libres.....	22
III.2. Rôles pathologiques des radicaux libres.....	22
IV. Méthodes d'évaluation du stress oxydatif chez l'homme.....	25
V. Antioxydant et système de défense.....	26
V.1. Différents types des antioxydants.....	26
V.1.1. Antioxydants enzymatique.....	26
V.1.2. Antioxydant non enzymatique.....	27
V.2. Profil antioxydant, couleur et sources alimentaire.....	30
V.3. Méthodes d'évaluations de l'activité antioxydante in vitro.....	31

Chapitre 05: Présentation de la plante <i>Sonchus oleraceus</i> L.....	32
I. Présentation de la famille des Astéracées.....	32
I.1. Introduction.....	32
I.2. Description botanique des Astéracées.....	32
I.3. Systématique des astéracées.....	33
II. Présentation de la plante« <i>Sonchus oleraceus</i> L.».....	33
II.1. Nomenclature de la plante.....	34
II.2. Description botanique.....	34
II.3. Systématique de la plante.....	35
II.4. Propriétés et composition phytochimique.....	36
II.5. Ecologie, Origine et répartition géographique.....	36
II.6. Effets et usages thérapeutiques.....	37
III. Travaux antérieurs.....	37

Deuxième partie : Matériel et méthodes

I. Introduction.....	41
II. Matériel végétal.....	41
II.1. Origine géographique et période de récolte de la plante.....	42
II.2. Identification botanique.....	42
II.3. Préparation des échantillons.....	42
III. Extraction des principes actifs.....	43
III.1. Les extraits bruts.....	43
III.1.1. Préparation des extraits bruts.....	43
III.1.2. Calcul du rendement des extraits bruts.....	45
III.1.3. Analyse phytochimique sur les extraits bruts de <i>S. oleraceus</i> L.....	45
III.2. Extraction de l'huile essentielle.....	48
III.2.1. Calcul du rendement de l'huile essentielle.....	48
IV. Evaluation du pouvoir antioxydant des extraits de la plante.....	48
IV.1 Méthode de piégeage du radical libre DPPH.....	48

Troisième partie : Résultats et discussions

I.1. Rendements en extraits bruts.....	54
I.2. Rendement de l'huile essentielle.....	54
II. Screening Phytochimique.....	56
III. Evaluation de l'activité antioxydante des extraits de <i>Sonchus oleraceus</i>	57
III.1. Test de l'activité anti-radicalaire (DPPH).....	58
III.3. Effet du solvant.....	63
Conclusion.....	65
Références bibliographiques.....	68
Annexe.....	80
Résumé.....	
Absract.....	
ملخص.....	

Listes des figures

<i>N°</i>	<i>Titre</i>	<i>Page</i>
01	Type de métabolites secondaires	06
02	Structure de noyau phénols	07
03	Différents classes des composés phénoliques	08
04	Structure de l'acide phénolique (C6-C1)	09
05	Structure de base des flavonoïdes	10
06	Structure de base des principaux flavonoïdes	10
07	Structure de base des tanins condensés	11
08	Structure des tanins hydrolysables	12
09	Structure des coumarines	12
10	Structure de base des anthocyanidines	13
11	Exemple d'alcaloïdes	14
12	Structure de base des terpènes unité d'isoprène	14
13	Exemple des terpènes	15
14	Déséquilibre de la balance entre antioxydants et pro-oxydants.	18
15	L'origine des différents radicaux libres oxygénés et les espèces oxygénés actives et leur effet biologique	20
16	Sources endogènes des NRS et ROS	21
17	Base modifiés par induction des ROS	23
18	Réactions de la peroxydation lipidiques	24
19	Aperçu des méthodologies permettant d'évaluer l'état de stress oxydatif chez l'homme.	26
20	Action des antioxydants au cours du métabolisme des dérivés réactifs de l'oxygène	27
21	La plante <i>sonchus oleraceus</i> .	33
22	Différentes parties de la plante <i>Sonchus oleraceus</i> L.(tiges, feuilles, fleurs et fruits	35
23	La distribution géographique de <i>Sonchus oleraceus</i> L	36
24	Carte géographique illustrant la région de récolte de la plante	41
25	Schéma illustrant la démarche expérimentale suivie dans cette étude	43
26	Réaction du DPPH avec un antioxydant	49
27	Protocole d'évaluation de l'activité antioxydante (DPPH)	49
28	Protocole expérimental total	51

29 Rendements des différents extraits de la plante.	55
30 Effet antioxydant de l'acide ascorbique sur la réduction du DPPH	58
31 Pourcentage d'inhibition en fonction des différentes concentrations de différents extraits de la plante <i>S. oleraceus</i> .	60
32 Effet du solvant d'extraction sur l'activité antioxydante des extraits <i>S. oleraceus</i> .	63

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
01	Structures et classification de quelques acides phénoliques	09
02	Principaux radicaux des anthocyanidines	13
03	Principaux oxydants endogènes	21
04	Principaux rôles physiologiques des radicaux libres et ces dérivés	22
05	Certaines pathologies résultant de stress oxydatif.	25
06	Principaux antioxydants de défense contre le stress oxydant	29
07	Profils antioxydants, couleurs et sources alimentaires	30
08	Classification des astéracées	33
09	Nomenclature de la plante	34
10	Systématique de la plante	35
11	Géographie de la station d'étude	42
12	Caractéristiques des extraits étudiés	53
13	Les rendements des extraits aqueux et organiques de la partie aérienne de <i>Sonchus oleraceus</i> .	54
14	Rendements de l'huile essentielle.	55
15	Résultats du Screening phytochimique réalisé sur <i>Sonchus oleraceus</i>	56
16	Effet de différents extraits de la plante <i>S. oleraceus</i> sur la réduction du DPPH et leur pouvoir antiradicalaire (ARP).	61

Liste des abréviations

<i>Abréviation</i>	<i>Nom complet</i>
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
SO	Sonchus oleraceus
ADN	Acide désoxyribonucléique
HE	Huile essentielle
EtOH	Ethanol
MtOH	Méthanol
EA	Extrait aqueux
EE	Extrait éthanolique
Eea	Extrait (80% éthanol- 20% eau)
Eea	Extrait (50% éthanol- 50% eau)
Eae	Extrait (80% eau-20% éthanol)
EEae	Extrait (100% eau après hydroéthanolique)
EED	Extrait éther diéthylique
RLs	Les radicaux libres
ER	Espèces réactives
ROS	Espèces réactives de l'oxygène
RNS	Espèces réactives de l'azote
ERN	Espèces réactives de nitrate
ERCl	Espèces réactives de chlore
O₂	l'oxygène
O₂⁻	Anion superoxide
OH	Radical hydroxyl
H₂O₂	Peroxyde d'hydrogène
NO	Oxyde nitrique
HClO	l'acide hypochloreux
ONOO⁻	Peroxynitrite
ROO	Akylperoxydes
NADPH	Nicotinamide adénine dinucléotide phosphate
NOS	Oxyde nitrique synthase
SOD	Superoxyde dismutase
CAT	Catalase
GPX	Gluthathion peroxydase
GSH	Glutathion
AR	Acides rétinoïques
HCL	Chlorure d'hydrogène
FeCl₃	Chlorure ferrique
CHCl₃	Chloroforme
H₂SO₄	Acide sulfurique
NH₄OH	Ammoniaque
HgCl₂	Chlorure de mercure
KI	Iodure de potassium
NaCl	Chlorure de sodium
NaOH	Hydroxyde de sodium
R	Rendement
PI	Pourcentage d'inhibition

IC 50	Concentration de l'échantillon nécessaire pour inhiber 50% du DPPH radicalaire
ARP	Pouvoir antiradicalaire
DPPH	2,2'-diphényl-1-picrylhydrazyl
FRAP	Ferric Reducing Antioxydant Power
NaH₂PO₄	Sodium dihydrogène phosphate
UV	Ultra- violet
%	Pourcentage
°C	Degré Celsius
g	gramme
mg	Milligramme
µg	microgramme
m	mètre
cm	Centimètre
Nm	nanomètre
L	Litre
ml	millilitre
H	Heure
min	Minute

INTRODUCTION

Dès son apparition, l'homme cherchait des méthodes afin de satisfaire ses besoins pour assurer son bien-être. Pour cela, il a utilisé des produits immédiatement à sa portée. Le règne végétal fut en premier lieu grâce à leurs propriétés biologiques très intéressantes qui trouvent leurs applications dans divers domaines à savoir en médecine, pharmacie, alimentaire, cosmétologie et agriculture.

Cependant le développement de la médecine scientifique vers la fin du XIX^{ème} siècle et la découverte des médicaments d'origine synthétiques, la phytothérapie tombe peu à peu en désuétude, Mais les effets secondaires de ces nouveaux remèdes conduisent les scientifiques à retourner vers les soins à base de plantes, bien connues en médecine populaire, qui sont moins toxiques et bien acceptés par l'organisme. Les travaux de l'école française de phytothérapie, avec en tête le Dr. Henri LECLERC, ont réactualisé l'emploi des plantes en médecine (**Scimeca et Tétau, 2005**). Cela exprime bien l'effet des plantes dans les soins par des méthodes non agressives et naturelles, En effet la médecine par les plantes à un avenir admirable et de haut rang. Si elle ne peut tout soigner, elle peut soigner beaucoup (**Tétau, 2005**).

L'OMS encourage l'intensification de la recherche des voies qui recourent aux traitements traditionnels à base de plantes médicinales (OMS, 1995).

Actuellement, Les plantes médicinales ont une place importante dans la thérapeutique de l'humanité. Selon l'OMS, Il est admis que 80% de la population mondiale à recours à la médecine traditionnelle pour les soins de santé primaire (**Libman et al., 2005**).

Stress oxydant, antioxydants, radicaux libres, voilà des mots qui devenus incontournables en matière de santé humaine. Ces dernières années l'attention s'est portée sur l'activité antioxydante à cause du rôle qu'elle joue dans la prévention de diverses maladies chroniques telles que les pathologies du cœur, le cancer, le diabète, l'hypertension, et la maladie d'Alzheimer en combattant le stress oxydant (**Meddour et al., 2013**).

L'organisme humain subit un phénomène d'oxydation ce qui engendre un stress oxydatif qui provoque des dommages dans les molécules biologiques tels l'ADN, Protéines, glucoses et lipides, d'où l'apparition de plusieurs maladies (**Rice-Evans, 1999 ; Favier, 2003**). Afin de lutter contre ces radicaux nocifs, l'organisme humain utilise des mécanismes de défense antioxydants endogènes (superoxyde dismutase et catalase) et exogènes (apportés par l'alimentation)(**Lien Al Pham-Huy et al., 2008**), qui exercent paradoxalement leur effet protecteur via un effet pro-oxydant modéré. L'attention a été dirigée vers le développement et

l'isolement des antioxydants naturels d'origine végétale contenus dans certaines plantes pour remplacer les antioxydants synthétiques étant donné que les antioxydants synthétiques sont limités en raison de leurs effets secondaires (**Zneng et Wang, 2001**).

Les plantes médicinales constituent une source inépuisable d'antioxydants naturels à activités biologiques et pharmacologiques très variées (**Iserin, 2001 ; Adida et al., 2016**). Ces derniers sont dotés de pouvoir anticancéreux, anti-inflammatoire et antiviral, en plus de leur propriété antioxydante (capture de radicaux) (**Ghedira, 2005 ; Kabera et al., 2014**).

Parmi les plantes à potentialités pharmacologiques importantes, *Sonchus oleraceus* qui est un membre de compositae largement répandue et utilisée en Algérie. Leur activités biologique sont étroitement liés à leur richesse en substance actives, qui sont utilisées en médecine traditionnelle du fait de leur capacité antioxydante (**McDowell et al., 2011**), antibactériens (**Xia et al., 2011**), anxiolytique (**Cardoso Vilela et al., 2009**), antinociceptive (**Vilela et al., 2009**), anti-âge (**Ou et al., 2015**) et anti-tumorales (**Han et al., 2005, Conforti et al., 2008**). Et même la culture chinoise indique leurs large utilisation pour traiter de nombreuses maladies : les tumeurs, les inflammations, les infections, etc. (**Zhao et al., 2009**). Cependant, des informations détaillées sur les activités antioxydantes du *S. oleraceus* n'était pas suffisamment disponible (**Yin 2007**).

Le présent travail s'inscrit dans le cadre de la recherche et la valorisation des nouvelles substances bioactives comme les substances naturelles douées d'activité antioxydante afin de recadrer le discours santé sur les antioxydants. L'objectif principal de ce travail est d'évaluer in vitro l'activité antioxydante des différents extraits de la partie aérienne de *Sonchus oleraceus*.

Ce manuscrit est structuré en deux parties :

- une étude bibliographique basée sur l'historique de la plante, principes actifs de la plantes, huiles essentielles et l'étude du stress oxydatif.
- la seconde partie expérimentale consiste à étudier l'activité antioxydante des différents extraits de *Sonchus oleraceus* L.

SYNTHESE

BIBLIOGRAPHIQUE

I. Définition de la phytothérapie

Le mot phytothérapie provient de grecs et renferme deux mots (Phytos: végétal et Therapein: soigner) qui signifient « soigner avec les plantes ». C'est une discipline qui désigne le traitement curatif ou préventif des maladies et des divers troubles fondé sur l'utilisation des préparations obtenues à partir des plantes entières ou d'organes de plantes : Feuilles, fleurs, racines, fruits et grains (**Berroua et al., 2016**).

➤ On peut la distinguer en trois (3) types de pratiques :

- Une pratique traditionnelle connue depuis l'antiquité basée sur l'utilisation de plantes selon les vertus découvertes empiriquement.
- Une pratique fondée sur les avancées et preuves scientifiques qui recherchent des principes actifs dans les plantes.
- Une pratique de prophylaxie déjà utilisée dans l'antiquité: c'est notamment le cas dans la cuisine, avec l'usage, du thym, de l'ail du gingembre...etc, c'est à dire une alimentation contenant certains éléments actifs étant une phytothérapie prophylactique (**Sebaiet al., 2012**).

II. Définition des plantes médicinales

les plantes médicinales sont des drogues végétales dont au moins une partie de la plante possède des propriétés médicamenteuses (**Settar et al., 2017**). Leur action thérapeutique provient des composés chimiques présents dans ces plantes (métabolites primaires ou secondaires) ou de la synergie entre les deux (**Sanago, 2006**).

II.1. Domaines d'application des plantes médicinales

Les plantes médicinales commencent ces dernières années, à occuper une place au niveau des différents secteurs, et notamment, celui de la recherche, l'industrie, de la médecine de l'agriculture et de l'environnement. En raison de leurs importances économiques, sociales, médicinales, écologiques et culturelles.

II.1.1. Utilisation en médecine

Selon les estimations de l’OMS, plus de 80 % de la population mondiale ont recours aux traitements traditionnels, et surtout dans les pays en voie de développement, pour satisfaire leurs besoins en matière de santé et de soins primaires (**Hamza, 2011**).

II.1.2. Utilisation en alimentation

Les plantes médicinales sont utilisées en tant que des compléments alimentaires, composés aromatiques, épices et colorants, ... etc. (**Delaveau, 1987**).

II.1.3. Utilisation en cosmétique et agriculture

Les plantes médicinales sont utilisées dans la fabrication de produits de beauté, parfums et articles de toilette, produits d'hygiène...etc. Les huiles de quelques arbres comme l'arbre *azadirachtaindica*, qui se développe au subcontinent indien, ont des utilisations dans l'agriculture dans le contrôle de divers insectes et nématodes (**Calvet, 2005**).

Les éléments actifs d'une plante médicinale sont des substances possédant un intérêt thérapeutique curatif ou préventif pour l'Homme ou l'animal (**Chabrier, 2010**). Contenu dans une drogue végétale. Nous pouvons citer comme des parties utilisées, les racines, écorces, fruits, feuilles, fleurs, ou encore les graines (**Benghanou, 2012**). On distingue deux classes de métabolites : métabolites primaires et métabolites secondaires.

I. Les métabolites primaires

Les métabolites primaires sont des molécules organiques qui se trouvent dans toutes les cellules de l'organisme d'une plante pour y assurer sa survie. Ils sont classés en quatre grandes catégories: les glucides, les acides aminés, les lipides, et les acides nucléiques.

II. Les métabolites secondaires

Ces produits, à structure chimique souvent complexe sont très dispersés et très différentes selon les espèces. Ils sont classés en plusieurs composants chimiques dont les plus répandus sont les composés phénoliques, terpéniques et les composés azotés (**Ramawat et Merillon, 2008**).

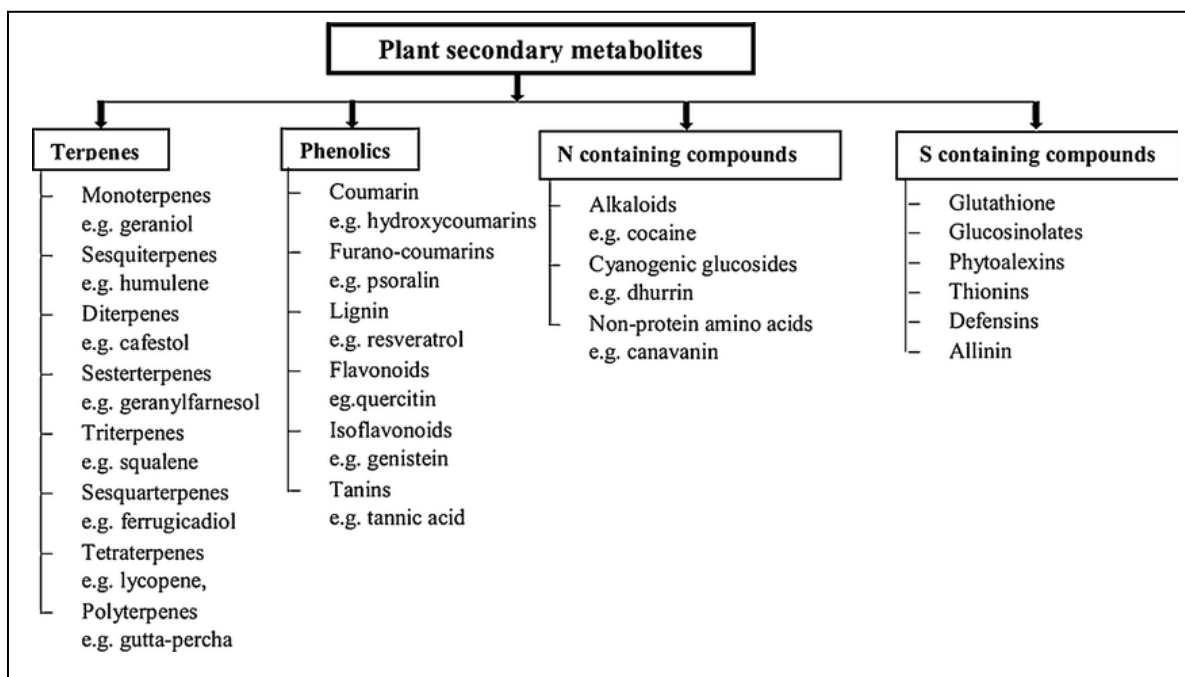


Figure01 : types de métabolites secondaires

(Jamwal, K., Bhattacharya, S., & Puri, S. (2018).

II.1. les composés phénoliques

Les composants phénoliques caractérisés par la présence d'un noyau benzénique portant des groupements hydroxyles libres ou engagée dans une autre fonction : éther, ester, hétéroside (**Bruneton, 2008**). Ces molécules sont principalement les plus puissantes des antioxydants utilisés contre le stress oxydant ayant comme structure de base un noyau phénolique(**figure 02**) qui leur confère cette capacité redox (**Bruneton, 2008**).

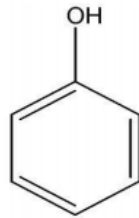
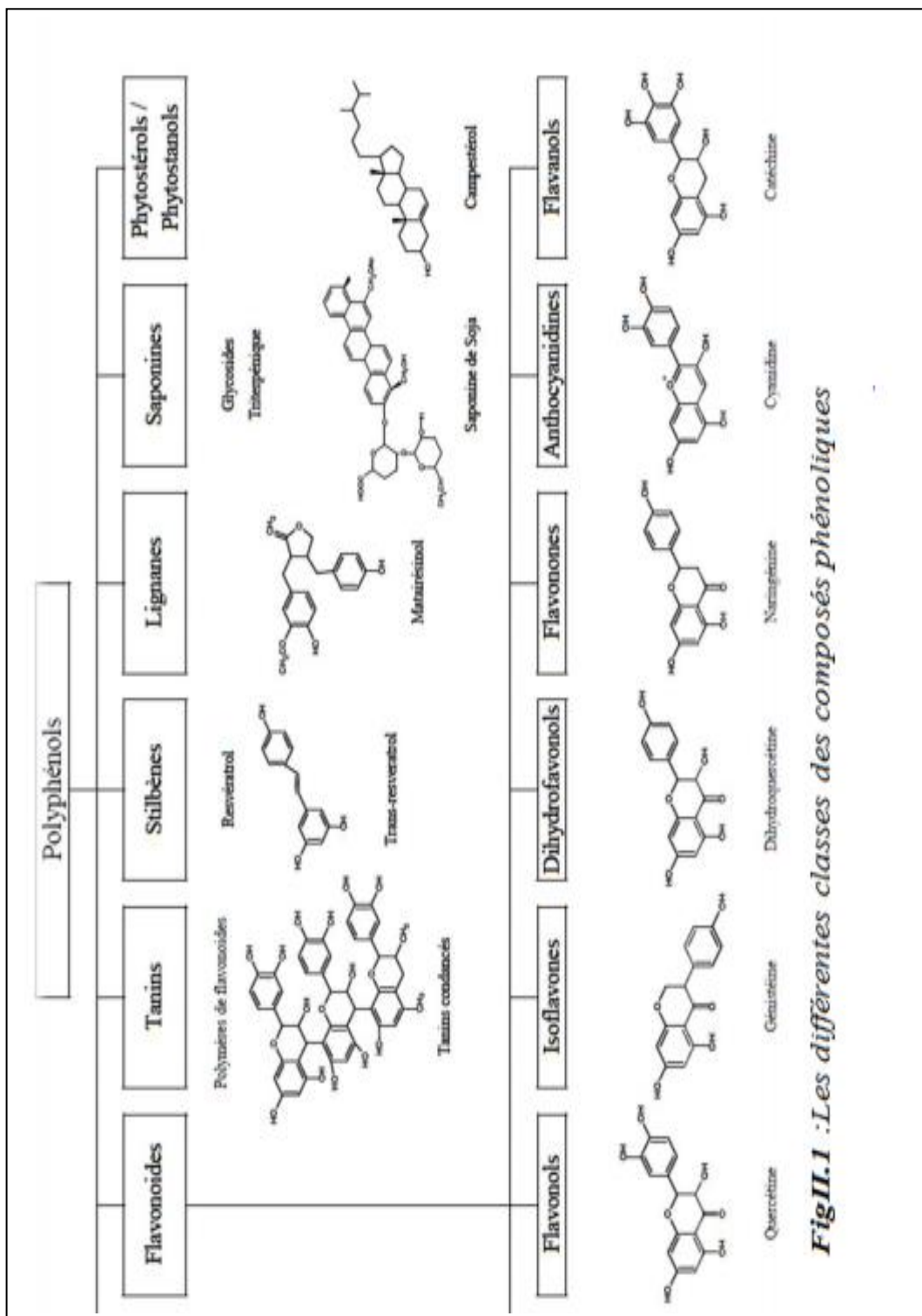


Figure 02:structure de noyau phénols(**Herzi, 2013**).

Les différentes classes des composés phénoliques sont regroupées dans la figure suivante :



FigII.1 : Les différentes classes des composés phénoliques

Figure 03: Différentes classes des composés phénoliques

Chapitre 02 : les éléments actifs des plantes médicinales

Les composés phénoliques majoritaires sont les acides phénoliques, les flavonoïdes, les tannins, et les anthocyanes (Bruneton, 2008).

II.1.1. Acides phénoliques

Les acides phénoliques possèdent au moins une fonction carboxylique et un hydroxyle phénolique (Figure 04) (Bruneton, 2008). Ces molécules possèdent des propriétés antioxydantes, antimicrobiennes, anti-inflammatoires et chélateurs (Mandale et al., 2010).

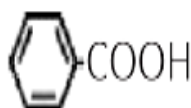
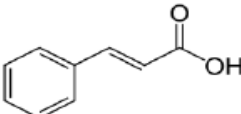
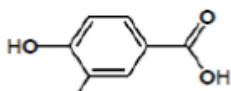
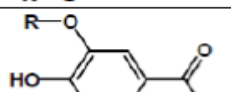
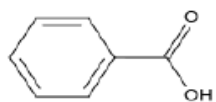
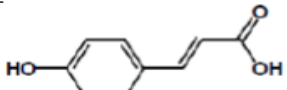
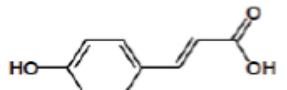
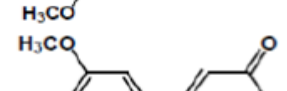
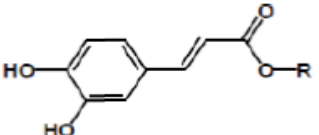


Figure 04: structure de l'acide phénolique (C6-C1) (crozier et al., 2006)

Pour cette sous famille, on peut la diviser en deux classes principales, qui sont des dérivés d'acide benzoïque ou de l'acide cinnamique (Manach et al., 2004) (tableau 01)

Tableau 01: Structures et classification de quelques acides phénoliques (Tsao, 2010).

Classe	Structure	Acide phénolique
 Acide cinnamique	 Acide vanillique (R = OCH ₃) Acide Protocatechuique (R=H)	Acide vanillique (R = OCH ₃) Acide Protocatechuique (R=H)
	 Acide gallique (R = H) Acide syringique (R = OCH ₃)	Acide gallique (R = H) Acide syringique (R = OCH ₃)
 Acide benzoïque	 Acide p-coumarique	Acide p-coumarique
	 Acide férulique	Acide férulique
	 Acide sinapique	Acide sinapique
	 Acide caféique (R = H) Acide chlorogénique (R = 5-quinonyl)	Acide caféique (R = H) Acide chlorogénique (R = 5-quinonyl)

II.1.2. Flavonoïdes

Ils sont constitués de deux noyaux benzéniques (A et B) liés par trois carbones en chaîne C6-C3-C6 (**figure 05**) (**Ghedira, 2005**). Ils peuvent être considérés parmi les agents responsables des couleurs des plantes à côté des chlorophylles et caroténoïdes. Les flavonoïdes sont généralement des antibactériennes (**Wichtl et Anton, 2009**), comme certains flavonoïdes ont aussi des propriétés anti-inflammatoires et antivirales (**Iserin et al., 2001**).

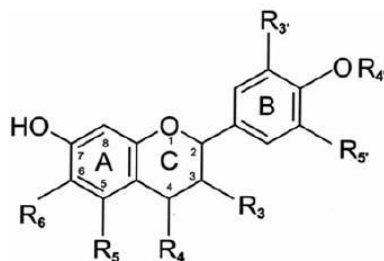


Figure 05: Structure de base des flavonoïdes (**Lovegrovet al.,2017**).

Ils sont principalement classés en flavones, flavonols, flavanones, flavanols, isoflavone, anthocyanidines (**Figure 06**)

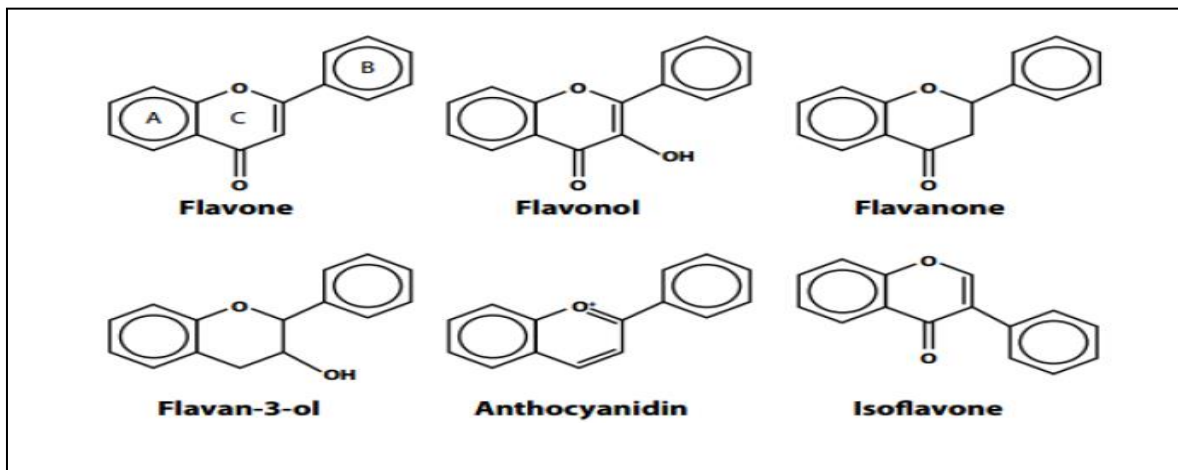


Figure 06: Structure de base des principaux flavonoïdes (**Kyselova, 2011**).

II.1.3. Tanins

Les tanins sont des polyphénols polaires d'origine végétale, existent dans presque chaque partie de la plante : écorce, bois, feuilles, fruits et racines (**Redondoet al., 2014**). Ce sont de structures variées ayant en commun la propriété de précipiter les alcaloïdes, la gélatine et les protéines. Ils peuvent avoir plusieurs activités biologiques dont l'activité antioxydante, antifongique, antitumorale et antivirale (**Lamy et al., 2014**).

Ils sont subdivisés en deux groupes les tanins hydrolysables et les tanins condensés (**Krief, 2003; Bruneton, 2008 ; Kaberaet al., 2014**).

a. Les tannins condensés

Les tanins condensés ou encore appelés les proanthocyanidols (**Figure 07**), Ils ont la propriété de coaguler les protéines du derme, d'où leur utilisation dans le tannage des peaux (**Bruneton, 1999**).

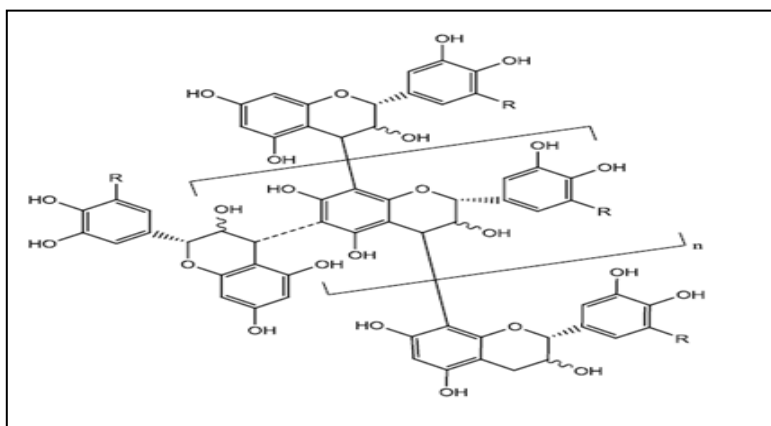
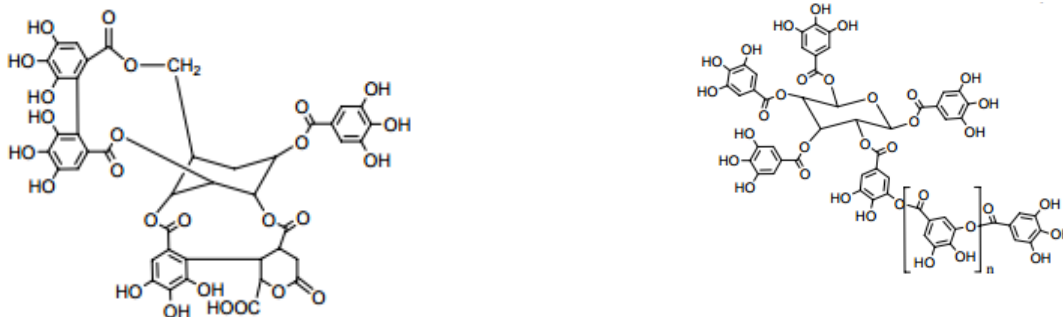


Figure 07: Structure de base des tanins condensés (**Muanda, 2010**).

b. Les tannins hydrolysables

Ce sont des esters de glucose et d'acide gallique. Ils libèrent alors une partie non phénolique (souvent du glucose) et une partie phénolique qui peut être soit de l'acide gallique, soit un dimère de ce même acide-l'acide éllagique (Figure 08) (Bruneton, 1999).



A: tanin gallique

B: tanin éllagique

Figure 08: Structure des tanins hydrolysables, (Peronny, 2005).

II.1.4. Coumarines

Ce types de métabolite présente dans de nombreux végétaux (Benayache, 2005), les coumarines sont des hétérocycles oxygénés ayant comme structure de base benzo-2-pyrone (C6-C3) (Figure 09), la structure phénolique des coumarines leur permet une utilisation préventive contre la peroxydation des lipides membranaires et une capacité à capter les radicaux hydroxyles, superoxydes et peroxydes (Attou, 2011). Ils sont utilisés pour leurs propriétés vasculoprotectrices, neurosédatives et diurétiques (Benhammou, 2012).

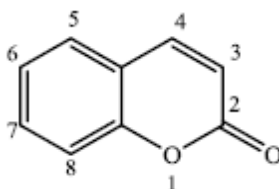


Figure 09: structure des coumarines (Iwueke et Nwodo, 2008).

II.1.5. Anthocyanes

Les anthocyanes existent sous la forme d'hétérosides (les anthocyanosides) et de génines libres (anthoyanidols) (Figure 10). Ce sont des molécules responsables de la coloration des fleurs et des fruits. Elles sont utilisées comme colorants dans l'industrie alimentaire (Bruneton, 1999). Et pour traiter les troubles de la fragilité capillaire, mais aussi comme diurétiques.

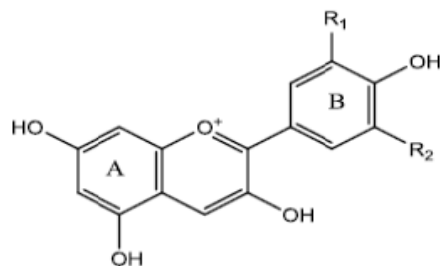


Figure 10: Structure de base des anthocyanidines (Muanda, 2010).

Tableau 02: principaux radicaux des anthocyanidines

R1 : radicaux en position 1 ou **R2** en position 2

Anthocyanidine	R1	R2
Malvidine	O-CH ₃	O-CH ₃
Péonidine	O-CH ₃	H
Delphinidine	OH	OH
Pétunidine	O-CH ₃	OH
Cyanidine	OH	H

II.2. les alcaloïdes

Les alcaloïdes sont des composés azotés d'origines naturelles basiques le plus souvent végétales et présentent une structure complexe (Bruneton, 2009). Dont leur structure chimique de base est un hétérocycle azoté tel que la morphine et l'atropine sauf pour quelques substances dans lesquelles l'azote est extra cyclique (Judd *et al.*, 2002). Ils sont utilisés pour traiter certains types de cancer, activité sédatrice, effet sur les troubles nerveux (maladie de Parkinson) (Iserin, 2001).

On distingue généralement :

- ✓ les alcaloïdes vrais, qui sont issus de la biosynthèse d'acides aminés, et qui présentent au moins un hétérocycle.
- ✓ les pseudo-alcaloïdes, qui possèdent toutes les caractéristiques des alcaloïdes vrais, mais ils ne dérivent pas des acides aminés.
- ✓ les proto-alcaloïdes, qui dérivent des acides aminés dont l'azote n'est pas inclus dans le système hétérocyclique (Bruneton, 2008).

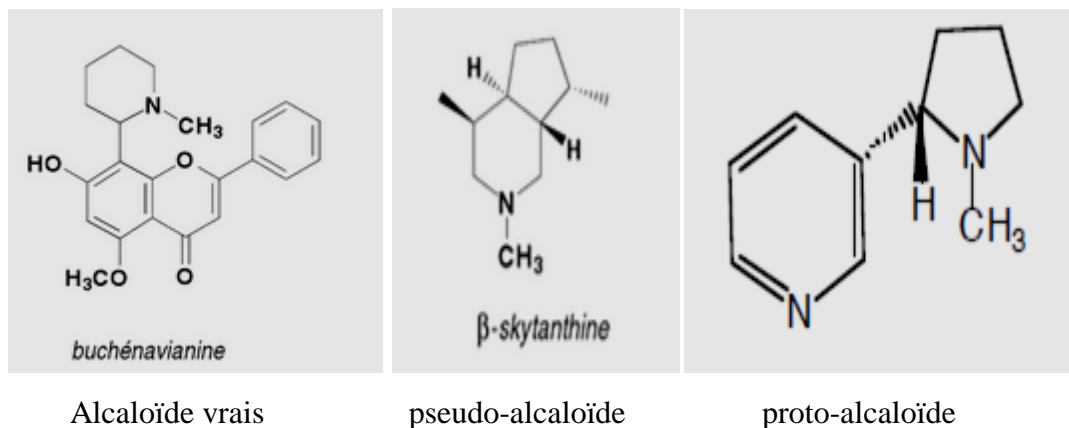


Figure 11: Exemple d'alcaloïdes (Krief, 2003 ;Bruneton, 2008).

II.3. Les terpènes et les stéroïdes

Les terpénoïdes et les stéroïdes constituent sans doute le plus vaste ensemble connu de métabolite secondaire des végétaux (Bruneton, 2009), les terpénoïdes sont de caractère généralement lipophiles, formés par la réunion d'unité pyrophosphate isopentenoïdes à cinq carbones provenant de la voie de l'acide mévalonique (Judd *et al.*, 2002 ;hopkins, 2003), leurs grandes diversités due au nombre de base qui constituent la chaîne principale de formule $(C_5H_8)_n$, ainsi que les divers mode d'assemblage selon la variation de nombre n , dont les composés monoterpènes, sesquiterpènes, diterpènes, triterpènes, (Wichtl *et Anton*, 2009). La famille des terpènes comprend des hormones (acide abscissique), des pigments caroténoïdes (carotène), des stérols (cholestérol, ergostérol et sitostérol) ainsi qu'une grande partie des huiles essentielles qui confèrent aux plantes leur parfums et goût (Hopkins, 2003). Les terpènes ont une large utilisation dans le domaine thérapeutique comme antiviraux et antimicrobienne de plus, ils sont utilisés dans le domaine industriel des épices et des parfums (Kabera *et al.*, 2014).

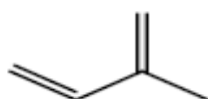


Figure 12: Structure de base des terpènes unité d'isoprène (Muanda, 2010).

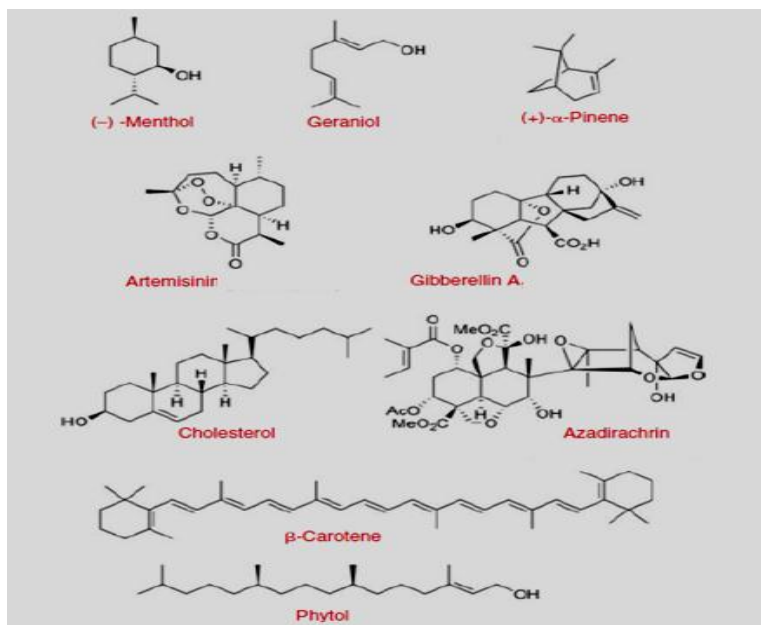


Figure 13: Exemple des terpènes (Humphrey et Beale, 2006).

I. Historique

L'huile essentielle est assez universelle elles sont connues depuis l'antiquité, dont les premières traces de leur utilisation ont été trouvées chez les aborigènes d'Australie avec la fumigation, autre découverte celle d'un alambic en terre cuite trouvé en Pakistan datant de plus de 7000 ans. Les égyptiens ont également utilisé les HE, ils les obtenaient en pressant les plantes (Yuerdon, 2004).

II. Définition

Les Huiles essentielles dont le mot essentielle renferme deux significations : origine essence ou partie la plus importante (Adwan et al, 2006). Elles n'existent quasiment que chez les végétaux supérieurs, elles sont réparties dans un nombre limité de famille. A l'instar des myrtacées, lauracées, rutacées, lamiacées, astéracées, apiacées, cupressacées, poacées, zingibéracées et pipéracées (Frank et al, 1990). Selon (Lawrence, 1986) il y'aurait 17500 espèces aromatiques. Elles ne se composent que de substances aromatiques volatiles, la composition des essences pouvant varier d'un organe à l'autre (Saidj,2006).

III. Classification

Grâce à l'indice aromatique, les huiles essentielles sont réparties en trois groupes :

- ✓ Huiles majeures,
- ✓ Huiles médiums,
- ✓ Huiles de terrain (Sall et Pelletier, 1991).

IV. Mode d'obtention

Le choix de la méthode d'extraction dépendra de la nature du matériel végétal à traiter, de la nature de métabolites secondaires, du rendement en huile et de la thermosensibilité de certains constituants des huiles (Boussaid et al, 1998). Il existe de nombreuses techniques pour obtenir des huiles essentielles mais la principale et la plus ancienne est celle de la distillation à la vapeur d'eau ou par solvants volatils (Soto-Mendivil et al.,2006).

Selon la 7ème édition de la Pharmacopée européenne indique que les HE sont obtenues par :

- ✓ Hydro- distillation.
- ✓ Distillation sèche.
- ✓ Expression à froid.
- ✓ Extraction par solvant organique.

V. Les caractéristiques physico-chimiques

Les huiles essentielles sont :

- ✓ liquides à température ambiante, à basse température certaines HE se solidifient.
- ✓ de consistance huileuse mais non grasse,
- ✓ volatiles et odorantes contrairement aux huiles fixes, leur volatilité augmente avec laChaleur.
- ✓ densité inférieur à celle de l'eau pour la majorité des espèces.
- ✓ Rarement colorées,
- ✓ Solubles dans l'alcool jusqu'à concurrence de 5 %, dans les solvants organiques polaires et les corps gras,
- ✓ Insolubles dans l'eau (**Pharmacopée Européenne, 2010**).

VI. Composition chimique des huiles essentielles :

Les huiles essentielles sont des mélanges variables et complexes des composants appartenant à deux groupes qui sont caractérisés par des origines biogénétiques différentes: les composés aromatiques dérivés du phénylpropane et les terpènes volatils (**Cu, 1990**).

VII. Activités biologiques des huiles essentielles

L'activité biologique d'une huile essentielle est en relation généralement avec sa composition Chimique et en particulier avec les groupements fonctionnels des composés majoritaires tel les alcools (α -terpinéol, terpinen-4-ol, linalol), les phénols (thymol, carvacrol, eugénol), les aldéhydes et les composés terpéniques et cétoniques. Ces derniers possèdent des propriétés médicinales nombreuses et variées cela est connu depuis l'antiquité, parmi ces propriétés, les propriétés antiseptiques, antimicrobiennes, antitoxiques, antivenimeuses, anti-oxydantes, antiparasitaires, diurétiques, propriétés anticancéreuses (**Boussaid et al., 1998**). Les huiles essentielles ayant une puissance très grande à cause de leur forte concentration. Avant tout utilisation il faut prendre des précautions et surtout en ce qui concerne le dosage ainsi que le mode d'application interne ou externe (**Özcan et Chalchat., 2004**)

I. Stress oxydatif

Le stress oxydatif correspond à un déséquilibre entre la génération des oxydants et l'activité des défenses anti-oxydantes, qui pourrait mener aux dommages oxydants. C'est une situation où la cellule ne contrôle plus la présence accrue des espèces radicalaires toxiques (**Rios-Arrabal et al., 2013**). Il déclenche des pathologies nombreuses comme l'athérosclérose, le cancer, les maladies inflammatoires et l'infertilité masculine (**Mancini et al., 2008**). Il existe un état de stress oxydant lorsqu'au moins une des trois conditions suivantes est présente:

- ✓ Excès des espèces réactives de O_2 , N_2 ou Cl_2
- ✓ Défenses insuffisantes (endogènes et exogènes)
- ✓ Mécanismes de réparation insuffisants

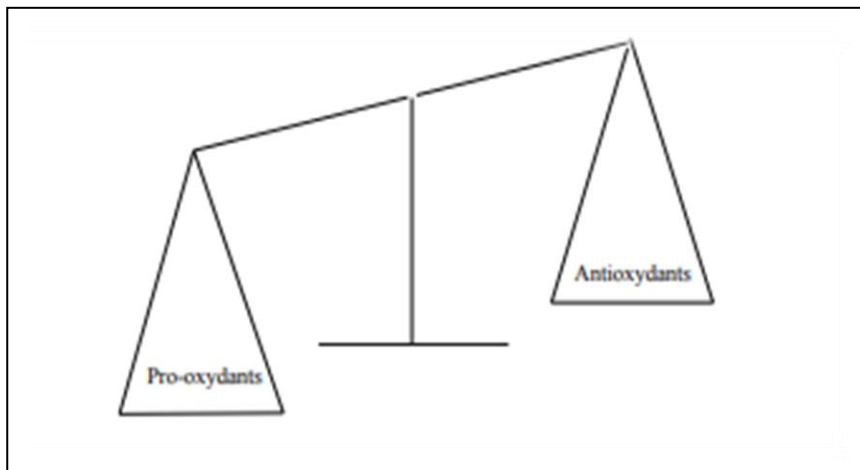


Figure 14: Déséquilibre de la balance entre antioxydants et pro-oxydants.

II. Les radicaux libres :

Les radicaux libres (RLs) sont des espèces chimiques, atomes ou molécules, possédant sur sa couche externe un ou plusieurs électrons célibataires, cet électron lui confère une certaine instabilité et haute réactivité (demi-vie courte) (**Ortiz et al., 2013**). En effet, ce radical libre aura toujours tendance à remplir son orbital en captant un électron pour devenir plus stable, il va donc se réduire en oxydant un autre composé (**Goudable, J. &Favieretal., 1997**). A des concentrations physiologiques, les RLs jouent des rôles dans la signalisation, la migration et la différenciation cellulaire (**Ziech et al., 2010**), mais à des concentrations plus élevées, ils induisent la mort cellulaire et l'apoptose (**Salido et Rosado, 2009**).

II.1. Formes des radicaux libres

On distingue deux types des radicaux libres, des radicaux dérivé de l'oxygène (Reactive oxygene species ROS) ou d'autres atomes comme l'azote (Reactive nitrogene species. RNS) (Yan, 2014).

Espèces réactives (ER): radicalaires ou non; sont des molécules à très haute réactivité. **ERO, ERN et ERCl** correspondent à **O, N et Cl** respectivement

II.1.1. Espèces réactives de l'oxygène (ROS)

Les ROS sont des médiateurs importants de la signalisation pendant divers processus biologiques (Zhou et al., 2013), qui présentent un groupe de composés dérivés de la réduction incomplète de l'oxygène moléculaire (Merksamer et al., 2013). Parmi ces espèces radicalaires formées par les cellules, il convient de distinguer un ensemble de composés radicalaires tel que Radical superoxyde ($O_2^{\bullet-}$); Peroxyde d'hydrogène H_2O_2 ; Radical hydroxyle qui joue un rôle particulier en physiologie et que nous appellerons radicaux primaires. Les autres radicaux libres, dits radicaux secondaires telle superoxyde d'hydrogène qui se forment par réaction de ces radicaux primaires sur les composés biochimiques de la cellule (Favier, 2003).

II.1.2. Espèces réactives de l'azote (RNS)

Le monoxyde d'azote (NO^{\bullet}), un RNS est produit de manière endogène à partir de la L-arginine, de l'oxygène et du NADPH (Nicotinamide adénine dinucléotide phosphate) par plusieurs enzymes d'oxyde nitrique synthase (NOS) (De Marco, 2013) et on a même des espèces non radicalaire tel que l'acide hypochloreux (HClO), le monoxyde d'azote NO qui se combine aisément avec le O_2^- pour former le peroxydinitrite ($ONOO^-$), agent non radicalaire à la fois oxydant et Nitrosant.

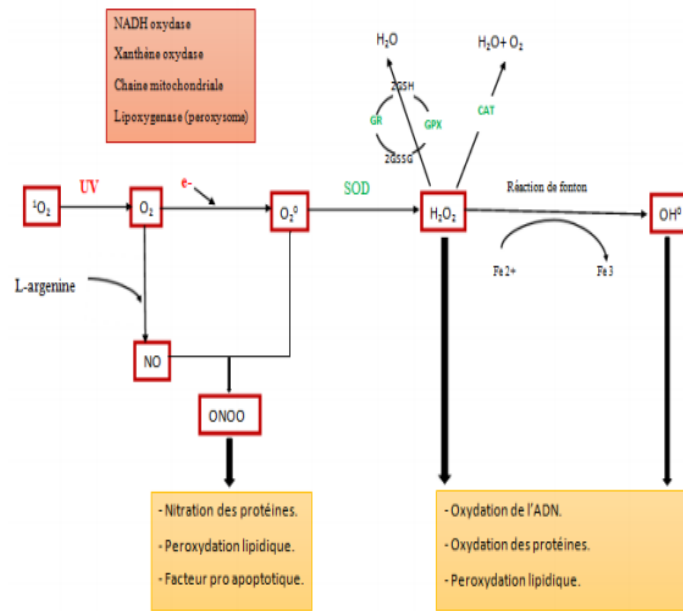


Figure 15: L'origine des différents radicaux libres oxygénés et les espèces oxygénées actives et leur effet biologique (adaptée d'après Flavier, 2003 ; Afonso et al., 2007)

II.2. Sources des radicaux libres

Les cellules sont exposées à des ROS ou RNS de sources endogènes ou exogènes.

II.1. Sources endogènes

In vivo la production des espèces réactives (ROS ou RNS) découle essentiellement d'origine enzymatique, en effet toute réaction impliquant de l' O_2 et un système réducteurs de transfert d'électron est susceptible de les libérer la xanthine oxydase, le cytochrome P450, les peroxysomes, les lysosomes ainsi que la NADPH oxydase membranaire et la chaîne respiratoire mitochondriale qui sont les principaux sièges de formation de ses ROS (**Kohen et Nyska 2002**). Cependant la NO synthase est la source principale de la production de l'espèce azotée activée RNS(**Berger 2006**).

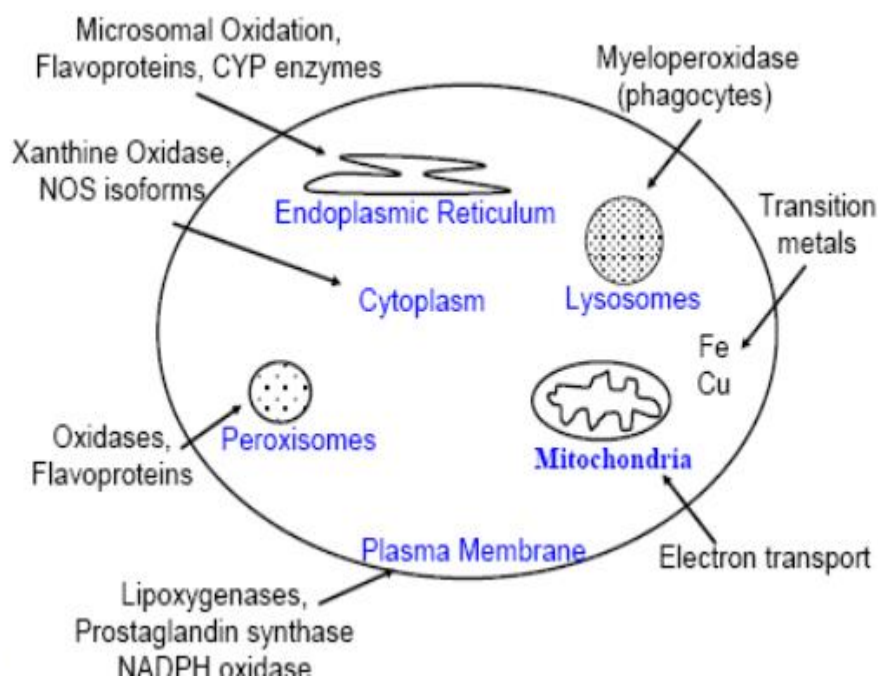


Figure 16: Sources endogènes des NRs et Ros

Tableau 03: Principaux oxydants endogènes (Birben E., Sahiner U. M., Sackesen C., Erzurum S. & Kalayci O., 2012).

Oxydant	Formule	Reaction Equation
Superoxide anion	$O_2^{\cdot -}$	$NADPH + 2O_2 \leftrightarrow NADP^+ + 2O_2^{\cdot -} + H^+$ $2O_2^{\cdot -} + H^+ \rightarrow O_2 + H_2O_2$
Hydrogen peroxide	H_2O_2	$Hypoxanthine + H_2O + O_2 \rightleftharpoons xanthine + H_2O_2$ $Xanthine + H_2O + O_2 \rightleftharpoons uric\ acid + H_2O_2$
Hydroxyl radical	$\bullet OH$	$Fe^{2+} + H_2O_2 \rightarrow Fe^{3+} + OH^- + \bullet OH$
Hypochlorous acid	$HOCl$	$H_2O_2 + Cl^- \rightarrow HOCl + H_2O$
Peroxy radicals	ROO^{\bullet}	$R^{\bullet} + O_2 \rightarrow ROO^{\bullet}$

II.2.2. Sources exogènes

Dans la vie quotidienne normale, des RLs sont produits en faible quantité comme des médiateurs tissulaires ou des résidus des réactions énergétiques ou de défense (Yan, 2014). Le tabagisme, poisons environnementaux, alcool et rayonnement ionisant, Exposition à l'ozone, Hyperoxie Ions de métaux lourds favorisent la génération des RLs en excès (Pickering *et al.*, 2013).

III. Conséquence du stress oxydatif

III.1. Rôles physiologiques des radicaux libres

Tableau 04: Principaux rôles physiologiques des radicaux libres et ces dérivés (**Dröge, 2002**).

Espèce	Rôle physiologique
$O_2^{\cdot-}$ et dérivés	<p>Transduction du signal.</p> <p>Relaxation du muscle lisse.</p> <p>Activation de la protéine kinase C.</p> <p>Amélioration des fonctions immunologiques par amplification du signal intracellulaire dans les lymphocytes T.</p> <p>Induction de l'adhésion des leucocytes aux cellules endothéliales.</p> <p>Induction et exécution du phénomène d'apoptose.</p>
NO^{\cdot}	<p>Relaxation des muscles lisses.</p> <p>Modulation des fonctions des protéines kinases, phosphodiesterases, et des canaux ioniques.</p> <p>Protection contre l'apoptose par inhibition de certaines cascades.</p>

III.2. Rôles pathologiques des radicaux libres

Les radicaux libres sont toxiques à forte concentration provoquant des dommages irréversibles aux macromolécules correspondant à des lésions biochimiques aux niveaux cellulaires par l'altération des constituants lipidiques, protéiques ou l'ADN (**Zou et al., 2008**).

- Effet sur L'ADN : l'ADN est une molécule très sensible à l'attaque par les RLs.

L'attaque radicalaire peut provoquer quatre grands types de lésions

- ✓ Modification des bases nucléiques, des pyrimidines, des purines ou des modifications, des suppressions, des mutations ou des translocations liées au sucre et des réticulations avec des protéines, La plupart de ces modifications de l'ADN montré dans (**Figure 20**) sont très pertinentes pour la cancérogenèse, le vieillissement et les maladies neurodégénératives, cardiovasculaires et auto-immunes.
- ✓ Apparition des sites abasiques.

- ✓ Apparition des adduits de l'ADN.
- ✓ Cassure de simple ou double brin. (Charbonet *et al.*, 2014).

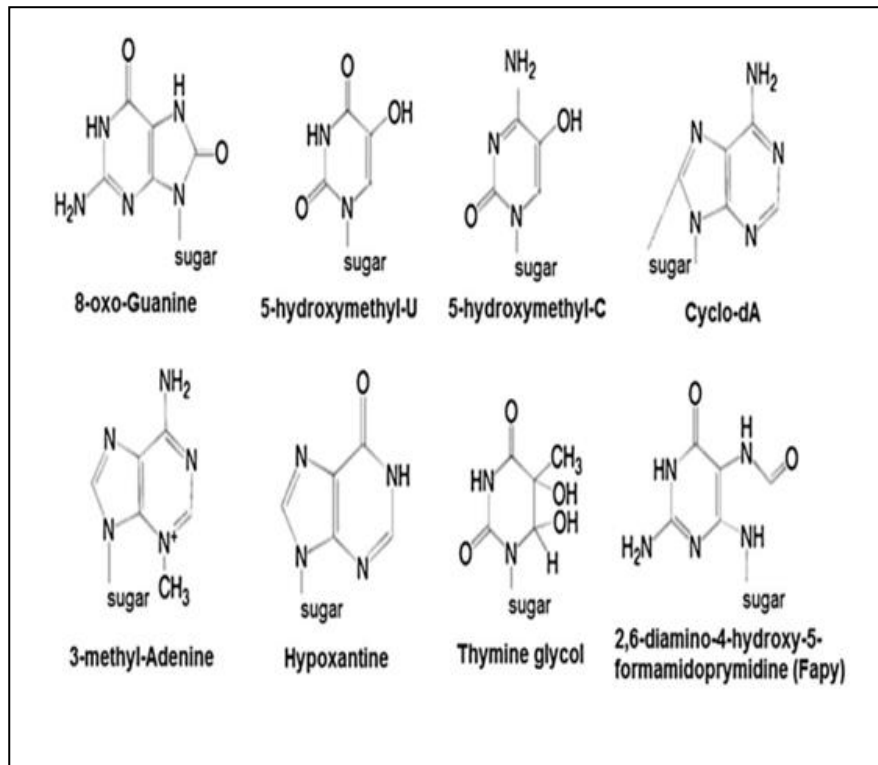


Figure 17: Base modifiées par induction des ROS

(Birben E., Sahiner U. M., Sackesen C., Erzurum S. & Kalayci O., 2012).

- Effet sur Les protéines : les protéines sont aussi susceptibles d'être oxydées par les ROS. Cette oxydation entraîne l'introduction d'un groupe carbonyle dans la protéine (Levine, 2002). Les protéines modifiées par oxydation perdent leurs propriétés biologiques et deviennent plus sensibles à l'action des protéases (Rahal *et al.*, 2014). Les ROS peuvent provoquer la fragmentation de la chaîne peptidique, l'altération de la charge électrique des protéines, la réticulation des protéines et l'oxydation d'acides aminés spécifiques et ainsi conduire à une sensibilité accrue à la protéolyse par dégradation via des protéases spécifiques. Les résidus de cystéine et de méthionine dans les protéines (Kelly F. J. & Mudway I. S., 2003) sont particulièrement plus sensibles à l'oxydation (Dean R. T., Roberts C. R. & Jessup W., 1985) dont l'oxydation des groupes sulfhydryle ou des résidus méthionine des protéines provoque un changement de conformation, une déplétion et une dégradation des protéines.

- Effet sur les lipides : Les acides gras polyinsaturés sont très vulnérables à l'attaque des radicaux libres, qui est capable d'arracher un hydrogène sur les carbones situés entre deux doubles liaisons. Cette réaction est appelée peroxydation lipidique qui aboutit à la formation de nombreux dérivés toxiques. Il provoque aussi une augmentation croissante de la perméabilité des membranes cellulaires induisant une altération irréversible des propriétés fonctionnelles de la cellule, pouvant aller jusqu'à la lyse complète **Cotticelli *et al.*, 2013**).

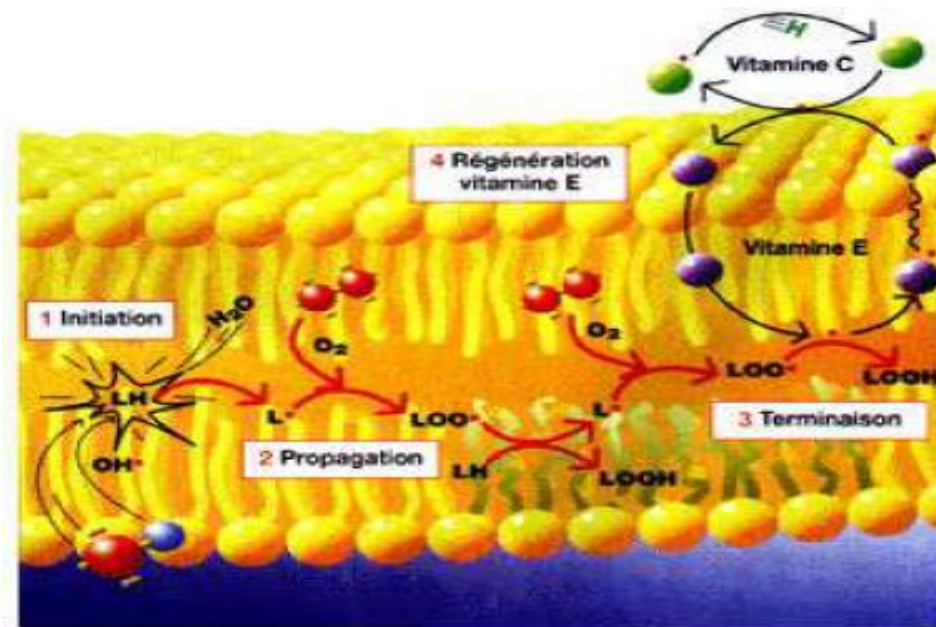


Figure 18:Réactions de la peroxydation lipidiques (**Daum-Badouard, 2006**).

Tableau 05: Certaines pathologies résultant de stress oxydatif.

Une sélection de pathologies pour lesquelles le mécanisme de stress oxydatif est bien documenté, est décrite dans le tableau suivant.

Pathologie	Référence
Le diabète	(Maritimet <i>al.</i> , 2003)
Le Cancer	(Goetz et Luch, 2008)
Les maladies cardiovasculaires	(Vijaya Lakshmi <i>et al.</i> , 2009)
L'Alzheimer	(Cai et Yan, 2007)
L'Obésité	(Gutowski et Kowalczyk, 2013)
L'inflammation	(Libettaet <i>al.</i> , 2011)

IV. Méthodes d'évaluation du stress oxydatif chez l'homme

L'établissement d'un statut antioxydant d'un individu sera susceptible d'apporter au médecin généraliste qui est en première ligne avec les patients des informations importantes en matière de prévention. Depuis quelques années, les techniques de dosage se sont considérablement affinées de sorte qu'il est actuellement possible d'évaluer en routine de statut antioxydant d'un individu. La plupart de ces techniques sont reprises dans **la figure 19**. (Pincemail J., Meurisse M., Limet R. &Defraigne J. O., 1999).

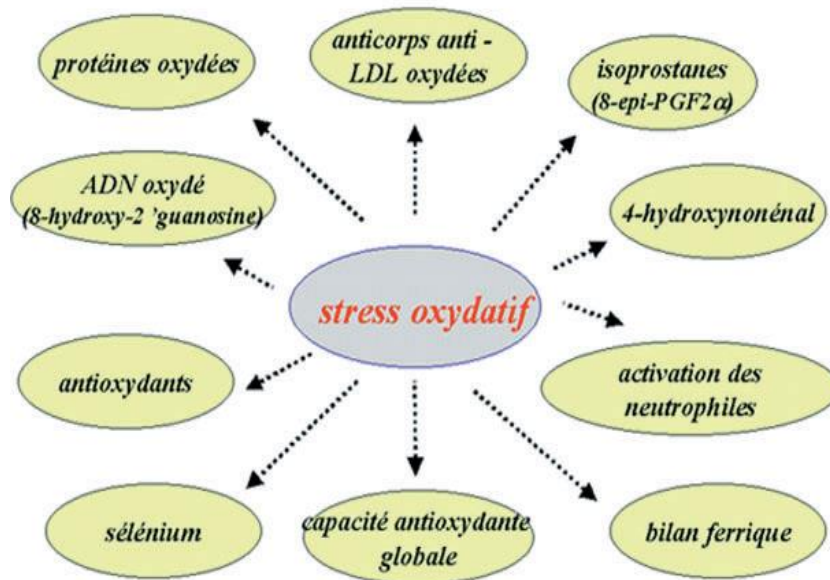


Figure 19 : Aperçu des méthodologies permettant d'évaluer l'état de stress oxydatif chez l'homme.

V. Antioxydants et systèmes de défense

Un antioxydant est n'importe quelle substance qui lorsqu'elle est présente à une concentration faible par rapport à un substrat oxydable, empêche ou retarde de façon significative l'oxydation dudit substrat (**Halliwell&Gutteridge 1999**).

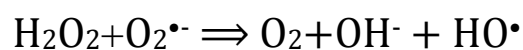
Dont le système de défense antioxydant capable, à concentration relativement faible, d'entrer en compétition avec d'autres substrats oxydables (**Rahal et al., 2014**). Ce système de défense est subdivisé en deux grandes classes d'antioxydants enzymatiques et non enzymatiques.

V.1. Différents types des antioxydants

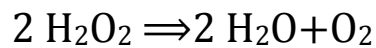
V.1.1. Antioxydants enzymatiques

Cette classe comprend des enzymes ayant des propriétés catalytiques spécifiques qui sont :

- Les superoxydesdismutases (SOD) qui catalysent la dismutation de l'anion superoxyde en peroxyde d'hydrogène (**Equation 1**) (**Papa et al., 2014**).



- La catalase (CAT) qui catalyse la dismutation du peroxyde d'hydrogène en eau et oxygène moléculaire (Equation 2) (Bonnefont-Rousselot et Collin, 2010).



- La glutathion peroxydase (GPX) qui décompose aussi le peroxyde d'hydrogène en utilisant le glutathion comme donneur d'hydrogène (Jacquot, 2013).

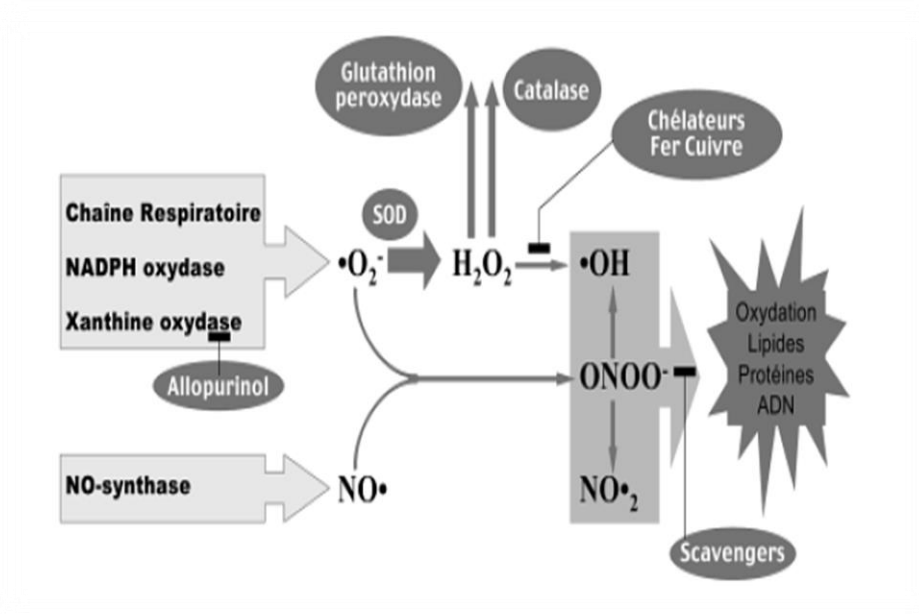


Figure 20: Action des antioxydants au cours du métabolisme des dérivés réactifs de l'oxygène (Cano et al., 2007).

V.1.2. Antioxydants non enzymatiques

Les antioxydants non enzymatique sont composés d'antioxydants synthétisés au cours des réactions métaboliques comprennent des composés de faible poids moléculaire tels que glutathion (GSH), acide urique, bilirubine, albumine un tripeptide (Lg-glutamyl-L-cystéinyl-L-glycine) comprenant un thiol (sulfhydryle), ainsi que les antioxydants d'origine exogène apportés essentiellement par l'alimentation comme les vitamines (A, E, C), le β -carotène et les oligoéléments comme le zinc et le sélénium (Defraigne et Pincemail, 2007). Ce type d'antioxydants possède un avantage considérable par rapport aux antioxydants enzymatiques. Car elles possèdent des caractères hydro-ou lipophiles qui leur permettent d'être répartis dans

différents compartiments de l'organisme, qu'elles que soient intracellulaire, membranaire ou extracellulaire (El-Sohemy *et al.*, 2002 ; Defraigne et Pincemail, 2007 ; Yzydorczyk *et al.*, 2015).

Vitamine C (acide ascorbique), La vitamine C soluble dans l'eau, subventionne la capacité antioxydante aqueuse intracellulaire et extracellulaire principalement en éliminant les radicaux exempts d'oxygène. Transformer les radicaux libres de la vitamine E en vitamine E. Il a été prouvé que leurs taux plasmatiques diminuent avec l'âge. (Bunker, V. W., 1992).

Vitamine E (a-tocophérol), La vitamine E liposoluble était concentrée au site interne hydrophobe de la membrane cellulaire et constitue la principale ligne de défense contre les lésions membranaires induites par l'oxydation. La vitamine E fournit des électrons au radical peroxyde, qui se produit pendant la peroxydation lipidique. L'a-tocophérol est la forme la plus active de vitamine E et le principal antioxydant lié à la membrane dans la cellule. La vitamine E a un rôle très important dont elle déclenche l'apoptose des cellules cancéreuses et inhibe la formation de radicaux libres. (White E., Shannon J. S. & Patterson R. E., 1997).

Glutathion, Le GSH est le principal antioxydant soluble, il est très abondant dans tous les compartiments cellulaires. Le rapport GSH / GSSG est un déterminant majeur du stress oxydatif. Le GSH montre ses effets antioxydants de plusieurs façons (Masella R. *et al.*, 2005). Détoxifie le peroxyde d'hydrogène et les peroxydes lipidiques par l'action du GSH-Px. Le GSH donne son électron à H₂O₂ pour réduire H₂O et O₂. Le GSSG est à nouveau réduit en GSH par le GSH réductase qui utilise le NADPH comme donneur d'électrons. Les GSH-Px sont également importants pour la protection contre la peroxydation lipidique dont le glutathion réduit donne des protons aux lipides membranaires et les protège contre les attaques oxydatives (Curello S. *et al.*, 1985).

Le GSH est un cofacteur pour diverses enzymes détoxifiantes, telles que le GSH-Px et la transférase. Il a également un rôle dans la reversion des vitamines C et E en leurs formes actives et dans la protection des cellules contre l'apoptose en interagissant avec les voies de signalisation proapoptotiques et antiapoptotiques. (Masella R. *et al.*, 2005).

Caroténoïdes (b-carotène), Les caroténoïdes sont des pigments présents dans les plantes. Le b-carotène réagit principalement avec les radicaux hydroxyles(OH) et superoxyde (O₂) peroxyde(ROO). (El-Agamey A. et al., 2004). Les caroténoïdes montrent leurs effets antioxydants à basse pression partielle d'oxygène, mais ils peuvent avoir des effets pro-oxydants à des concentrations d'oxygène plus élevées (Rice-Evans C. A. et al., 1997). Les caroténoïdes et les acides rétinoïques (AR) sont capables de réguler les facteurs de transcription. Le b- carotène inhibe l'activation de NF-kB induite par les oxydants et la production d'interleukine (IL) -6 et du facteur de nécrose tumorale. Les caroténoïdes affectent également l'apoptose des cellules. (DoNiizuma H.et al., 2006).

Tableau 06: principaux antioxydants de défense contre le stress oxydant

ENZYMATIQUES	NON-ENZYMATIQUES
<ul style="list-style-type: none"> - Superoxydesdismutases - Catalase - Glutathion peroxydase - Glutathion réductase - Autres enzymes de phase 2 - Glutathion S transférase - Thiorédoxine réductase - Hème oxygénase 1 	<ul style="list-style-type: none"> - Protéine - Albumine - Céruloplasmine,... - Hydrosolubles - Vitamine C - Glutathion - Acide urique - Liposolubles - α-tocophérol - γ-tocophérol - Coenzyme Q10 - Caroténoïdes - Polyphénols -flavonoïdes

V.2. Profils antioxydants, couleurs et sources alimentaires. Les antioxydants et les aliments sources sont regroupés dans le tableau suivant (Mercan, M. D., 2010).

Tableau07 : Profils antioxydants, couleurs et sources alimentaires

Rouge	Anthocyanines, lycopène	Betterave, cerise, chou rouge, fraise, tomate Oignon, poivron, pomme etradis rouges
Bleu-mauve	Polyphénols, flavonoïdes	Aubergine, cassis, framboise, mûre, prune, pruneau, raisin
Vert	Chlorophylle	Avocat, brocoli, épinard, kiwi, chou de Bruxelles, Haricot, poire et poivron verts
Jaune-orange	B-carotène, lutéine, zéaxanthine, quercétine	Abricot, ananas, carotte, citron, mangue, orange, papaye, pêche, poivron jaune
Blanc	Composés soufrés, sélénium et autres composés	Ail, Pomme

V.3. Méthodes d'évaluation de l'activité antioxydante in vitro

Les méthodes d'évaluation du caractère antioxydant sont nombreuses, elles peuvent être réparties en deux groupes, des méthodes qualitatives et des méthodes quantitatives. Les méthodes qualitatives, sont relativement peu nombreuses par rapport aux méthodes quantitatives, elles sont basées sur des réactions de coloration ou décoloration d'un réactif dans le milieu réactionnel. Parmi ces méthodes on cite la chromatographie sur couche mince (CCM), qui est l'une des méthodes les plus utilisées pour la détection d'un agent antioxydant, elle donne des réactions colorées en présence de tels composés (Li et al., 1999). Pour les méthodes quantitatives sont celle qui nous permet à mesurer la capacité du piégeage des radicaux libres. Elles sont basées sur le balayage du peroxyde d'hydrogène (H_2O_2), de l'acide hypochloreux (HOCl), de l'hydroxyle ($\bullet OH$), des anions superoxyde ($O_2^{\bullet -}$), du peroxyde ($ROO\bullet$) et de l'oxyde nitrique ($NO\bullet$) (Sanchez-Moreno, 2002).

Parmi ces méthodes, nous citons :

- ✓ la méthode FRAP (Capacités réductrices ferriques d'antioxydants).
- ✓ la méthode du radical DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl).
- ✓ La méthode de Blanchiment du β -carotène.
- ✓ la méthode d'ABTS (2,2-azinobis (3-éthyle-benzothiazoline-6-sulphonate) ou TEAC (Capacité antioxydante équivalente de Trolox).
- ✓ la méthode TRAP (Paramètre du piégeage du radical totale).
- ✓ la méthode TOSC (Capacité du piégeage des oxy-radicaux totaux).
- ✓ la méthode de DMPD (Balayage du radical cation N, N- diméthyl-p-phénylenediamine).
- ✓ la méthode photochimiluminescence (PCL).
- ✓ la méthode d'hémolyse.

I. Présentation de la famille des Astéracées

I.1. Introduction

Les astéracées (Asteraceae) dont le terme « Aster » du grec signifie étoile il se réfère à la forme en étoile de l'inflorescence, cette famille est également connue sous le nom de composacées (Compositae) elle comprend près de 23 000 espèces réparties en 1 500 genres ce qui en fait la deuxième plus vaste famille du monde végétal et des plantes à fleurs (**Jeffrey C., 2007**). C'est une famille importante des plantes dicotylédones. Elles s'acclimatent presque dans toutes les régions du monde (à répartition cosmopolite), et principalement dans les régions tempérées (**Cox C. B., Moore P. D. & Ladle R. J., 2016**).

I.2. description botanique des Astéracées

Les astéracées sont principalement des plantes herbacées, annuelles ou vivaces. Cette famille est caractérisée par des racines formant un pivot simple ou ramifié (**Pooja, 2004**), parfois tubérisées (la molécule de réserve étant l'inuline, polymère du fructose, fibre alimentaire et prébiotique étudiée pour son rôle sur le microbiote intestinal) (**Michel Botineau, 2010**). Les feuilles, toujours sans stipules, sont le plus souvent alternes simples mais parfois opposées rarement verticillées ou regroupées en rosette montrent une grande diversité dans la forme et l'incision (entières à profondément découpées). La tige herbacée est généralement dressée et porte des fleurs minuscules, sessiles réunies par une inflorescence appelée capitule qui vont à leur tour se rassembler souvent en corymbe aussi en grappe et cyme. Les fleurs des astéracées sont pentamères à 5 pétales soudés à corolle. Le calice est absent ou réduit, les sépales étant en forme de bourrelets, d'écailles ou de soies accrescentes. Les étamines sont également soudées par leurs filets à la base de la corolle et par leurs anthères à déhiscence longitudinale et introrse, Les fruits indéhiscent sont des sortes d'akènes.

II. Systématique des astéracées

Tableau 08: Classification des astéracées (classification de Cronquist, 1981)

Règne	Plantae
Sous-règne	Tracheobionta (Plantes vasculaires)
Embranchement	Phanérogame (Phanérogames)
Sous-embranchement	Magnoliophytina (Angiospermes)
Classe	Magnoliopsida (Dicotylédones)
Sous-classe	Asteridae
Ordre	Asterales
Famille	Asteraceae (Compositae)

II. Présentation de la plante *Sonchus oleraceus* L.



Figure 21: La plante *Sonchus oleraceus* L.(photo originale)

II.1. Nomenclature de la plante

Tableau 09 : nomenclature de la plante étudiée.

Nom vernaculaire	Laiteron maraîcher, Laiteron potager, Laiteron commun, lastron (Fr), Laiteron lisse
Nom anglais	Annual sowthistle, milk thistle, smooth sow thistle
Nom arabe	التفاف الحليبة
Nom scientifique	<i>Sonchus oleraceus</i> L.

II.2. Description botanique

Sonchus oleraceus a été nommé par Carolus Linnaeus en 1753 (Florence O. et al., 2010), est une plante herbacée diploïdes ($2n=32$), spontanée, annuelle ou bisannuelle atteignant 1,4 m de hauteur dont leur tige est côtelée, simple ou ramifiée, feuilles alternes simples distales petites et moins lobées, limbe lancéolé ou oblancéolé profondément pennatilobé avec quelques lobes réfléchis, grossièrement dentés, base amplexicaule à auricules pointues, apex arrondi ou aigu.

Inflorescence, capitules ou de nombreux capitules sont pédonculés, disposés en panicule ou corymbe lâche et feuillé ; involucre de 10-13 mm de long. Fleurs bisexuées, ligulées, jaunes. Tube de la corolle de 6-7,5 mm de long, ligule d'environ 6 mm de long ; étamines 5, anthères réunis en tube autour du style ; ovaire infère, 1-loculaire, style à 2 branches.

Fruit : akène légèrement aplati, côtelé, rugueux, atteignant 4 mm de long, à Pappus blanc de 7-8 mm de long.

Plantule à germination épigée ; hypocotylé de 0,5-1 cm de long ; cotylédons foliacés, oblongs-elliptiques.

Sonchus oleraceus est facilement disséminée par le vent et l'eau. La germination peut avoir lieu à des températures allant de 7°C à plus de 35°C. (Grubben G. J. H., 2004).



Figure 22 : différentes parties de la plante *Sonchus oleraceus*L.(tiges, feuilles, fleurs et fruits)(
<https://www.amazon.fr/Sonchus-oleraceus-Grespino-comestible-laiteron/dp/B07KX6FWHF>)
 (abiris.snv.jussieu.fr/flore/descriptions/Laiteron_maraicher.html)

II.3. Systématique de la plante

Tableau10 :systématique de la plante *Sonchus oleraceus* L.

Règne	Plantae
Sous-règne	Tracheobionta
Super divisions	Spermatophyta
division	Magnoliophyta
classe	Magnoliopsida
Sous-classe	Asteridae
ordre	Asterales
famille	Asteraceae /compositae-famille aster
genre	Sonchus L.
Espèce	<i>Sonchus oleraceus</i> L.

II.4. Propriétés et composition phytochimique

Les feuilles ont un goût doux à assez amer. Les feuilles contiennent par 100 g de partie comestible, eau 87g, énergie 110 kJ (26 kcal), protéines 3,2 g, glucides 1,8 g, fibres 3,3 g, Ca 32 mg, Mg 76 mg, P 58 mg, Fe 3,8 mg, Zn 0,8 mg, carotène 16 mg, acide ascorbique 78mg (Guil-Guerrero J.L., Giménez-Giménez A., Rodríguez-García I. & Torija-Isasa, M.E., 1998). Il est également une source très importante des métabolites secondaires, telle que les tannins qui prédominent avec une teneur de 118,21 mg /g de poids sec. Des saponines, des phénols totaux (le catéchol et l'acide férulique sont les plus Abondants) et des alcaloïdes ont été également détectés dans cette plante (Gomaa Hassan et al., 2014). Des cultures de tissus de *Sonchus oleraceus* montrent une activité antibactérienne à large spectre. L'extrait aqueux montre une activité acaricide contre l'acarien jaune.

II.5. Ecologie, Origine et répartition géographique

On rencontre *Sonchus oleraceus* principalement dans des endroits perturbés, dont des terres agricoles, des champs abandonnés et des champs récemment brûlés, jusqu'à 2650 m d'altitude.

Sonchus oleraceus à une large répartition géographique est originaire d'Eurasie et du nord de l'Afrique (région méditerranéenne) (Grubben G. J. H., 2004). Dans l'Algérie se rencontre fréquemment dans les terres cultivées du Nord Algérien, au bord des routes et dans les terrains vagues. Actuellement elle est un adventice cosmopolite.



Figure 23: La distribution géographique de *Sonchus oleraceus* L.

II.6. Effets et usages thérapeutiques

S.oleraceus est cultivée pour son intérêt médicinal dont elle est utilisée pour traiter de nombreuses maladies:

- Les racines sont utilisées comme purgatif, abortif et vermifuge (**Grubben G. J. H., 2004**).
- Dans les cultures chinoises, ils utilisent cette plante pour traiter les maladies inflammatoires, Le latex est utilisé pour soigner la dépendance à l’opium et pour traiter les verrues et le cancer.
- L'utilisation du jus de feuilles pour traiter le mal d'oreille (Tanzanie, Chine, Nouvelle-Zélande) et la surdité (Europe occidentale).
- Les feuilles supprimeraient les infections.
- Cette plante a des effets bioactifs et utilisée comme antibactérienne, anti-tumorale et antiviellissement
- A des propriétés (diurétique, légèrement laxative, cholérétique et cholagogue (**Marie-Pierre Arvy, François Gallouin, 2007**).
- Elle est utilisée également pour traiter les problèmes oculaires (Burundi), la gastrite, les salmonelloses (Madagascar), le kwashiorkor et l'anémie (Burundi, Soudan, Ouganda)(**Grubben G. J. H., 2004**).

III. Travaux antérieurs

Une étude coréenne a examiné l’activité antioxydante *in vitro* des extraits aqueux et alcoolique de *Sonchus oleraceus* L. qui ont été examinées par le pouvoir réducteur en utilisant les méthodes de piégeage des radicaux hydroxyles (HRSA) et de piégeage des radicaux 1, 1-diphényl-2-picrylhydrazyl (DPPH). L'extrait de MeOH à 70% avait le plus grand pouvoir réducteur tandis que l'extrait d'EtOH avait le plus grand HRSA. L'activité antioxydante des extraits de *S. oleraceus* dépendait de la concentration et ses valeurs d’IC₅₀ variaient de 47,1 à 210,5 µg / ml et IC₅₀ de 70% de MeOH, d'eau bouillante et de 70% d'EtOH étaient respectivement de 47,1, 52,7 et 56,5 µg / ml. L'extrait MeOH à 70% de *S. oleraceus* contenait la plus grande quantité de contenu phénolique et flavonoïde. Les extraits testés avaient les plus grands effets de piégeage des nitrites dans des conditions de pH plus bas. L'activité cytotoxique a montré que l'extrait d'EtOH avait la meilleure activité contre la croissance des cellules cancéreuses de l'estomac. Ces résultats suggèrent que l'extrait de *S. oleraceus* pourrait être utilisé comme source potentielle d'antioxydants naturels (**Yin, J., Kwon G.J. et Wang M.H., 2007**).

Une étude Comparative de la valeur nutritive, des activités antioxydantes et antibactériennes de *Sonchus asper* et *Sonchus oleraceus* des extraits d'acétone, de méthanol et d'eau des feuilles de *Sonchus asper* et *Sonchus oleraceus* ont été étudiées. L'analyse immédiate a montré que les plantes contenaient un pourcentage appréciable d'humidité, de cendres, de protéines brutes, de lipides bruts, de fibres brutes et de glucides. Les plantes sont également riches en minéraux, flavonoïdes, flavonols, proanthocyanidines, phénols totaux et faibles niveaux de saponines, phytates et alcaloïdes. Les extraits des 2 plantes ont également montré de fortes propriétés antibactériennes et antioxydantes (**Jimoh F.O., Adedapo A.A. et Afolayan A.J., 2011**).

L'analyse de la composition nutritionnelle des feuilles tendres de trois espèces de *Sonchus* (*S. Asper* L., *S. oleraceus* L. et *S. tenerrimus* L.) de différents endroits dans le sud - est de l'Espagne ont été effectuées et montre la présence des éléments minéraux (Na, K, Ca, Mg, P, Fe, Cu, Zn et Mn), les acides gras, la vitamine C, les caroténoïdes et l'acide oxalique. Les résultats, qui faisaient référence au poids frais, ont souligné la faible proportion de glucides. La teneur en vitamine C était élevée et variait de 457 mg.kg⁻¹ (*S. tenerrimus*) à 779 mg/ kg (*S. oleraceus*). Des caroténoïdes ont été trouvés en forte proportion (158 mg/ kg⁻¹) chez *S. oleraceus*. Le contenu des éléments minéraux était similaire à celui d'autres légumes à feuilles vertes. La fibre était présente en quantité supérieure à 30 g/kg chez les trois espèces. Les acides gras essentiels de la série ω_3 étaient les plus élevés chez *S. oleraceus* (44,97 %). Les espèces de *Sonchus* pourraient être utilisées à des fins nutritionnelles, en raison des fortes concentrations de nutriments qu'elles contiennent. (**Guil - Guerrero JL., Giménez-Giménez A., Rodríguez- García I. et Torija-Isasa M.E. 1998**).

Une étude a été réalisée pour évaluer l'activité antioxydante in vitro en utilisant la méthode de piégeage de 1,1-diphényl-2-picrylhydrazyl (DPPH) et la méthode de Folin-Ciocalteu pour déterminer leur teneur en phénol. L'activité antidiabétique a été testée chez les souris après l'induction du diabète par la streptozotocine, et des marqueurs de stress oxydant sélectionnés (malondialdéhyde, peroxydes d'hydrogène et catalase) ont été mesurés afin d'évaluer le niveau de stress oxydatif chez les animaux traités. Ces résultats suggèrent que la plante entière de *S. oleraceus* et les feuilles de *P. nitida* possèdent à la fois des propriétés antidiabétiques et antioxydantes, et pourraient donc être utilisées comme point de départ pour le développement de plantes médicinales et / ou comme source de nouvelles molécules

Chapitre 05 : Présentation de la plante « *Sonchus Oleraceus* L . »

médicamenteuses contre le diabète (**Teugwa C.M., Mejiato P.C., Zofou D., Tchinda B.T. et Boyom F.F. 2013**).

Une étude a été réalisée pour évaluer l'effet anti tumoral des extraits aqueux préparés de *Sonchus oleraceus* L. (SO) et *Juniperus sabina* L. (JS). Les extraits ont été utilisés pour traiter les cellules tumorales HepG-2 et K562, tandis que les cellules mononucléaires du sang périphérique humain (PBMC) ont été définies comme contrôle normal. Les résultats ont montré que les extraits aqueux de SO et JS ont des effets inhibiteurs sur les cellules HepG-2 et K562 en diminuant la viabilité cellulaire et en induisant l'apoptose via une régulation à la hausse de l'expression des gènes liés à l'apoptose FasL, caspase 3 et caspase 9 (**Huyan T., Li Q., Wang Y.L., Li J., Zhang J.Y., Liu Y.X. & Li H.Q., 2016**).

PARTIE

EXPERIMENTALE

I. Introduction

Les extraits étudiés sont obtenus à partir des feuilles, de tiges et de fleurs du *Sonchus oleraceus L*, le but de ce travail expérimental est :

- ✓ L'étude qualitative des extraits.
- ✓ L'étude de l'activité antioxydante.

Cette étude expérimentale a été réalisée au niveau du laboratoire de chimie (LASNABIO) de l'université Abou Bekr Belkaid de Tlemcen.

II. Matériel végétal

II.1. Origine géographique et période de récolte de la plante

Cette étude a été effectuée sur la plante médicinale « *Sonchus Oleraceus L.* » qui germe spontanément à l'ouest algérien. La récolte a été effectuée durant le mois de mars 2020, dans la région de Bouhannak commune de Mansourah dans la wilaya de Tlemcen.

➤ Situation géographique de la station d'étude



Figure 24: Carte géographique illustrant la région de récolte de la plante (Google Map-Tlemcen 2020)

➤ Géographie de la station d'étude

Station	Latitude (N)	Longitude (O)	altitude	climat
Mansourah (Bouhanak)	34.871	-1.3390934°, 1° (52' 16" Nord, 20' 21" Ouest)	821m	Climat méditerranéen avec été chaud (Classification de Köppen: Csa)

II.2. Identification botanique

L'espèce a été identifiée par le professeur Hassani F. du laboratoire d'Ecologie et Gestion des Ecosystèmes Naturels, Université Abou Bekr Belkaid-Tlemcen (Algérie).

II.3. Préparation des échantillons

Après la récolte du matériel végétal (tiges, feuilles, fleurs), nous avons procédé au séchage à l'air libre à l'abri de la lumière et à température ambiante pendant quelques jours avant de faire les manipulations, Le maximum de température pour une bonne dessiccation des plantes contenant des huiles essentielles ou des plantes aromatiques est 30°C. Pour les autres cas, la température de dessiccation peut varier de 15 à 70°C (**Delille, 2007**). On utilise cette méthode de séchage car elle est simple, économique et pour ne pas altérer les propriétés médicinales de ces métabolites.

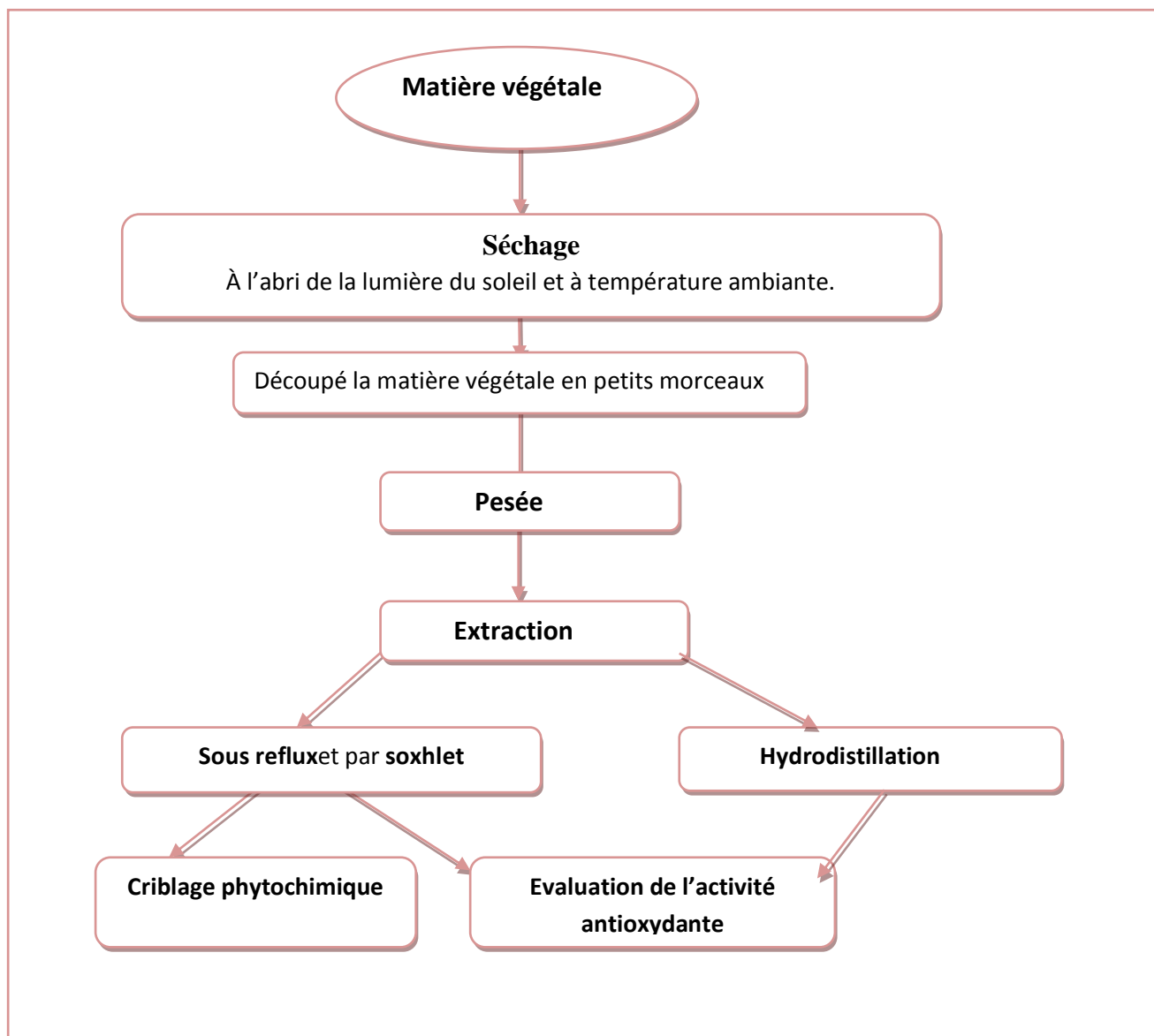


Figure 25: Schéma illustrant la démarche expérimentale suivie dans cette étude

II.4. Les extraits bruts

II.4.1. Préparation des extraits bruts

Dans cette étape nous avons utilisé la partie aérienne de la plante étudiée, l'extraction a été effectuée en utilisant trois solvants à polarité différente (l'eau, éthanol et l'étherdiéthylique) selon le procédé de sous reflux (discontinu) et par soxhlet (continu), en manipulant ce procédés pour la partie aérienne de la plante nous avons obtenu sept extraits bruts et secs après évaporation et séchage du solvant.

Les extraits étudiés obtenus par reflux continu (soxhlet) et discontinu de la partie aérienne sont :

- ✓ Extrait aqueux.(reflux)
- ✓ Extrait éthanolique (soxhlet)
- ✓ Extrait étherique (reflux)
- ✓ Des extraits préparés en changeant la polarité du solvant sur la même matière végétale sont :
 - Extrait éthanolique (100% éthanol).
 - Extrait (80% éthanol 20% eau).
 - Extrait (50% éthanol 50% eau).
 - Extrait (20% éthanol 80% eau).
 - Extraits 100% eau.

a. Epuisement du matériel végétal (feuilles, fleurs et tiges) avec l'eau

Dans un ballon monocol, surmonté d'un réfrigérant, 13g de la partie étudiée de la plante découpée en morceaux a été mis en contact avec 120 ml d'eau distillée. Le mélange a été porté à reflux pendant 1h, après filtration sur papier Watman, la solution aqueuse obtenue a été versée dans une boîte à pétri en verre et mis à l'étuve à 40 °C pour un séchage parfait.

b. Epuisement du matériel végétal (partie aérienne) avec l'éthanol

Une reprise d'essai avec 13g de la partie aérienne séchée et découpée en morceaux a été mise dans une cartouche en papier-filtre épais en forme d'un bâtonnet qui est insérée dans un extracteur qui est placée sur un ballon contenant le solvant d'extraction. Un réfrigérant surmonté au-dessus de l'extracteur (il est souhaitable d'utiliser un chauffe-ballon). Quand le ballon est chauffé, les vapeurs de solvant se condensent dans le réfrigérant et retombent dans le corps de l'extracteur. Le solvant condensé s'accumule dans l'extracteur jusqu'à qu'il atteigne le sommet du tube-siphon, qui provoque alors le retour du liquide dans le ballon, accompagné des substances extraites, et le solvant contenu dans le ballon s'enrichit progressivement en composés solubles, on obtient une solution éthanolique qui a été évaporée à demi sec sous pression réduite dans un évaporateur rotatif à 50°C. Le résidu demi sec obtenu a été mis dans

une boîte à pétri en verre et séché dans l'étuve à 40 °C. Ensuite le même matériel végétal utilisé dans l'étape précédente a été mis en contact avec un mélange hydro alcoolique (éthanol/eau) à des proportions différentes les mélanges ont été portés à reflux pendant 1 heure, les solutions subit une filtration, une évaporation puis un séchage dans une étuve à 40 °C.

c. Epuisement du matériel végétal (partie aérienne) avec l'étherdiéthylique

On reprend l'essai avec 13g de la partie aérienne de la plante découpée en petit morceaux qui a été mise en contact avec 120 ml d'éther dans un ballon surmonté d'un réfrigérant. Le mélange a été également porté à reflux pendant 1h, puis filtré. Après filtration, La solution éthérique obtenue a été mis dans une boîte à pétri et séchée dans l'étuve à 40 °C.

II.4.2. Calcul du rendement des extraits bruts

Le rendement est exprimé en (%), il est défini comme étant le rapport entre la masse d'extrait et celle de la plante sèche à traiter. Il a été calculé par la formule suivante :

$$R(\%) = M / M_0 \times 100$$

Avec :

R (%) : Rendement exprimé en %.

M: Masse en gramme de l'extrait brut.

M₀: Masse en gramme du matériel végétal à traiter.

II.4.3. Analyse phytochimique des extraits bruts de *S. oleraceus* L.

Dans le but de mettre en évidence la présence ou l'absence des métabolites secondaires dans les extraits de *S.oleraceus*, des tests phytochimiques analytiques ont été réalisés, ces tests sont basés sur des réactions de coloration et de précipitation.

A. Les flavonoïdes

Quelque millilitre de chaque extrait a été traité avec 3 ml d'HCl concentré et 0,5g de tournures de magnésium(Mg). La présence des flavonoïdes est indiqué par l'apparition d'une couleur rouge cerise, rouge violacé : les flavonones ; (**Bruneton, 1993**).

B. Les tanins

1ml de chaque extrait a été traité par quelques gouttes de chlorure ferrique FeCl_3 (1%), le développement de coloration bleu, bleu noir ou vert indique la présence de tannins (**Karumi et al., 2004**). Dont la présence d'une coloration verdâtre indique la présence des tanins catéchiques ou bleu-noirâtre qui révèle la présence des tanins galliques. (**Tresse et Evans, 1987**).

C. Les hétérosides

1ml de chaque extrait, est mélangé avec 2ml de chloroforme (CHCl_3) et 3 ml d'acide sulfurique (H_2SO_4) concentré. L'apparition d'une couleur rouge marron de la couche d'interface indique la présence des triterpènes hétérosidiques. (**Khan et al., 2010**).

D. les coumarines

Dissoudre quelques milligrammes de chaque extrait dans 2 ml d'eau chaude. Partager la solution obtenue en deux parties égales dont une représente un témoin et la deuxième a été traitée avec 0.5 ml de NH_4OH à 10%. Ensuite mettre deux tâches sur un papier filtre et les examinées sou la lumière U.V, une fluorescence intense indique la présence des coumarines. (**Bruneton, 1999**).

E. Alcaloïdes

On ajoute 5 ml d' HCl 1% à 1ml de chaque extrait, chauffer le mélange dans un bain marie, puis le filtrer et le partager en deux volumes égaux. Traiter le premier avec quelques gouttes du réactif de Mayer, l'autre avec le réactif de Wagner. La formation d'un précipité blanc ou brun indique la présence des alcaloïdes. (**Bruneton, 1993**).

Les réactifs de Mayer et de Wagner sont préparés comme suit:

- **Réactif de Mayer** : Dissoudre 1.358 g d' HgCl_2 dans 60ml d'eau distillée puis 5g de KI dans 10ml d'eau distillée. Mélanger les deux solutions et compléter jusqu'à 100 ml avec l'eau distillée.
- **Réactif de Wagner** : Dans 75 ml d'eau distillée, dissoudre 2 g de KI et 1.27 g de I_2 . Le volume obtenu est ajusté à 100 ml avec l'eau distillée.

F. Amidon

Traiter 5 ml de chaque extraits avec 10 ml d'une solution de NaCl saturée dans un bain marie jusqu'à ébullition puis ajouter le réactif d'amidon. Le changement de couleur de la solution en couleur bleue violacée indique que le test est positif.

G. Saponosides

La détection des saponosides a été réalisée en ajoutant quelques gouttes d'eau à 2 ml de chaque extrait, après une agitation de manière forte dans un tube à essai, pendant environ 30 secondes, puis on laisse reposer une demi-heure. La présence des saponosides est évaluée par l'apparition d'une mousse persistante (**Tresse et Evans, 1987**).

H. Stérols et stéroïdes

La mise en évidence des stérols et polyterpènes a été faite selon la réaction de Liebermann-Buchard. 1g d'extrait a été dissout à chaud dans 1ml d'anhydride acétique puis, 0,5ml de H₂SO₄ concentré y ont été ajoutés. L'apparition d'une coloration violette virant au bleu puis au vert révèle la présence des stérols et polyterpènes (**Khelifi,2011**).

I. Anthocyanosides

Doser la solution de chaque extrait avec une solution de NaOH. S'il y a un virage de couleur à pH différent ceci indique la présence des anthocyanosides.

- pH<3 la solution prend une coloration rouge.
- 4<pH<6 la solution prend une coloration bleu.

J. Les anthracénosides

Traiter 5ml de chaque extrait par le réactif de borntrager (2,5 ml de la solution basique de l'ammoniaque (NH₄OH à 20%), puis agiter un test positif est indiqué par l'apparition d'une coloration plus ou moins rouge violacée (**bendif, 2017**).

K. Composés réducteurs

Traiter 1ml de chaque extrait avec 2ml d'eau distillée et 20 gouttes de la liqueur de Fehling puis chauffer, l'apparition d'un précipité rouge brique indique que le test est positif (**Trease et Evans, 1987**).

III. Extraction d'huile essentielle de *sonchus oleraceus L.*

L'extraction de L'huile essentielle de *sonchus oleraceus L* a été effectuée par hydrodistillation dans un appareil de type Clevenger. Dans un ballon surmonté d'une colonne reliée à un réfrigérant. Mettre 150g de la matière végétale séchées et découpées en petit morceaux en contact avec 450 ml d'eau distillée. L'ensemble est porté à ébullition pendant 4h, les vapeurs d'eau contenant des gouttelettes d'huile sont condensées dans un réfrigérant puis récupérés. L'huile se sépare de l'eau par différence de densité, l'huile essentielle récupérée a été stockée dans un pilulier hermétique à 4 °C à l'obscurité.

III.1. Calcul du rendement de l'huile essentielle

Le rendement de l'HE est défini comme étant le rapport entre la masse de l'huile essentielle obtenue et la masse de matière végétale à traiter (Belyagoubi,2006).

Le % est calculé par la formule suivante :

$$R (\%) = (MHE/MMV) \times 100$$

Avec :

MHE : masse en gramme (g) de l'huile essentielle obtenue.

MMV : masse en gramme de la matière végétale utilisée.

IV. Evaluation du pouvoir antioxydant des extraits de la plante

IV.1. Méthode de piégeage du radical libre DPPH

La molécule de DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl) est définie comme étant un radical libre stable par la vertu de la délocalisation de l'électron disponible, il absorbe dans le visible à la longueur d'onde de 515 à 520 nm.

➤ Principe :

Le DPPH réagit avec des groupements amines, les acides et les phénols. Quand la solution de DPPH est mélangée à celle d'une substance qui peut donner un atome d'hydrogène ou un électron, alors ceci engendre la forme réduite (DPPH2) le diphénylpicrylhydrazine, avec la perte de la couleur violette et l'apparition d'une couleur jaune pâle due à la présence de groupement picryl (Gulcinet *al.*,2003),dont l'intensité de la couleur est inversement

proportionnelle à la capacité des antioxydants présents dans le milieu à donner des protons (Brand-williams *et al.*, 1995). L'absorbance est lue à 517 nm.

On peut résumer la réaction sous la forme de l'équation suivante :



Où: (RH) représente un composé capable de céder un hydrogène au radical DPPH (violet) pour le transformer en diphényle picryl hydrazine (jaune) (Yang *et al.*, 2010).

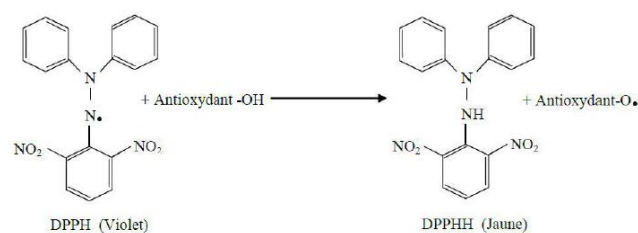


Figure 26: Réaction du DPPH avec un antioxydant (Talbi *et al.*, 2015).

- **Protocole :**

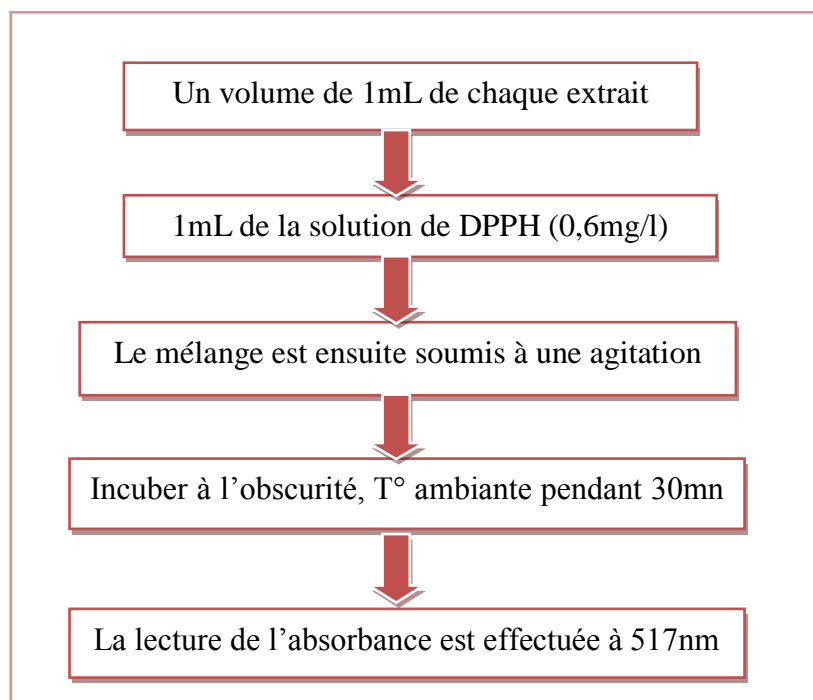


Figure 27: Protocole d'évaluation de l'activité antioxydante (DPPH)

➤ **préparation de la solution de DPPH :**

0,006 g de DPPH a été pesé dans une fiole jaugée de 100 ml, puis complété jusqu'au trait de jauge par l'éthanol (0,0026g/l ou 0,6 mg/l). Le mélange a été placé dans un bécher sous agitation afin d'avoir une solubilité parfaite, puis conservé à l'abri de la lumière dans un flacon opaque et à une température basse pour empêcher sa dégradation.

➤ **Préparation des dilutions dans l'éthanol.**

➤ **le dosage**

Dans des cuves colorimétries 1ml de la solution éthanolique de DPPH a été ajouté à 1ml de différentes dilutions des extraits de plante. Le mélange obtenu a été ensuite gardé à l'abri de la lumière à température ambiante pendant 30 minutes. Puis l'absorbance est mesurée à 517 nm contre un témoin composé de 1ml de la solution de DPPH et de 1ml de l'éthanol.

Les échantillons des extraits bruts, de l'huile essentielle, ainsi de l'acide ascorbique (control) sont préparés dans les mêmes conditions opératoires. La décroissance de l'absorbance est mesurée à l'aide d'un spectrophotomètre UV/visible.

➤ **Expression des résultats**

Les résultats sont déterminés en se référant à la courbe d'étalonnage obtenue avec l'acide ascorbique et sont exprimés en mg/g équivalent d'acide ascorbique.

Avec Le PI (pourcentage d'inhibition) on peut réaliser une courbe d'étalonnage avec laquelle on détermine les concentrations qui correspondent à 50 % d'inhibition (IC50). La valeur d'IC50 la plus faible correspond à l'efficacité de l'extrait la plus élevée.

Le % d'inhibition est calculé selon la formule suivante :

$$I\% = ((Abs C - Abs E) / Abs C) \times 100$$

Où :

Abs E : absorbance de l'échantillon

Abs C : absorbance du control

I% : Le pourcentage d'inhibition

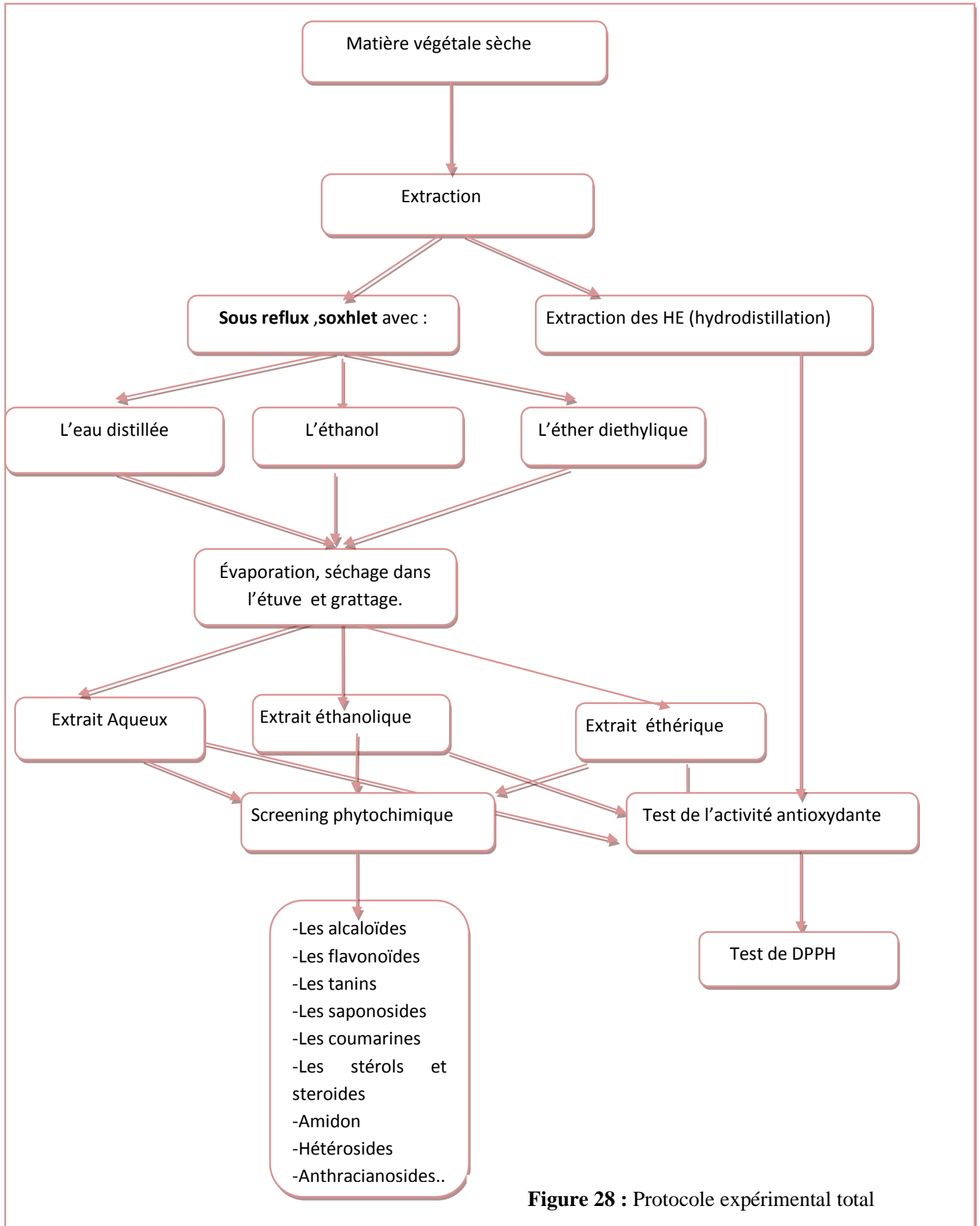


Figure 28 : Protocole expérimental total

Résultats et discussion

Résultats et discussion

Dans la première partie de cette étude, trois solvants de polarité différente (croissante) ont été employés pour effectuer l'extraction à partir de *sonchus oleraceus*, à savoir l'éther diéthylique (polarité de 2.9), l'éthanol (polarité de 5.2) et l'eau (polarité de 9.0).

le processus général de caractérisation de nouvelles molécules bioactives à partir de la matière végétale, fait intervenir différentes étapes, dont les trois principales sont l'extraction, le fractionnement et l'identification des composés d'intérêt, toutes guidées par des analyses phytochimiques et des tests biologiques (**Hostettmann et Wolfender, 2004**).

Tableau 12:Caractéristiques des extraits étudiés.

Extraits	Aspect	Couleur
Extraits aqueux	Poudre	Marron brillant
Extraits éthanolique	Pâte	Vert noirâtre
Extrait(80%éthanol-20%eau)	Pâte	Verdâtre
Extrait(50%éthanol-50%eau)	Poudre	Marron
Extrait(20%éthanol-20%eau)	Poudre	Marron
Extraitaqueux(100%eau) après différente extraction hydro éthanolique	Poudre	Marron brillant
Extrait éthérique	Poudre	Verdâtre

I. Rendements

I.1. Rendements en extraits bruts

Les rendements d'extraction ont été calculés par rapports au poids total de la matière végétale sèche qui sont représentés dans (le tableau 13) et (la figure29).

Tableau 13: Les rendements des extraits aqueux et organiques de la partie aérienne de *sonchus oleraceus*.

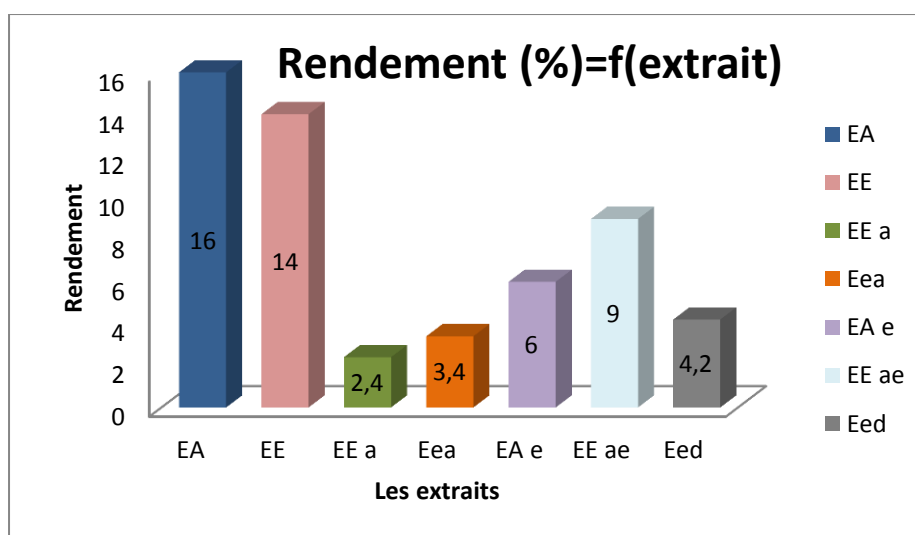
Extraits	Masse (g)	Rendements (%)
Extrait Aqueux	8	16
Extrait éthanolique	7	14
Extrait (80%éthanol- 20% eau)	1.2	2.4
Extrait (50% éthanol-50 %eau)	1.7	3.4
Extrait (20% éthanol-80% eau)	3	6
Extrait (100% eau après extractions hydro-éthanolique	4.5	9
Extrait éthérique(étherdiéthylique)	2.1	4.2

I.2.Rendement de l'huile essentielle

L'extraction de l'huile essentielle de la partie aérienne de la plante étudiée s'effectue par hydrodistillation via un diapositif de type Clevenger (Extraction solide-liquide) qui a fourni une huile essentielle ayant une coloration jaune blanchâtre avec un rendement faible donné dans le tableau suivant :

Tableau 14: Rendement de l'huile essentielle.

La masse de la plante(g)	La masse de l'huile essentielle obtenue (g)	Rendement (%)
140g	0.089g	0.063%



EA : extrait aqueux ; EE : extrait éthanolique ; EEa: extrait (80% éthanol- 20% eau), Eea:extrait(50% éthanol- 50% eau) ; EAe: extrait (80% eau-20% éthanol), EEae : extrait(100% eau après extraction hydroéthanolique ; EED : extrait éther diéthylique.

Figure 29:Rendements des différents extraits de la plante.

Le calcul des rendements par rapport au poids sec de la matière végétale séchée (**Tableau 13**) a montré que l'extrait aqueux (EA) représente le rendement le plus élevé suivi par L'extrait éthanolique pur (EtOH), ensuite l'extrait aqueux après différentes extractions hydroéthanolique (EEae) suivi par l'extrait hydroéthanolique (EAe) (80%eau-20%ETOH),extrait étherique(EED),extrait (Eae) (50% eau-50%ETOH) et en dernier l'extrait hydroéthanolique (EEa)(20%eau -80%ETOH) avec des rendements de (16% ; 14% ; 9% ; 06% ; 4,2% ; 3,4%;2,4%) respectivement ces deniers sont en accord avec ceux de **Jimoh et al .,(2011)**qui confirment que l'EA présente le rendement le plus élevé avec un pourcentage de 8.9% .Avec ces résultats qui ont été obtenue on peut dire qu'il y a une influence significative du pouvoir d'extraction du solvant sur le rendement. La comparaison des teneurs entre les différents extraits nous a permis d'établir cet ordre:

EA > (ETOH) >EA-ETOH(80%-20%) >EED > EA-ETOH(50%-50%)>EA-ETOH(20%-80%) .

En effet Il est difficile de comparer ces résultats avec ceux de la bibliographie de manière générale car le rendement n'est pas relatif il dépend de la méthode d'extraction et des conditions dans lesquelles l'extraction a été effectuée (*Lee et al.,2003*).Il est lié également à la situation géographique de la plante, de stade phénologique et des facteurs environnementaux tels que la température, et la qualité du sol (**Bruneton, 1993**).

II. Screening Phytochimique

L'évaluation préliminaire de la composition phytochimique de la partie aérienne de la plante sélectionnée pour cette étude a permis de mettre en évidence la présence ou l'absence des différents métabolites secondaires dans nos extraits en utilisant des réactifs spécifiques de révélation. La détection de ces composés chimiques étroits est basée sur des réactions de précipitation, un changement de couleur spécifique ou un examen sous la lumière ultraviolette, les résultats sont exprimés dans le (tableau 15).

Tableau 15: Résultats du Screening phytochimique réalisé sur *Sonchus oleraceus*.

Extraits	Extrait aqueux	Extrait éthanolique	Extrait étherique(étherdiéthylique)
Flavonoïdes	+	-	-
Tanins	+	+	+
Hétérosides	-	-	+
Coumarines	+	+	+
Alcaloïdes	-	-	+
Amidon	-	-	-
Stéroïdes	+	+	-
Saponosides	+	-	-
Anthracénosides	-	-	-
Anthocyanosides	-	-	-
Composés réducteurs	+	+	+

(+) : détectable,(-) : non détectable.

Les tests phytochimiques autrement dit de caractérisation sont des tests imprécis car ils sont basés sur l'analyse qualitative. La composition chimique des différents extraits varie selon les organes et suivant les espèces (**Kahlouche, 2014**).

Dans notre présente étude on a utilisés 03 solvants à polarité différente (eau, éthanol et éther diéthylique) qui nous a permis de détecter l'effet de solvant sur la présence de certains métabolites secondaires.

Les résultats de screening phytochimique pour les différents extraits aqueux, éthanolique et éthérique ont permis de mettre en évidence la présence des composés réducteurs, des polyphénols (tanins, coumarines dans tous les extraits étudiés EA, EE (ETOH) et EED, les tests montrent aussi la présence des flavonoïdes mais uniquement dans l'EA et ces résultat sont en accord avec ceux de (**Maria Antonia Gatto et al., 2011**). Nous y avons décelé la non présence des saponines dans l'EED, l'EE (ETOH) et leurs présence dans l'EA, également l'absence des alcaloïdes dans chacun des extraits EA et EE (ETOH) et leurs présence dans l'EED. En revanche (**Jimoh et al., 2011**) confirment la présence des polyphénols, des alcaloïdes et des saponosides qui sont présents mais en faible quantité. Les résultats obtenus montrent aussi la présence des hétérosides dans l'EED, l'absence de l'amidon, anthocyanosides et anthracénosides dans tous les extraits.

La non concordance des résultats entre les extraits et par rapport aux travaux qui sont réalisés sur cette espèce serait due probablement au choix du solvant et au mode d'extraction et notamment aux facteurs biotiques et abiotiques sur la synthèse des métabolites secondaires par les plantes tels le sol, les agents pathogènes, la température, la lumière et le taux d'humidité (**Bourgaud, 2012**).

III. Évaluation de l'activité antioxydante des extraits de *Sonchus oleraceus*

Les composées phénoliques généralement trouvés chez les végétaux, sont responsables de multiples effets biologiques, y compris des propriétés antioxydantes (**Navnath et al., 2010**).

Dans notre étude l'activité antioxydante des extraits de *S. oleraceus* a été évaluée par la méthode de DPPH.

III.1. Test de l'activité antiradicalaire (DPPH)

Cette méthode spectrophotométrique utilise le radical DPPH (2,2'-diphényl-1-picrylhydrazyl) comme réactif de couleur violette, qui vire au jaune, en présence de capteurs de RLs, et se réduit en 2,2'-diphényl-1-picrylhydrazine (Burits et Bucar, 2000), Cette capacité de réduction est déterminée par un abaissement de l'absorbance induite par des substances anti radicalaires(Majhenic L., kergel M.S., et Knez Z., (2007). Le radical DPPH est souvent utilisé comme un indicateur pour tester la capacité de l'extrait brut à donner un atome d'hydrogène ou un électron et donc l'activité antioxydante (Tepe et al., 2005). Les résultats de l'effet de différents extraits de la partie aérienne de notre plante sur la réduction du DPPH sont rassemblés dans la figure 31. Et à des fins comparatives nous avons utilisés un antioxydant standard : Acide ascorbique, les résultats sont représentés par une courbe d'étalonnage (figure 30).

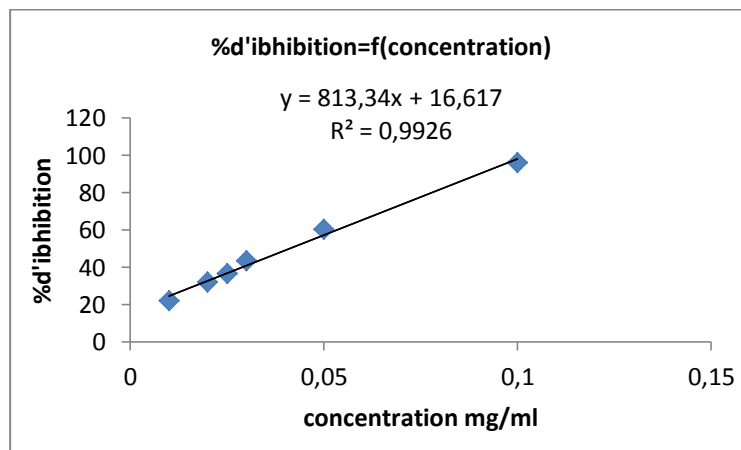
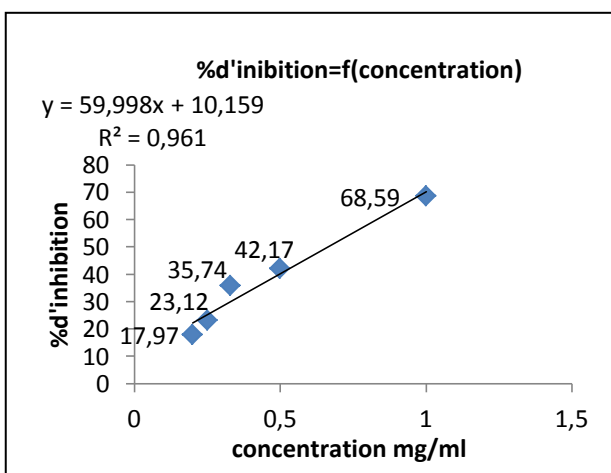
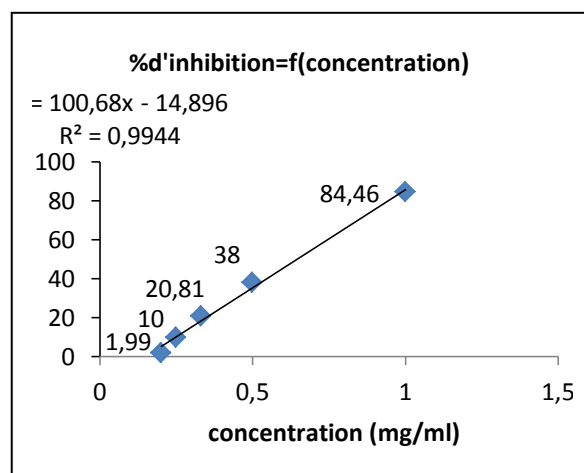


Figure30 : Effet antioxydant de l'acide ascorbique sur la réduction du DPPH

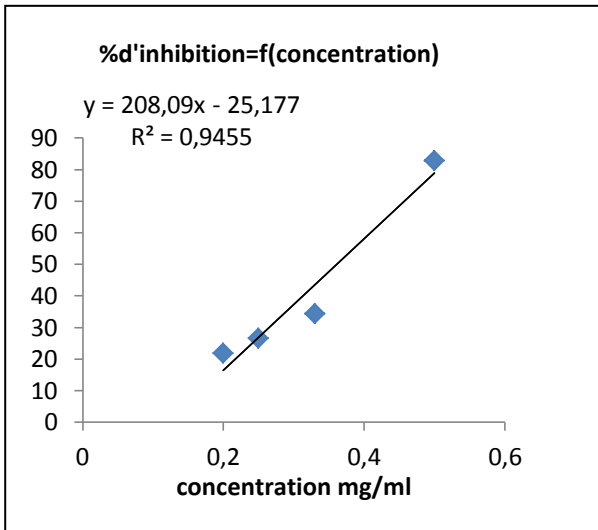


A: Evaluation de l'activité antioxydante de l'extrait aqueux.

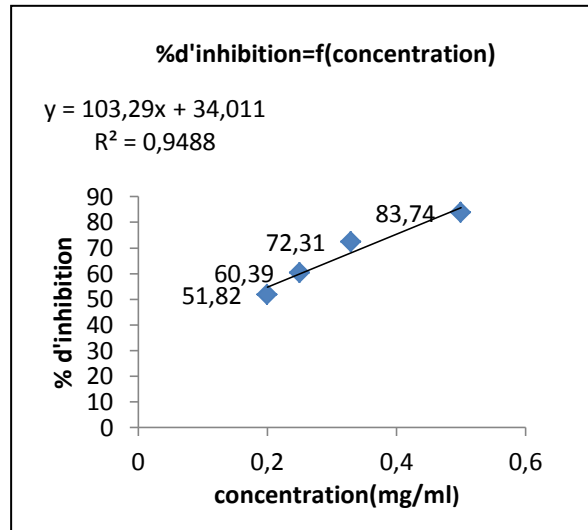


58 B: Evaluation de l'activité antioxydante de l'extrait éthanolique.

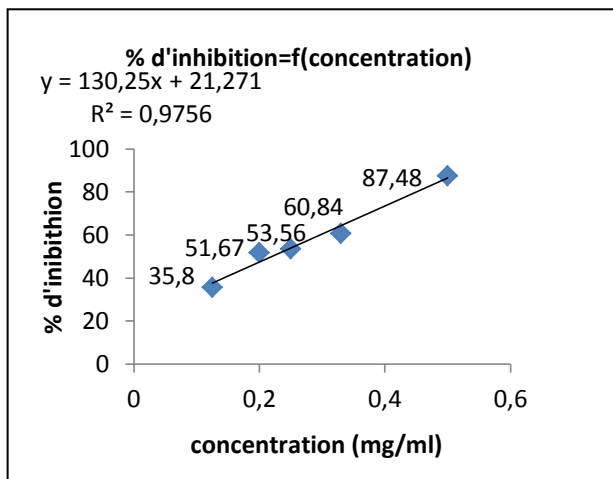
Résultats et discussion



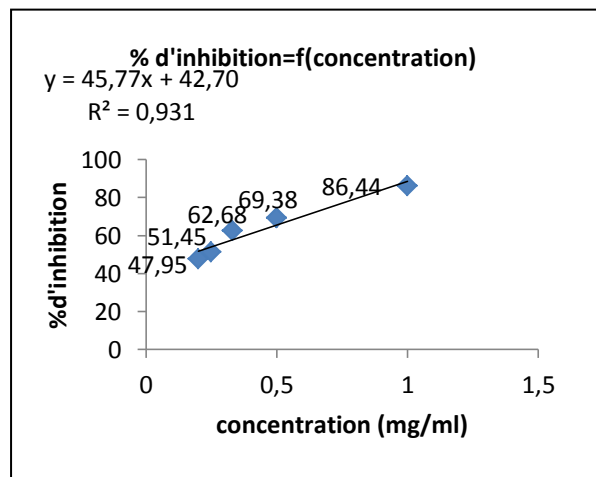
C: Evaluation de l'activité antioxydante de l'extrait 20% éthanol et 80% eau.



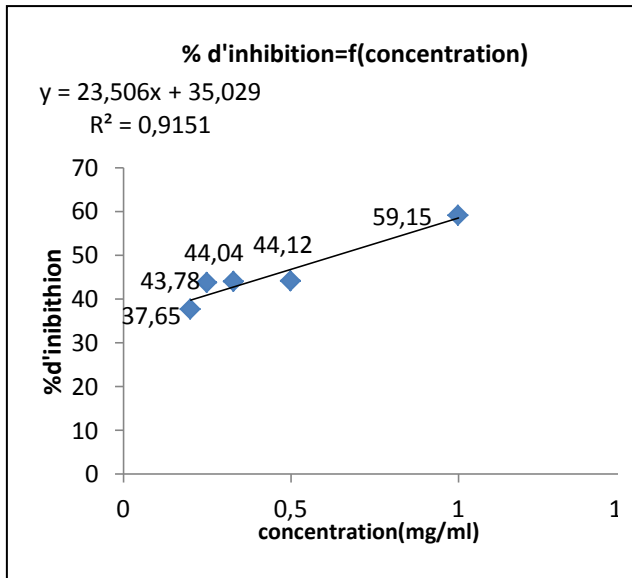
D: Evaluation de l'activité antioxydante de l'extrait 50% éthanol et 50% eau.



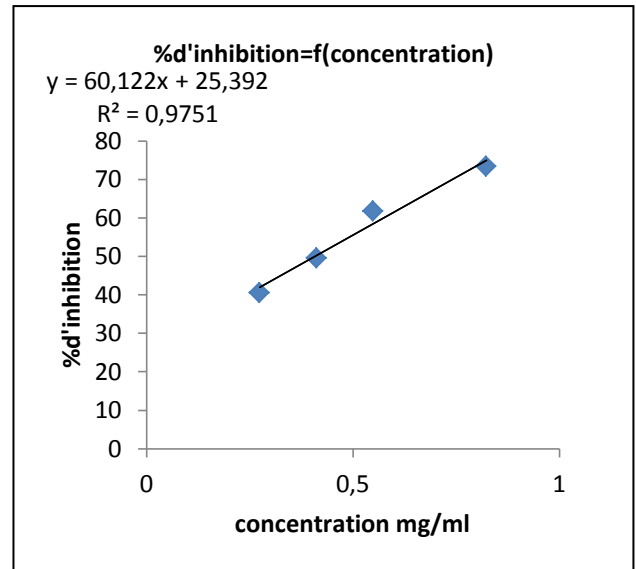
E: Evaluation de l'activité antioxydante de l'extrait 80% éthanol et 20% eau.



F: Evaluation de l'activité antioxydante de l'extrait aqueux après différent extraction hydroéthanolique.



G: Evaluation de l'activité antioxydante de l'extrait éthérique.



H: Evaluation de l'activité antioxydante de l'huile essentielle.

Figure 31 : Pourcentage d'inhibition en fonction des différentes concentrations de différents extraits de la plante *S. oleraceus*.

III.2. Les valeurs d'IC50 des différents extraits :

Le paramètre IC50 (concentration inhibitrice à 50% de DPPH perdu) est défini comme étant la concentration du substrat à laquelle l'activité du radical DPPH est réduit de 50% (JieYin et al., 2007). Le pouvoir antioxydant est déterminé de façon à ce qu'une quantité de l'extrait d'une concentration bien déterminée neutralise 50% du radical. Les résultats exprimés en IC50 qui sont calculés à partir des courbes de la variation du pourcentage d'inhibition I% en fonction de la concentration de chaque extrait. Il faut rappeler que plus la valeur de IC50 est faible, plus l'activité antioxydante des extraits est importante (Boumarfegue et al., 2012).

Le pouvoir d'inhibition est exprimé en % et déterminé en appliquant la formule suivante :

$$\% \text{ d'activité antioxydante} = [\text{Abs contrôle} - \text{Abs échantillon} / \text{Abs contrôle}] \times 100.$$

1. Le calcul du pouvoir antiradicalaire (ARP) :

$$\text{PAR} = 1 / \text{IC}_{50}$$

Cependant, les valeurs d'IC50 et du pouvoir antiradicalaire (ARP) sont représentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 16: Effet de différents extraits de la plante *S. oleraceus* sur la réduction du DPPH et leur pouvoir antiradicalaire (ARP)

Extraits	IC50 (mg/ml)	ARP
Extrait aqueux	0.664	1.506
Extrait éthanolique	0.645	1.550
Extrait(20% ETOH-80% eau)	0.361	2.770
Extrait(50% éthanol, 50% eau)	0.154	6.493
Extrait(80% ETOH- 20 %eau)	0.220	4.545
Aqueux après hydro- éthanol	0.159	6.289
Extrait Ether diéthylique	0.637	1.569
Huile essentielle	0.409	2.44

L'activité antioxydante serait associée au pouvoir réducteur et indique des composés donateurs d'électrons, qui peuvent agir comme antioxydants primaires et secondaires (**Yen & Chen, 1995**) tandis que le DPPH est un radical libre stable qui accepte un électron ou un radical hydrogène et devient une molécule diamagnétique stable (**Soares et al., 1997**). Des études ont révélé que la réduction de l'activité est liée à la présence de réductones (**Duh, 1998**), en faisant don d'un atome d'hydrogène et en brisant la chaîne des radicaux libres pour exercer leur effet antioxydant (**Gordon, 1990**).

Une comparaison des activités antioxydantes des extraits obtenus décrites précédemment, a été réalisée.

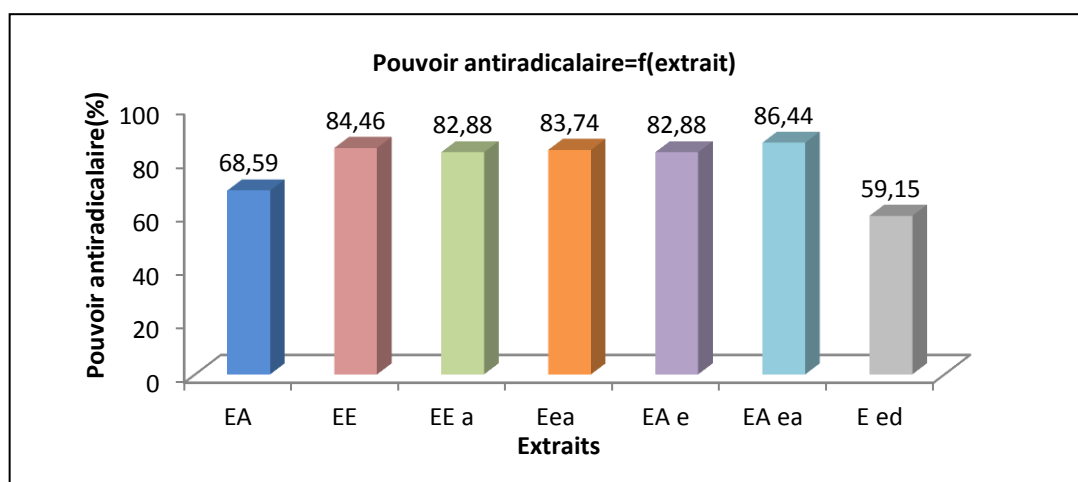
Dans notre étude la variation de l'activité antioxydante et antiradicalaire totale chez *Sonchus oleraceus* L. en fonction des solvants utilisés sont indiquées dans le tableau16. Les résultats

montrent que l'activité antioxydante chez *Sonchus oleraceus* est significativement influencée par la nature du solvant d'extraction. On constate que les différents extraits présentent une capacité à piéger le radical DPPH avec des valeurs d'IC50 allant de 0.15 à 0.66(mg/ml). Par ailleurs, l'extrait (50%ETOH-50%eau),l'extraits aqueux après une succession des extractions hydroéthanolique (EAae),extraits(80%ETOH-20%eau) et l'extraits(20%ETOH-80%eau) ont montré les activités antioxydantes les plus importantes en affichant les IC50 les plus faibles de l'ordre 0.154,0.159,0.22 et 0.36(mg/ml) respectivement, avec une meilleure activité enregistré au niveau de l'extrait mixte Eea (50%ETOH-50%eau) avec un PI qui atteint jusqu'à 83.74% à une concentration de 0.5mg/ml. L'activité réductrice de sept extraits était la suivante dans l'ordre décroissant: Eea>EAae>EEa>EAe>Eed>ETOH>EA ces résultat sont en accord avec ceux de (**JieYin et al.,2007**) dont les résultats sont classé selon l'ordre de l'activité et sont comme les suivants :MeOH70%> eau bouillant>EtOH70% >MeOH> eau > extrait EtOH, qui ont marqués des concentrations inhibitrice (IC 50) de (47.1, 52.7, 56.5, 106.8, 116.9, 210.5 (µg/ml)) respectivement, et ça ce qui est en accord avec notre étude qui a montré que l'extrait aqueux après différentes extractions hydroéthanolique (EAae) est plus puissants par rapport aux extraits étudiés . En outre les extraits mixtes présentent une activité modéré à assez forte par rapport à ceux de l'extraits éthanolique et aqueux pure. La seule non concordance est qu'ils ont trouvés que l'extraits aqueux pure a une activité mieux que l'extraits éthanolique et dans notre études nous avons trouvés le contraire avec une légère différences entre les deux extraits cela peut être due à la différence de méthodes d'extraction. Tandis que l'extrait de l'huile essentielle enregistre une concentration qui permet d'inhiber 50% des radicaux libre égale à 0.409mg/ml supérieure à celle d'acide ascorbique avec une activité anti radicalaire de 2,44 donc une capacité antioxydante faible pour ce dernier .(**Belhadj, S., 2019**)

Par conséquent, nous avons émis l'hypothèse que les extraits de *S. oleraceus* les plus doués d'activités antiradicalaire et antioxydante sont probablement dus aux composés phénoliques présents dans les extraits dont le rôle clé de ces composés comme piègeurs des radicaux libres a été souligné dans nombreux rapports (**Komali et al., 1999 ; Moller et al., 1999**). Donc l'activité antioxydante aurait une relation linéaire avec ces composés où ils peuvent contribuer directement à l'action antioxydante.

III.3. Effet du solvant

Les études menées par (Gulçin *et al.*,2010) et (Tepe *et al.*, 2005), indiquent que le solvant d'extraction a une influence sur l'activité antioxydante des extraits.



EA : extrait aqueux ; EE : extrait éthanolique ; EEa : extrait 80% éthanol- 20% eau ; Eea :extrait 50% éthanol- 50% eau ; EAe : extrait 80% eau-20% éthanol ; EAae : extrait 100%eau après hydroéthanolique ; Eed : extrait éther diéthylique.

Figure 32: Effet du solvant d'extraction sur l'activité antioxydante des extraits *S. oleraceus*.

Conclusion

Une des conditions primordial du succès des soins de santé primaires est de disposer des nouveaux médicaments appropriés et de les utiliser. Depuis plus de 20 ans, les recherches cliniques s'appuyant sur les données traditionnelles et les connaissances pharmacologiques modernes, qui ont abouti à une véritable reconsidération de la phytothérapie traditionnelle. En effet cette dernière reste toujours une source de remède par excellence. Ce regain d'intérêt vient d'une part du fait que les plantes médicinales représentent une source inépuisable des éléments naturels actifs c'est-à-dire les molécules responsables de leurs vertus thérapeutiques, d'autre part de besoin à tenter et renforcer une meilleure médication par une thérapie plus douce sans effets secondaires.

Dans le cadre d'une valorisation de ces ressources, la plante *Sonchus oleraceus* a fait l'objet d'une étude phytochimique et d'une évaluation de son potentiel antioxydant de ses extraits. Dans ce contexte nous avons consacré notre travail en premier axe à l'extraction des extraits bruts de la partie aérienne de la plante, en utilisant trois solvants à polarités différentes à savoir l'eau, EtOH et l'éther diéthylique et deux modes d'extraction l'extraction continue avec soxhlet et discontinue en utilisant un montage sous reflux simple afin d'évaluer l'effet de solvant et l'impact de la méthode d'extraction sur les résultats, aussi une extraction des huiles essentielles par hydrodistillation a été effectuée.

Dans la seconde partie, nous avons déterminés les rendements en pourcentage de chaque extraits, Les résultats obtenue illustrent que le rendement de l'extrait aqueux représente le rendement le plus élevé suivi par l'extrait éthanolique, et en dernier le rendement le plus faible est celui de la fraction hydroéthanolique EEa (80% ETOH-20% eau).

Dans le troisième point, un screening phytochimique a été effectué pour mettre en évidence les différents composés chimiques présents dans cette plante. Les résultats obtenus ont indiqué la richesse de notre espèce en métabolites secondaires en particulier les composés phénolique à savoir les tanins et les coumarines, les hétérosides et les composés réducteurs sont présents dans les trois extraits étudiés.

En dernier, nous avons évalué l'activité antioxydante des différents extraits de la plante selon la méthodes de piégeage du radical libre DPPH dont l'extrait EEa(50% ETOH-50% eau) enregistre la meilleure activité antioxydante avec un IC₅₀ égale à 0.154 mg/ml et un PI atteint jusqu'à 83.74 à une concentration de 1mg/ml, tandis que l'extrait aqueux enregistre la plus faible activité antioxydante avec un IC₅₀ égale à 0.664 mg/ml. Ce qui concerne l'huile essentielle, a révélé un pouvoir antioxydant très faible égale à 2,44 mg/ml avec une IC₅₀ plus

élevé que celle de l'acide ascorbique (0,409 mg/ml) et donc cette activité relativement faible à celle de l'acide ascorbique.

En fin la plante étudiée se caractérise par un réservoir assez important de métabolites secondaires avec des caractéristiques pharmacologiques et thérapeutiques particulières qui demandent d'être exploitées par les chercheurs, il serait intéressant d'orienter les recherches scientifiques vers la réalisation des études approfondies sur l'activité antioxydante et de réaliser un screening plus complet des principaux groupes chimiques potentiellement actifs, d'identifier et d'isoler le ou les principes actifs afin de déterminer de nouvelles substances bioactives naturelles qui pourront répondre aux différents problèmes de la santé et d'être alternatif des médicaments synthétiques et d'origine chimique.

Références bibliographiques

- Adida, H., Benariba, N., Bechiri, A., Chekroun, E., & Djaziri, R. (2016). Étude phytochimique et évaluation du pouvoir antiradicalaire des extraits de *Pituranthos scoparius*. *Phytothérapie*, 14(4), 207-212.
- ADWAN, G. M., 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. P239
- Afonso, V., Champy, R., Mitrovic, D., Collin, P., & Lomri, A. (2007). Radicaux libres dérivés de l'oxygène et superoxydes dismutases: rôle dans les maladies rhumatismales. *Revue du rhumatisme*, 74(7), 636-643.
- Attou, A. (2011). Contribution à l'étude phytochimique et activités biologiques des extraits de la plante *Rutachalepensis* (Fidjel) de la région d'Ain Témouchent.
- Belhadj, S. (2019). Contribution à l'étude phytochimique et évaluation de l'activité antioxydante des extraits de la plante médicinale *Sonchus oleraceus* L. (El-tifaf) Mémoire de master en biologie. Option: biochimie appliquée. Université Abou Beke Belkaid, Tlemcen.
- Belyagoubi, L. (2006). Effet de quelques essences végétales sur la croissance des moisissures de détérioration des céréales. Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de magistère en biologie. Option: produits naturels. Faculté des sciences, Algérie.
- Benayache, F., (2005). Recherche et Détermination Structurale des Métabolites Secondaires d'espèces du Genre *Genista* (Fabaceae) : *G. saharae*, *G. ferox*. Thèse de Doctorat en chimie organiques. Université Mentouri-Constantine. Algérie. P 199.
- Bendif, H. (2017). Caractérisation phytochimique et détermination des activités biologiques in vitro des extraits actifs de quelques Lamiaceae. *Ajugaiva*.
- Benghanou, M., (2012). La phytothérapie entre la confiance et méfiance. Mémoire professionnel infirmier de la santé publique, institut de formation paramédical chettia .Alger. p 56.
- Berger, M. M. (2006). Manipulations nutritionnelles du stress oxydant: état des connaissances. *Nutrition clinique et métabolisme*, 20(1), 48-53.
- Berroua, Y., Chougui, N. E., & Berroua, Z. (2016). Détermination des propriétés antioxydantes de *Putoriacalabrica* de la commune de Barbacha «Bejaia».
- Birben, E., Sahiner, U. M., Sackesen, C., Erzurum, S., & Kalayci, O. (2012). Oxidative stress and antioxidant defense. *World Allergy Organization Journal*, 5(1), 9-19.

Références bibliographiques

- Bonnefont-Rousselot, D. and Collin F. (2010). Melatonin: action as antioxidant and potential applications in human disease and aging. *Toxicology*, 278; 55-67.
- Botineau, M. (2010). Botanique systématique et appliquée des plantes à fleurs. Tec & doc. p. 1144.
- Boumerfeg, S., Baghiani A., Djarmouni M., Ameni D., Adjadj M., Belkhiri F., Charef N., Khennouf S. and Arrar L. (2012). Inhibitory activity on xanthine oxidase and antioxidant properties of *Teucrium polium* L. extracts. *Chinese Medicine*, 3; 30-41.
- BOURGAUD, F., (2012). Plantes à parfum, aromatiques et médicinales., *Phytomedicine* 17:548550.
- Boussaïd, M., Ben Fadhel, N., Chemli, R., & Ben M'hamed, M. (1999). Structure of vegetation in Northern and Central Tunisia and protective measures. *Cahiers Options Méditerranéennes* (Montpellier), 38, 295-302.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. L. W. T. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food science and Technology*, 28(1), 25-30.
- Bruneton, J., (1999). Pharmacognosie : phytochimie, plantes médicinales. 3ème Ed. Paris, Lavoisier Tech & Doc
- Bruneton, J., (2008). Pharmacognosie : phytochimie, plantes médicinales. 4ème Ed Paris, Lavoisier Tech & Doc.
- Bruneton, J. (1993). Pharmacognosie: phytochimie plantes médicinales (No. 581.634 B7).
- Bunker, V. W., (1992). Free radicals, antioxidants and ageing. *Medical laboratory sciences*, 49(4), 299-312.
- Burits, M. and Bucar F. (2000). Antioxidant activity of *Nigella sativa* essential oil. *Phytotherapeutical Research*, 14; 323-328.
- Cai, Z. and Yan Y., (2007) Pathway and mechanism of oxidative stress in Alzheimer's disease. *Journal of Medical Colleges of PLA*, 22; 320-325.
- Calvet, R. (2005). Les pesticides dans le sol: conséquences agronomiques et environnementales. France agricole éditions., 123P.
- Chabrier Jean-Yves. (2010). plantes médicinales et formes d'utilisation en phytothérapie. université Henri Poincaré - Nancy 1. Paris.
- Charbon, G., Bjorn L., Mendoza-Chamizo B., Frimodt-Moller J. and Lobner-Olesen A. (2014). Oxidative DNA damage is instrumental in hyperreplication stress-induced inviability of *Escherichia coli*. *Nucleic Acids Research*, 42(21); 13228-13241.

Références bibliographiques

- Conforti, F., Ioele, G., Statti, G. A., Marrelli, M., Ragno, G., & Menichini, F. (2008). Antiproliferative activity against human tumor cell lines and toxicity test on Mediterranean dietary plants. *Food and chemical toxicology*, 46(10), 3325-3332.
- Cotticelli, M.G., Crabbe A.M., Wilson R.B. and Shchepinov M.S. (2013). Insights into the role of oxidative stress in the pathology of Friedreich ataxia using peroxidation resistant polyunsaturated fatty acids. *Redox Biology*, 1; 398-404.
- Cox, C. B., Moore, P. D., & Ladle, R. J. (2016). *Biogeography: an ecological and evolutionary approach*. John Wiley & Sons. p. 4.
- Crozier, A., Chifford M.N., Ashihara H., (2006). *Plant Secondary Metabolite :Occurrence, Structure and Role in the human Diet*. Edt Blackwell Publishing Ltd.
- Cu, J. Q. (1990). Extraction de compositions odorantes végétales par divers solvants organiques (Doctoral dissertation, Toulouse, INPT).
- Curello, S., Ceconi, C., Bigoli, C., Ferrari, R., Albertini, A., & Guarnieri, C. (1985). Changes in the cardiac glutathione status after ischemia and reperfusion. *Experientia*, 41(1), 42-43.
- Daum-badouard, C. (2006). les lésions des acides nucléiques detection par CIHP-SM/SM dans les milieux biologiques humaines et intérêt comme biomarqueurs du stress oxydant et de l'inflammation thèse doctorat. Grenoble : université Joseph-Fourier.
- Dean, R. T., Roberts, C. R., & Jessup, W. (1985). Fragmentation of extracellular and intracellular polypeptides by free radicals. *Progress in clinical and biological research*, 180, 341-350.
- Debbabi, M., Nury, T., Zarrouk, A., Mekahli, N., Bezine, M., Sghaier, R., & Vejux, A. (2016). Effets protecteurs de l' α -tocophérol, du γ -tocophérol et de l'acide oléique, trois composés d'huiles d'olive et aucun effet du trolox, sur le dysfonctionnement mitochondrial et peroxysomal induit par le 7-kétocholestérol dans les cellules microgliales BV-2. *Revue internationale des sciences moléculaires*, 17 (12), 1973.
- Defraigne, J. O., & Pincemail, J. (2007). Stress oxydant et antioxydants: mythes et réalités. *Rev Med Liège*, 62, 1-10.
- Delaveau, G. (1987). *Les plantes dans la thérapeutique moderne*, 2ème édition révisée, Ed. Maloine éditeur.
- Delille, L. (2007). *Plantes médicinales d'Algérie*. Berti éditions.
- Droge, W. (2002). Free radicals in the physiological control of cell function. *Physiological reviews*, 82; 47-95.

Références bibliographiques

- Duh, P. D. (1998). Antioxidant activity of burdock (*Arctiumlappa*Linne): its scavenging effect on free radical and active oxygen. *Journal of the American OilChemists' Society*, 75(4), 455-461.
- El-Agamey, A., Lowe, G. M., McGarvey, D. J., Mortensen, A., Phillip, D. M., Truscott, T. G., & Young, A. J. (2004). Carotenoid radical chemistry and antioxidant/pro-oxidant properties. *Archives of biochemistry and biophysics*, 430(1), 37-48.
- El-Sohemy, A., Baylin A., Spiegelman D., Ascherio A., Campos H., (2002). Dietary and adipose tissue gam tocopherol and risk of myocardial infarction. *Epidemiology*, 13:216-23.
- 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.
- Frank S, Amelio S, Botanicals D. (1990). *Phytocosmetic* C.R.C. Press Boca Raton, London.
- Ghedira, K. (2005). Les flavonoïdes: structure, propriétés biologiques, rôle prophylactique et emplois en thérapeutique. *Phytothérapie*, 3(4), 162-169.
- Goetz, M.E. and Luch A. (2008). Reactive species: a cell damaging rout assisting to chemical carcinogens. *Cancer letters*, 266; 73-78.
- Gomaa, N. H., Hassan, M. O., Fahmy, G. M., González, L., Hammouda, O., &Atteya, A. M. (2014). Allelopathic effects of *Sonchusoleraceus* L. on the germination and seedling growth of crop and weed species. *Acta BotanicaBrasilica*, 28(3), 408-416.
- Gordon, MH (1990). The mechanism of antioxidant action in vitro, p.1-18. IN: *Food Antioxidants*, Hudson BJJ (ed). Elsevier, London.UK
- Goudable, J. & Favier, A. (1997). Radicaux libres oxygénés et antioxydants. *Nutrition Clinique et Métabolisme* 11;115-120.
- Grubben, G. J. H. (2004). *Légumes* (Vol. 2). PROTA.
- Guil-Guerrero, J. L., Giménez-Giménez, A., Rodríguez-García, I., &Torija-Isasa, M. E. (1998). Nutritional composition of *Sonchus* species (*S asper*L, *S oleraceus*L and *S tenerrimus*L). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 76(4), 628-632.
- Gülçin, I., Huyut Z., Elmastas M. and Aboul-Enein H.Y. (2010). Radical scavenging and antioxidant activity of tannic acid. *Arabian Journal of Chemistry*, 3; 43-53.
- Gülçin, İ., Oktay, M., Kıręcçı, E., &Küfrevioğlu, Ö. İ. (2003). Screening of antioxidant and antimicrobial activities of anise (*Pimpinellaanisum* L.) seed extracts. *Food chemistry*, 83(3), 371-382.

Références bibliographiques

- Gutowski, M. and Kowalczyk S. (2013). A study of free radical chemistry: their role and pathophysiological significance. *ACTA biochimicapolonica*, 60(1); 1-16.
- Halliwell, B., &Gutteridge, J. M. (2015). Free radicals in biology and medicine.Oxford University Press, USA.
- Halliwell, B., &Gutteridge, J. M. MC. (1999). Free Radicals in Biology and Medicine. ClarendonPress, Oxford.
- Hamza. (2011). Etude de la phytochimie et des activités biologiques de *Maerua angolensis* DC. (Capparidaceae). Thèse de pharmacie, FMPOS, Bamako.P61.
- Han, Y. F., Zhang, Q., Gao, K., &Jia, Z. J. (2005). New sesquiterpenes from *Sonchustranscaspicus*. *Planta medica*, 71(06), 543-547.
- Herzi, N. (2013). Extraction et purification de substances naturelles: comparaison de l'extraction au CO₂-supercritique et des techniques conventionnelles (Doctoraldissertation, INPT).
- Hopkins, W. G., (2003). Physiologie végétale. 2^{ème} édition américaine, de Boeck et Lancier S A, Paris: 514.
- Hostettman, k, Wolfender, J.-L. (2004). Applications of liquid chromatography/UV/MS and liquid chromatography / NMR for the on-line identification of plant metabolites. In :Tringli, C. Bioactive compounds from natural sources : isolation, characterization and biological prperties. Londres : Taylor and Francis e-Library, pp. 31-68.
- Humphrey, A. J., & Beale, M. H. (2006). Terpenes. Plant Secondary Metabolites:Occurrence, Structure and Role in the Human Diet, 47-101.
- Huyan, T., Li, Q., Wang, Y. L., Li, J., Zhang, J. Y., Liu, Y. X., ... & Li, H. Q. (2016). Anti-tumor effect of hot aqueous extracts from *Sonchusoleraceus* (L.) L. and *Juniperussabina* L—two traditional medicinal plants in China. *Journal of ethnopharmacology*, 185, 289-299.
- Iserin, P., (2001). Larousse Encyclopédie des plantes médicinales, Identification,Préparation, Soins. DorlingKindesiey Limited 2^{ème} édition, Londres, p :10.
- Iwueke, A.V., Nwodo O. F.C., (2008). Antihyperglycaemic effect of aqueous extract of *Daniellaa oliveri* and *Sarcocephaluslatifolius* roots on key carbohydrate metabolic enzymes and glycogen in experimental diabetes. *Biokemistri* 20:63-70.
- Jamwal, K., Bhattacharya, S., &Puri, S. (2018). Plant growth regulator mediated consequences of secondary metabolites in medicinal plants. *Journal of appliedresearch on medicinal and aromatic plants*, 9, 26-38.

- Jeffrey, C. (2007). Compositae: Introduction with key to tribes. *Families and Genera of Vascular Plants*, 8, 61-87.
- Jetanalin, P. and Lee S.J. (2013). Gout. In: Challenging cases in rheumatology and diseases of the immune system. Springer Science Business Media, pp; 35-53.
- Jimoh, F. O., Adedapo, A. A., & Afolayan, A. J. (2011). Comparison of the nutritive value, antioxidant and antibacterial activities of *Sonchus asper* and *Sonchus oleraceus*. *Rec Nat Prod*, 5(1), 29-42.
- Judd, W.S., Campbell C.S., Kellogg E.A., Stevens P.F., (2002). Botanique systématique. Une perspective phylogénétique. 1ère Ed.
- Kabera, J. N., Semana, E., Mussa, A. R., & He, X. (2014). Plant secondary metabolites: biosynthesis, classification, function and pharmacological properties. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 2, 377-392.
- Kahlouche-Riachi, F. (2014). Evaluation chimique et activité antibactérienne de quelques plantes médicinales d'Algérie.
- Karumi, Y. O. V. O., Onyeyili, P. A., & Ogugbuaja, V. O. (2004). Identification of active principles of *M. balsamina* (Balsam Apple) leaf extract. *J Med Sci*, 4(3), 179-182.
- Kelly, F. J., & Mudway, I. S. (2003). Protein oxidation at the air-lung interface. *Aminoacids*, 25(3-4), 375-396
- Khan, R. A., Khan, M. R., Sahreen, S., & Bokhari, J. (2010). Antimicrobial and phytotoxic screening of various fractions of *Sonchus asper*. *African Journal of Biotechnology*, 9(25), 3883-3887.
- Khlifi, D., Hamdi, M., Hayouni, A. E., Cazaux, S., Souchard, J. P., Couderc, F., & Bouajila, J. (2011). Global chemical composition and antioxidant and anti-tuberculosis activities of various extracts of *Globularia alypum* L. (Globulariaceae) leaves. *Molecules*, 16(12), 10592-10603.
- Kirsh, M. & De Groot, H. (2002). Formation of peroxy nitrite from reaction of nitroxyl anion with molecular oxygen. *Journal of Biological Chemistry*. 277(16), 13379-13388.
- Kohen, R., Nyska A. (2002). Oxidation of biological systems: oxidative stress phenomena, antioxidants, redox reactions and methods for their quantification. *Toxicologic Pathology*. 30: 620-650.
- Komali, A. S., Zheng, Z., & Shetty, K. (1999). A mathematical model for the growth kinetics and synthesis of phenolics in oregano (*Origanum vulgare*) shoot cultures inoculated with *Pseudomonas* species. *Process Biochemistry*, 35(3-4), 227-235.

- Krief, S. (2003) Métabolites secondaires des plantes et comportement animal: surveillance sanitaire et observations de l'alimentation des chimpanzés (*Pantroglodytesschweinfurthii*) en Ouganda. Activités biologiques et étude chimique de plantes consommées (Doctoral dissertation, Museum national d'histoire naturelle-MNHN PARIS).
- Lamy, E., Rawel H., Schweigert F.J., Silva F.C., Ferreira A., Costa A.R., Antunes C., Almeida A.M., Coelho A.V. and Sales-Baptista E. (2014) The effect of tannins on mediterranean ruminant ingestive behavior: the role of the oral cavity. *Molecules*, 16; 2766-2784.
- Lawrence, B. M. (1986). Essential oil production: a discussion of influencing factors.
- Lee, K. W., Kim, Y. J., Lee, H. J., & Lee, C. Y. (2003). Cocoa has more phenolic phytochemicals and a higher antioxidant capacity than teas and red wine. *Journal of agricultural and food chemistry*, 51(25), 7292-7295.
- Leibling, M. et Prior, R. (2005). L'AZ de l'apprentissage: conseils et techniques pour les enseignants. Psychology Press.
- Levine, R.L. (2002). Carbonyl modified protéine, in cellular regulation, aging, and disease. *Free Radical BiologhMedcine*, vol. 32, n 1, pp, 790-796.
- Libetta, C., Sepe V., Esposito P., Galli F. and Dal Canton A. (2011) Oxidative stress and inflammation: implications in uremia and hemodialysis. *Clinical Biochemistry*, 44; 1189–1198.
- Lovegrove, J. A., Stainer, A., & Hobbs, D. A. (2017). Role of flavonoids and nitrates in cardiovascular health. *Proceedings of the Nutrition Society*, 1-13.
- Majhenic, L., Kerget M.S., et Knez Z., (2007). Antioxidant and antimicrobial activity of guarana seed extracts. *Food Chemist.* 104 1258–1268.
- Manach, C., Scalbert, A., Morand, C., Rémésy, C., & Jiménez, L. (2004). Polyphenols: food sources and bioavailability. *The American journal of clinical nutrition*, 79(5), 727-747.
- Marie-Pierre Arvy, François Gallouin, (2007). Légumes d'hier et d'aujourd'hui, Belin, , p. 261
- Maritim, A.C., Sanders R.A. and Watkins III J.B. (2003). Diabetes, oxidative stress and antioxidants: a review. *Journal of Biochemical and Molecular Toxicology*, 17; 24-38.
- Masella, R., Di Benedetto, R., Vari, R., Filesi, C., & Giovannini, C. (2005). Novel mechanisms of natural antioxidant compounds in biological systems: involvement of glutathione and glutathione-related enzymes. *The Journal of nutritional biochemistry*, 16(10), 577-586.

Références bibliographiques

- McDowell, A., Thompson, S., Stark, M., Ou, Z. Q., & Gould, K. S. (2011). Antioxidant activity of puha (*Sonchus oleraceus* L.) as assessed by the cellular antioxidant activity (CAA) assay. *Phytotherapy Research*, 25(12), 1876-1882.
- Meddour, A., Yahia, M., Benkiki, N., & Ayachi, A. (2013). Etude de l'activité antioxydante et antibactérienne des extraits d'un ensemble des parties de la fleur du *Capparis spinosa* L. *Lebanese Science Journal*, 14(1), 49-60.
- Mendivil, E. A. S., Rodríguez, J. F. M., Espinosa, M. E., Fajardo, J. A. G., & Vázquez, E. N. O. (2006). Chemical composition and fungicidal activity of the essential oil of *Thymus vulgaris* against *Alternaria citri*. *e-Gnosis*, (4), 0.
- Mercan, D. (2010). Le stress oxydatif. Unilabs ARL Lausanne. P, 53.
- Moussard, C. (2006). Biochimie structurale et métabolique, Edition De Boeck Supérieur, p 336.
- Muanda, F. N. (2010). Identification de polyphénols, évaluation de leur activité antioxydante et étude de leurs propriétés biologiques (Doctoral dissertation, Thèse de Doctorat, Université Paul Verlaine-Metz, 55-86.
- Navnath, P, Karmabeer J, Dusmant M, Dattatray G, Tanaji J. (2010). Free radical scavenging potential, reducing power, phenolic and biochemical constituents of *Porphyra* species from India. *Journal of Algal Biomass Utilization*. 1(3):29-42.
- Niizuma, H., Nakamura, Y., Ozaki, T., Nakanishi, H., Ohira, M., Isogai, E., & Nakagawara, A. (2006). Bcl-2 is a key regulator for the retinoic acid-induced apoptotic cell death in neuroblastoma. *Oncogene*, 25(36), 5046-5055.
- Ortiz, G.G., Pacheco-Moisés F.P., Bitzer-Quintero O.K., Ramírez-Anguiano A.C., Flores-Alvarado L.J., Ramírez-Ramírez V., Macias-Islas M.A. & Torres-Sánchez E.D. (2013). Immunology and oxidative stress in multiple sclerosis: clinical and basic approach. *Clinical and Developmental Immunology*, 1-14.
- Ou, Z. Q., Rades, T., & McDowell, A. (2015). Anti-ageing effects of *Sonchus oleraceus* L. (pūhā) leaf extracts on H₂O₂-induced cell senescence. *Molecules*, 20(3), 4548-4564.
- Ozcan, M., & Chalchat, J. C. (2004). Aroma profile of *Thymus vulgaris* L. growing wild in Turkey. *Bulgarian Journal of Plant Physiology*, 30(3-4), 68-73.
- Palazzetti, S., Richard, M. J., Favier, A., & Margaritis, I. (2003). Overloaded training increases exercise-induced oxidative stress and damage. *Canadian journal of applied physiology*, 28(4), 588-604.

Références bibliographiques

- Papa, L., Manfredi G. and Germain D. (2014). SOD1, an unexpected ednoveltarget for cancer therapy. *Genes and Cancer*, 5 (1-2); 15-21.
- Peronny, S., (2005). La perception gustative et la consommation des tannins chez leMAKI (Lemur Catta). Thèse de Doctorat en Eco-Ethologie. Muséum national d'histoire naturelle. Discipline.
- Pham-Huy, L. A., He, H., & Pham-Huy, C. (2008). Free radicals, antioxidants in disease and health. *International journal of biomedical science: IJBS*, 4(2), 89.
- Pickering, A.M., Vojtovich L., Tower J. and Davies J.A. (2013) Oxidative stress adaptation with acut, chronic and repeated stress. *Free radical biology and medicine*. 55; 109-118.
- Pincemail, J., Meurisse, M., Limet, R., &Defraigne, J. O. (1999). Méthodes d'évaluation du stress oxydatif chez l'homme: importance en matière de prévention. *Cancérologie*, 95, 1-4.
- Pooja, Angiosperms, DiscoveryPublishing House, (2004). Préparation, Soins. Dorling Kindesley Limited 2ème édition, Londres, p .10.
- Rahal, A., Kumar A., Singh V., Yadav B., Tiwari R., Chakraborty S. and Dhama K. (2014) Oxidative stress, prooxidants and antioxidants: the interplay. *BioMed Research International*, V2014 ; 1-14.
- Ramawat, K.J., (2008). Bioactives molecules and medicenal plant.Edition SringerVerlag Berlin Héidelberg.
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., &Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cationdecolorization assay. *Free radical biology and medicine*, 26(9-10), 1231-1237.
- Redondo, L.M., Chacana P.A., Dominguez J.E. and Miyakawa M.E.F. (2014) Perspectives in the use of tannins as alternative to antimicrobial growth promoter factors in poultry. *Frontiers in microbiology*, 5(118); 1-7.
- Rice-Evans, C. A., Sampson, J., Bramley, P. M., & Holloway, D. E. (1997). Why do we expect carotenoids to be antioxidants in vivo?. *Free radical research*, 26(4), 381-398
- Ríos-Arrabal, S., Artacho-Cordón F., León J., Román-Marinetto E., Salinas-Asensio M.M., Calvente I. and Núñez M.I. (2013) Involvement of free radicals in breast cancer. *Springerplus*, 2(404); 1-12.
- Saidj, F. (2006). Extraction de l'huile essentielle d'eucalyptusnumidicusabylica. Mémoire de magistère, Université M'Hamed Bougara, Boumerdes.
- Salido, M. and Rosado J.A. (2009) Apoptosis: involvement of oxidative stress and intracellular ca²⁺ homeostasis genes. *Springer Science and Business Media*, pp: 1-17.

Références bibliographiques

- Sallé, J. L., & Pelletier, J. (1991). Les huiles essentielles: synthèse d'aromathérapie et introduction à la sympathicothérapie. Ed. Frison-Roche.
- Sanago, R. (2006). Le rôle des plantes médicinales en médecine traditionnelle. Université Bamako (Mali), 53.
- Sánchez-Moreno, C. (2002). Methods used to evaluate the free radical scavenging activity in foods and biological systems. *Food science and technology international*, 8(3), 121-137.
- Scimeca, D., Tétou, M. (2005). Votre santé par les plantes : Le guide familial pour prévenir et guérir tous les maux quotidiens. Monaco : Alpen.
- Soare, J. R., Dinis, T. C., Cunha, A. P., & Almeida, L. (1997). Antioxidant activities of some extracts of *Thymus zygis*. *Free radical research*, 26(5), 469-478.
- Takesrit, Z., Settar, M., & Bendali, F. E. (2017). L'étude de l'activité antimicrobienne des extraits de plantes locales sur des souches pathogènes de *Streptococcus* d'origine alimentaire.
- Talbi, H., Boumaza, A., El-Mostafa, K., Talbi, J., et Hilali, A. (2015). Évaluation de l'activité antioxydante et la composition physico-chimique des extraits méthanoliques et aqueux de la *Nigella arvensis* L. *Journal of Materials and Environmental Science*, 6 (4), 1111-1117.
- Tepe, B., Daferera D., Sokmen A., Sokmen M. and Polissiou M. (2005). Antimicrobial and antioxidant activities of the essential oil and various extracts of *Salvia tomentosa* Miller (Lamiaceae). *Food Chemistry*, 90; 333-340.
- Tétou, M., (2005). Articulations : Votre ordonnance naturelle. Monaco : Alpen,
- Teugwa, C. M., Mejiato, P. C., Zofou, D., Tchinda, B. T., & Boyom, F. F. (2013). Antioxidant and antidiabetic profiles of two African medicinal plants: *Picralima nitida* (Apocynaceae) and *Sonchus oleraceus* (Asteraceae). *BMC complementary and alternative medicine*, 13(1), 175.
- Trease, E., & WC, E. E. (1987). Pharmacognosie, Billiaire Tindall. London 13 th Edition. P 61-62. Karumi Y, Onyeyili PA et Ogugduaja, 2004, 179-182. P61-62.
- Vijaya Lakshmi, S.V., Padmaja G., Kuppusamy P. and Kutala V.K. (2009) Oxidative stress in cardiovascular diseases. *Indian Journal of Biochemistry and Biophysics*, 46; 421-440.
- Vilela, F. C., Soncini, R., & Giusti-Paiva, A. (2009). Anxiolytic-like effect of *Sonchus oleraceus* L. in mice. *Journal of ethnopharmacology*, 124(2), 325-327.
- White, E., Shannon, J. S., & Patterson, R. E. (1997). Relationship between vitamin and calcium supplement use and colon cancer. *Cancer Epidemiology and Prevention Biomarkers*, 6(10), 769-774.

Références bibliographiques

- Wichtl, M., Anton R., (2009). Plantes thérapeutiques tradition, pratique officinale, science et thérapeutique. Édition LAVOISIR, Paris: 38, 41.
- Xia, D. Z., Yu, X. F., Zhu, Z. Y., & Zou, Z. D. (2011). Antioxidant and antibacterial activity of six edible wild plants (*Sonchus* spp.) in China. *Natural product research*, 25(20), 1893-1901.
- Yan, L.J. (2014) Positive oxidative stress in aging and aging-related disease tolerances. *Redox Biology*, 2; 165-169.
- Yang, J, Gadi R, Paulino R, Thomson T. (2010). Total phenolic, ascorbic acid, and antioxidant capacity of noni (*Morinda citrifolia* L.) juice and powder as affected by illumination during storage. *J. Food chemistry*, 122(3): 627-632.
- Yen, G. C., & Chen, H. Y. (1995). Antioxidant activity of various tea extracts in relation to their antimutagenicity. *Journal of agricultural and food chemistry*, 43(1), 27-32.
- Yin, J., Kwon, G. J., & Wang, M. H. (2007). The antioxidant and cytotoxic activities of *Sonchus oleraceus* L. extracts. *Nutrition research and Practice*, 1(3), 189-194.
- Yuerdon, M. (2004). la médecine naturelle au service de votre beauté et santé, 2-3. Edition suisse.
- ZHAO, D., DING, Q., & XIAO, Y. (2009). 1. Master of 2007 Grades of Hunan University of Traditional Chinese Medicine; 2. Hunan University of Traditional Chinese Medicine, Changsha, China, 410208; Study Progress of Dahurian *Patrinia* Herb [J]. *Guiding Journal of Traditional Chinese Medicine and Pharmacy*, 10.
- Zheng, W., & Wang, S. Y. (2001). Antioxidant activity and phenolic compounds in selected herbs. *Journal of Agricultural and Food chemistry*, 49(11), 5165-5170.
- Ziech, D., Franco R., Georgakilas A.G., Georgakila S., Malamou-Mitsi V., Schoneveld O., Pappa A. and Panayiotidis M.I. (2010). The role of reactive oxygen species and oxidative stress in environmental and carcinogenesis and biomarker development. *Chemico-Biological Interactions*, 188; 334-339.
- Zou, Y., Qian, ZJ., Li, Y., Kim, MM, Lee SH & Kim SK. (2008). Antioxidant Effects of phlorotannins Isolated from *Ishigeoakumurae* in Free Radical Mediated Oxidative Systems. *J Agric Food Chem*.

Les sites web :

1. <https://www.amazon.fr/Sonchus-oleraceus-Grespino-comestible-laiteron/dp/B07KX6FWHF>
2. abiris.snv.jussieu.fr/flore/descriptions/Laiteron_maraicher.html

ANNEXE

ANNEXE

Annexe 1 : Préparation des extraits bruts et de l'huile essentielle



Figure01 : Montage de reflux



Figure02 : Montage de l'hydrodistillation (cleverger)



Figure 03 : Extrait aqueux

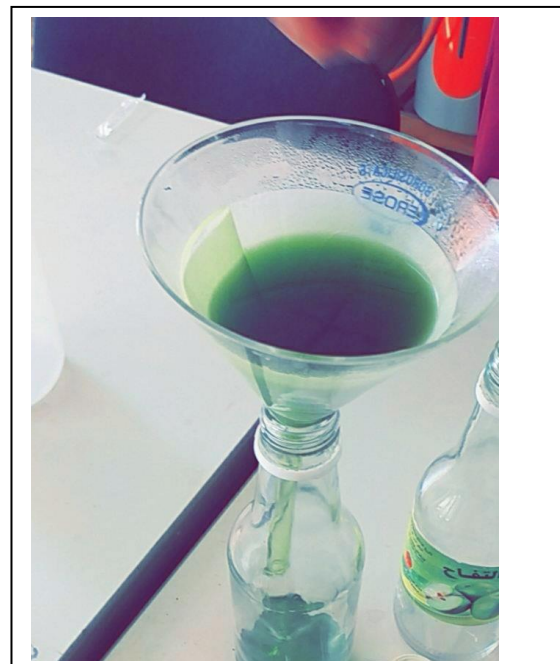


Figure 04 : Extrait éthanolique

Annexe 2 : Les résultats phytochimiques

Figure 01 : Résultat de screening phytochimique de l'extraits aqueux



Figure 02: Résultats de screening phytochimique de l'extrait éther-diéthylique

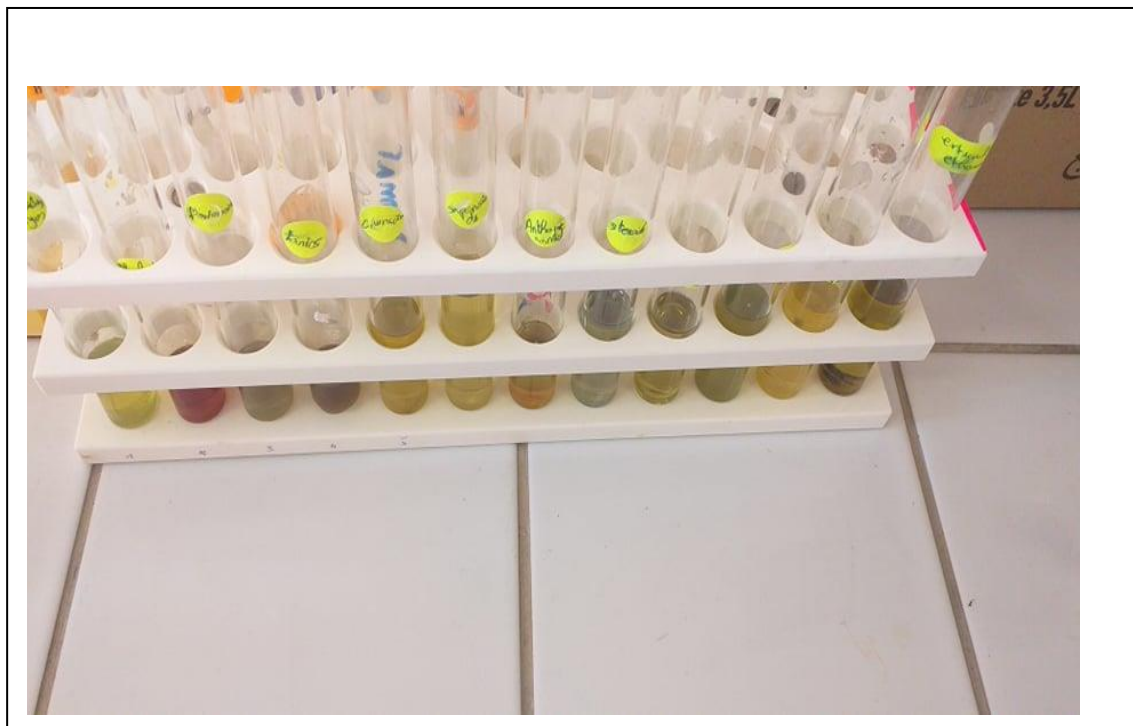


Figure03: Résultats de screening phytochimique de l'extrait éthanolique

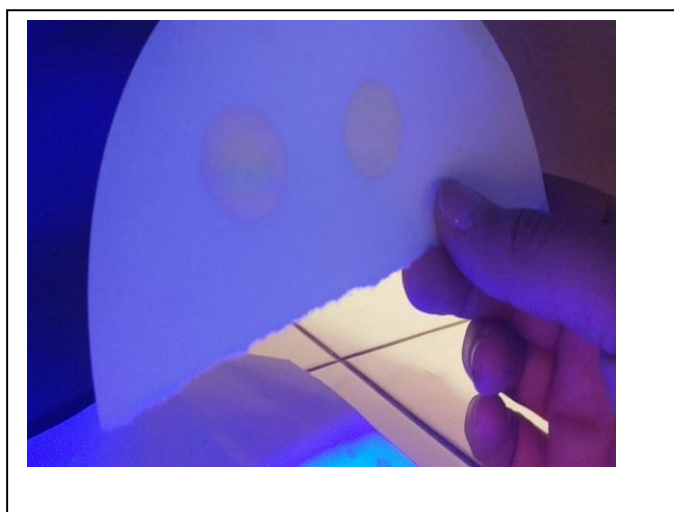


Figure 04: Test des coumarines

Annexe03 : Test de l'activité antioxydante (test de DPPH)

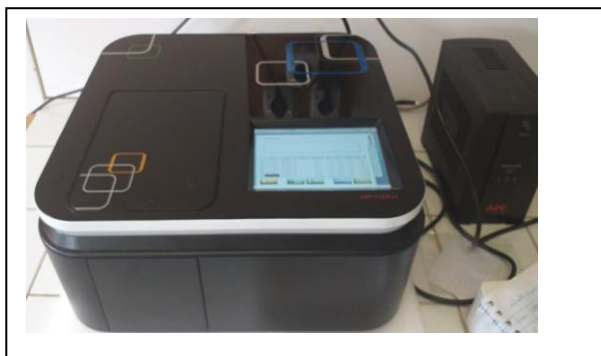


Figure 01 : Spectrophotomètre UV utilisé pour la lecture de l'absorbance.

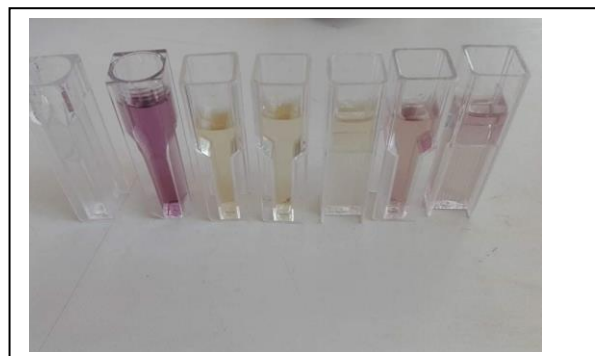


Figure 02 : Cuve rempli en extrait+éthanol+DPPH

Tableau 01 :Extrait aqueux

Concentration (mg/ml)	0,2	0,25	0,33	0,5	1	DPPH:0,9107
DOaprès 30 min	0,747	0,7	0,585	0,526	0,286	
PI (%)	17,97	23,12	35,74	42,17	68,59	

Tableau 02 : Extrait éthanolique

Concentration(mg/ml)	0,2	0,25	0,33	0,5	1	DPPH:1,105
DO après 30 min	1,083	0,994	0,875	0,685	84,46	
PI (%)	1,99	10	20,81	38	84,46	
						DPPH:1,062

Tableau 03: Extraits50%-50%

Concentration(mg/ml)	0,2	0,25	0,33	0,5	DPPH:1,015
DOaprès 30 min	0,863	0,81	0,725	0,189	
PI (%)	51,82	60,39	72,31	83,74	

Tableau 04 : Extrait 80%eau-20%ETOH

Concentration (mg/ml)	0,2	0,25	0,33	0,5	DPPH:1,104
DO après 30 min	0,863	0,81	0,725	0,189	
PI (%)	21,82	26,63	34,32	82,88	

Tableau 05 : Extrait aqueux après différent extraction hydroéthanolique

Concentration (mg/ml)	0,2	0,25	0,33	0,5	1	DPPH:0,686
DO après 30 min	0,357	0,333	0,256	0,21	0,093	
PI (%)	47,95	51,45	62,68	69,38	86,44	

Tableau 06 :Extrait 80%ETOH20%eau

Concentration(mg/ml)	0,125	0,2	0,25	0,33	0,5	DPPH:0,687
DO après 30 min	0.441	0.332	0.319	0.269	0.086	
PI (%)	35,8	51,67	53,56	60,84	87,48	

Tableau 07:Extrait éthérique

concentration (mg/ml)	0,2	0,25	0,33	0,5	1	DPPH:1,158
DO après 30 min	0,723	0,651	0,648	0,647	0,473	
PI (%)	37,56	43,78	44,04	44,12	59,15	

Tableau 08 :Extrait de l'huile essentielle

concentration (mg/ml)	0,8241	0,5494	0,412	0,2747	DPPH
DO aprs 30min	0,382	0,699	0,721	0,735	0,712
PI(%)	73,41	61,74	49,64	40,64	

Tableau 09 : Acide ascorbique

concentration (mg/ml)	0,1	0,05	0,03	0,025	0,02	0,01	DPPH
Dorés 30min	0,031	0,133	0,401	0,576	0,582	0,608	0,778
PI(%)	96,21	60,27	43,63	36,56	31,98	22,19	

Tableau 10: Effet de solvant

Extrait	EA	EE	EE a	E ea	EA e	EA ea	Eed
Activité antiradicalaire	68.59	84.46	82.88	83.74	87.48	86.48	59.15

Résumé

Ce travail rentre dans le cadre de la valorisation des plantes, nous nous sommes intéressés à l'étude phytochimique et à l'étude de l'activité antioxydante des extraits obtenus par extraction des parties aériennes de *Sonchus oleraceus* L, qui est une plante médicinale appartenant à la famille des Astéracées.

La plante séchée et découpée a été soumise à une extraction sous-reflux, Les résultats expérimentaux réalisés sur les sept extraits obtenus ont montré que le rendement d'extraction le plus élevé est celui de l'extrait aqueux avec un pourcentage de 16% tandis que l'extrait EEa(80% ETOH-20% eau) enregistre le rendement le plus faible avec 2.4%. L'évaluation préliminaire de la composition phytochimique de la partie traitée a permis de mettre en évidence la présence de certains métabolites secondaires. Ceci a été confirmé par une analyse quantitative basée sur des réactions de précipitation et de coloration. Nous avons remarqué que l'eau est le meilleur extracteur des flavonoïdes, tandis que l'éther possède la capacité d'extraire les alcaloïdes alors que nous avons constaté la présence des tannins, des coumarines et des composés réducteurs dans tous les extraits étudiés EA, EE et EED. En ce qui concerne l'activité antioxydante des différents extraits peut-être liée principalement à leur teneur en polyphénols, elle a été réalisée par la méthode de piégeage du radical DPPH, les résultats ont montré que la meilleure activité est obtenue avec les extraits suivants : Eea, EAae, EEa et EAe avec une faible IC50 de 0.154, 0.159, 0.22 et 0.36 (mg/ml) respectivement. Tandis que les extraits aqueux, éthanol et éther diéthylique pur présentent l'effet le plus faible avec des IC50 de l'ordre de 0.664, 0.645 et 0.637 (mg/ml). Par ailleurs, Nous avons consacré une partie de cette étude à l'extraction sélective d'huile essentielle qui a révélé une très faible capacité antiradicalaire correspondant à 2,44. Ces résultats peuvent être considérés comme point de départ pour des applications de cette plante en santé pour le traitement de certaines maladies.

Mots clés : *Sonchus oleraceus* ; polyphénols ; activité antioxydante ; DPPH.

Abstract

This work aims in the valuation of plants of we are interested in the phytochemical study and the antioxydant activity of the aerial parts of *Sonchus oleraceus* L, which is a medicinal plant belonging to the Asteraceae family.

The dried plant is cut into small pieces has been subjected to two mode of extraction (under-reflux-and by soxhlet in order to have seven extracts. The experimental results have shown that the highest extraction yields is that of the aqueous extract with a percentage of 16% while the EEa extract (80% eTOH-20% water) registers the lowest yield with 2.4%. The preliminary evaluation of the phytochemical composition of the treated extract made it possible to highlight the presence of certain secondary metabolites. This was confirmed by a quantitative analysis based on precipitation reactions and a color change. We have demonstrated that the aqueous extract is the best extractor of flavonoids, while the ethereal extract has the capacity to extract more alkaloids while the presence of tannins, coumarins and reducing compounds in all the extracts studied EA, EE and EED. As and the presence of reducing compound in all the extracts studied EA, EE and EED. Regarding the antioxidant activity of the different extracts perhaps linked mainly to their polyphenol content, and it was carried out by the DPPH radical scavenging method, the results showed that the best activity is obtained with the following extracts : Eea, EAae, EEa and EAe with a low IC50 of 0.154.0.159.0.22 and 0.36 (mg / ml) respectively. While the aqueous extracts, ethanol and pure diethyl ether have the weakest effect with IC50s in the order of 0.664, 0.645 and 0.637 (mg / ml). Furthermore, We have devoted a part of this study to the selective extraction of the essential oil which revealed a very low anti-free radical capacity corresponding to 2.44. These results can be considered as a starting point for applications of this healthy plant for the treatment of certain diseases.

Keywords: *Sonchus oleraceus*; polyphenols; antioxidant activity; DPPH.

ملخص

يهدف العمل المقدم في هذه الأطروحة إلى الإسهام في إعطاء الأهمية للنباتات الطبية و ذلك من خلال دراسة كيميائية وتقييم النشاط المضاد للأكسدة للنباتة الطبية *sonchus oleraceus* التي تنتمي لعائلة النجميات.

تمكنا من الحصول على 7 مستخلصات حيث سجل المستخلص المائي أعلى مردود بنسبة 16% بينما سجل المستخلص الهيدروكولي (80% إيثانول-20% ماء) أضعف مردود بنسبة 2.4%. ساعد التقييم الأولي للتركيب الكيميائي لمختلف المستخلصات على استبيان وجود بعض العناصر الكيميائية حيث تم تأكيد ذلك من خلال التحليل الكمي على أساس تفاعلات الترسيب و تغير في اللون، أظهرت النتائج التجريبية أن المستخلص المائي هو أفضل مستخرج للفلافونويدات. في حين مستخلص الإيثيل لديه قدرة استخلاص أكبر للكحول القلويدات في حين وجود التانينات والكومارين والسكريات في جميع المستخلصات المدروسة: EE، EA، أما فيما يتعلق بنشاط المضاد للأكسدة للمستخلصات المختلفة، ربما يرتبط بشكل رئيسي بمحتواها من مادة البوليفينول، و تم تقييمه بطريقة DPPH. أظهرت النتائج أن أفضل نشاط سجل في المستخلصات التالية: Eea:EAae:EEa، و EAe. في حين أن المستخلصات المائية؛ الإيثانول و الإيثيل تظهر التأثير الأضعف مع IC50 التالي 0.154 0.159 0.22 0.36، مع/ مل بالترتيب بالإضافة إلى ذلك، خصصنا جزءاً من هذه الدراسة للاستخلاص الانتقائي للزيوت الأساسية والذي أظهر قدرة منخفضة جدا كمضاد للأكسدة بمعدل 2.4. يمكن اعتبار هذه النتائج نقطة بداية لاستعمال هذه النباتة في مجال الصحة خاصة في علاج بعض الأمراض.

الكلمات المفتاحية: *Sonchus oleraceus*; الفينولات; مضادات الأكسدة: DPPH.