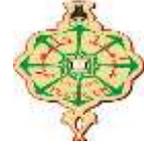




République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



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

Département de Biologie

MEMOIRE

Présenté par

Ameur Bouchra

En vue de l'obtention du

Diplôme de MASTER

En sciences biologiques

Option : Biochimie

Thème

Evaluation du pouvoir antioxydant des extraits riches en acides gras de la partie aérienne de Hyoscyamus niger

Soutenu le 10/09/2020, devant le jury composé de :

Président	<i>M^r Azzi Rachid</i>	MCA	Université de Tlemcen
Encadreur	<i>M^{me} Medjdoub Houria</i>	MCB	Université de Tlemcen
Examinatrice	<i>M^{elle} Bouali Wafaa</i>	MCB	Université de Tlemcen

Année universitaire 2019/2020

Titre et résumé en arabe

يهدف هذا العمل إلى تقييم النشاط المضاد للأكسدة للمستخلصات الغنية بالأحماض الدهنية للجزء الهوائي لنبته بونجروف *Hyoscyamus niger*، التي تم جمعها في منطقة عين فزة بتلمسان. *Hyoscyamus niger* هو نبات طبي ينتمي إلى عائلة solanacée، يستخدم تقليدياً لعلاج أمراض مختلفة مثل الربو والسكري والسرطان. في هذا العمل تم تحضير مستخلصين، من الجزء الجوي لهذا النبات: أحدهما الهكسان والأخر (الكلوروفورم / الميثانول) ، وكان مردود الاستخلاص 4.1% و7.58% على التوالي . تم تقييم نشاط مضادات الأكسدة باستخدام طريقتين: إرجاع الحديد (FRAP) واختبار التبييض β كاروتين. بالنسبة للاختبار الأول، قدرت قيمة EC_{50} ب 1.77 ملغم/مل و2.86 ملغم/مل لكل من مستخلص (الكلوروفورم/الميثانول) والهكسان على التوالي. من ناحية أخرى بالنسبة للاختبار الثاني، قدر IC_{50} ب 1.96 ملغم / ميليلتر لمستخلص الهكسان. يبقى هذا العمل أولي ويجب المواصلة فيه من أجل إيجاد المواد المسؤولة عن النتائج المتحصل عليها. **الكلمات المفتاحية:** *Hyoscyamus niger*، نشاط مضاد للأكسدة، FRAP، تبييض β كاروتين.

Titre et résumé en français

Ce travail s'inscrit dans le cadre de l'évaluation de l'activité antioxydante des extraits riches en acides gras de la partie aérienne de *Hyoscyamus niger* récoltée dans la région d'Ain Fezza, Tlemcen.

Hyoscyamus niger est une plante médicinale appartenant à la famille des solanacées, utilisée traditionnellement pour traiter diverses maladies telles que l'Asthme, le diabète et le cancer...

Dans le présent travail deux extraits ont été préparés, à partir de la partie aérienne de cette plante : l'un hexanique et l'autre chloroforme/méthanol, les rendements sont de l'ordre de 4.1 % et 7.58 % respectivement.

L'activité antioxydante a été évaluée en utilisant deux méthodes : le pouvoir réducteur du fer (FRAP) et le test du blanchissement β -carotène. Pour le premier test les EC_{50} estimées sont 1,77 mg/ml ; 2,86 mg/ml pour l'extrait chloroforme/méthanol, et hexanique respectivement. Par contre pour le second test les IC_{50} ont été estimées à 1,96 mg/ml pour l'extrait hexanique.

Ce travail reste préliminaire et mérite d'être reproduit en réalisant d'autres techniques antioxydantes et recherchant la composition des extraits testés afin de cibler une ou une conjugaison de molécules actives.

Mots clés : *Hyoscyamus niger*, activité antioxydante, FRAP, blanchissement β -carotène.

Titre et résumé en anglais

The aim of this work is the evaluation of antioxidant activity of extracts rich in fatty acids of the aerial part of *Hyoscyamus niger* collected in the region of Ain Fezza, Tlemcen.

Hyoscyamus niger is a medicinal plant belonging to the Solanaceae family, traditionally used to treat various diseases such as asthma, diabetes and cancer. .

In the present work, two extracts were prepared, from the aerial part of this plant: hexane and the chloroform/methanol, the yields are of the order of 4.1% and 7.58% respectively.

Antioxidant activity was assessed using two methods: iron-reducing power (FRAP) and β -carotene bleaching test. For the first test the estimated EC_{50} is 1.77 mg/ml; 2.86 mg/ml for the chloroform /methanol extract, and hexane respectively, On the other hand for the second test the IC_{50} was estimated at 1.96 mg/ml for the hexane extract.

This work remains preliminary and deserves to be reproduced by carrying out other antioxidant techniques and researching the composition of the extracts tested in order to target one or a combination of active molecules.

Key words: *Hyoscyamus niger*, antioxidant activity, FRAP, β -carotene bleaching.

Remerciements

Louange à ALLAH, le miséricordieux qui nous a donné la patience et le courage afin d'achever ce modeste travail.

J'exprime d'abord mes profonds remerciements, ma vive reconnaissance et ma sincère gratitude à Mme MADJDOUB HOURIA, maître de conférences au Département de Biologie, Université Abou Bekr Belkaid-Tlemcen, pour avoir accepté de diriger ce travail, pour son aide, ses encouragements, ses précieux conseils, sa patience, tout au long de la réalisation de ce mémoire.

Je remercie chaleureusement Mr AZZI R, maître de conférences au Département de Biologie, Université Abou Bekr Belkaid-Tlemcen de me faire l'honneur de présider le jury de ce mémoire.

J'adresse mes sincères remerciements à Melle Bouali wafaa, maître de conférences au Département de Biologie, Université Abou Bekr Belkaid-Tlemcen pour l'honneur qu'elle me fait d'accepter d'examiner ce travail.

Je tiens à remercier particulièrement Mr HABI Salim ingénieur de laboratoire de pédagogie de Biochimie au département de Biologie, université Abou Bekr Belkaid-Tlemcen pour son énorme aide, sa disponibilité et ses conseils. On vous sera toujours reconnaissant.

Je remercie également de tout mon cœur tous les enseignants qui ont contribué à ma formation.

Je tiens aussi à remercier toute la promotion de Biochimie pour l'ambiance conviviale qu'on a partagée durant les années de notre formation.

Dédicaces

C'est avec l'aide et la grâce du Dieu que j'ai achevé ce modeste travail que je dédie

Aux êtres les plus chers : mes parents,

A mon père

Mon plus haut exemple et mon modèle de persévérance pour aller toujours de l'avant et ne jamais baisser les bras.

A ma mère

Pour son affection, sa patience, sa compréhension, sa disponibilité, son écoute permanente et son soutien sans égal dans les moments les plus difficiles de ma vie.

A mes frères et sœurs

Med elmehdi, Abdessamad, Meryem et Nora. Je vous dédie ce travail avec tous mes vœux de bonheur, de santé et de réussite

A mon neveu Amir madjid eddine

Je dédie spécialement ce travail à S-S pour sa présence et son soutien dans les moments les plus difficiles.

A mes très chères amies

Wafaa, Ahlem, Samira, Hafssa, Imene, et khawla

Je ne peux trouver les mots justes et sincères pour vous exprimer mon affection et mes pensées, vous êtes pour moi des sœurs et des amies sur qui je peux compter.

... BOUCHRA

Liste des Abréviations

1O₂ : Oxygène singulet	Se : Sélénium
ADN : Acide désoxyribonucléique	SOD : Superoxydes dimustases
AGMI : Acide gras mono insaturé	v/v : Volume sur volume
AGPI : Acide gras poly insaturé	
BHT : butyl hydroxy toluèn	
Cat : Catalase	
DO : Densité optique	
Ec 50 : concentration de l'extrait à une absorbance égale 0,5	
E chlo/meth : Extrait chloroformique-méthanolique	
E hexa : Extrait hexanique	
ERO : Espèces réactives de l'oxygène	
FeCl₃ : Chlorure ferrique	
FRAP : Pouvoir réducteur de fer	
GPx : Glutathions peroxydases	
GSH : Glutathion réduit	
GSSG : Glutathion oxydé	
H₂O₂ : Peroxyde d'hydrogène	
HOCl : Acide hypochloreux	
IC₅₀ : Concentration inhibitrice de 50 % d'une activité	
K₃Fe(CN)₆ : ferricyanure de potassium	
LDL : Lipoprotéines de basse densité	
O₂^{-•} : Anion superoxyde	
OH[•] : Radical hydroxyle	
RL : radical libre	
RO[•] : Radical alkoxyl	
ROO[•] : Radical peroxy	
ROOH : Hydroperoxyde organique	

Liste des figures

Figure 01 : Déséquilibre de la balance des espèces prooxydants et des systèmes de défense antioxydants	2
Figure 02 : Neutralisation d'un radical libre par un antioxydant	4
Figure 03 : Nature de quelques modifications des chaînes latérales d'acides aminés des protéines après attaque radicalaire	7
Figure 04 : Lésions de l'ADN formées par attaque radicalaire du patrimoine génétique des cellules	8
Figure 05 : les antioxydants enzymatiques et non enzymatiques	9
Figure 06 : structure de la vitamine E	10
Figure 07 : structure de la vitamine C	11
Figure 08 : Structure chimique de quelques caroténoïdes	11
Figure 09 : Les implications du zinc en tant qu'antioxydant	12
Figure 10 : Structures chimiques de certains terpènes communs	16
Figure 11 : structure de base des flavonoïdes	17
Figure 12 : Structure chimique d'un tanin condensé et d'un tanin hydrolysable	20
Figure 13 : Aspect morphologique de <i>Hyoscyamus niger</i>	23
Figure 14 : photographie personnelle de la partie aérienne de <i>Hyoscyamus niger</i> "A et B " montrent la plante fraîche, "C " la poudre obtenue après broyage	26
Figure 15 : Montage d'extraction par l'appareil de soxhlet	27
Figure 16 : (A) l'appareil rotavapor, (B) l'extrait obtenu après l'évaporation	27
Figure 17 : Protocole d'évaluation du pouvoir réducteur des extraits de <i>Hyoscyamus niger</i> . 29	
Figure 18 : Représentation graphique du pouvoir réducteur des extraits (hexa ; chlo/méth) de La partie aérienne de <i>Hyoscyamus niger</i> et de l'acide ascorbique	33

Figure 19 : représentation graphique de EC50 des extrais (chlo/méth ; hexa) de <i>Hyoscyamus niger</i> et l'acide ascorbique	34
Figure 20 : Pourcentages d'inhibition de blanchiment du β -carotène en fonction des différentes concentrations de l'extrait hexanique	35
Figure 21 : Pourcentages d'inhibition de blanchissement du β -carotène en fonction des différentes concentrations de BHT	36
Figure 22 : représentation graphique des IC50 de l'extrait hexanique de <i>Hyoscyamus niger</i> et du BHT	37

Liste des tableaux

Tableau 01 : relations entre les maladies et le stress oxydant	3
Tableau 02 : principales espèces réactives oxygénées	5
Tableau 03 : Les différents types des alcaloïdes classés selon la forme et l'origine	15
Tableau 04 : Les principales classes des flavonoïdes	18
Tableau 05 : Structures et classification de quelques acides phénoliques	19
Tableau 06 : Classification botanique de <i>Hyoscyamus niger</i>	24
Tableau 07 : Noms vernaculaires de <i>Hyoscyamus niger</i>	24
Tableau 08 : Rendements, aspects et couleurs des extraits de <i>Hyoscyamus niger</i>	32

Table des matières

Introduction générale	1
------------------------------------	---

Première partie : Synthèse bibliographique

Chapitre 1 : Stress oxydatif

1. Stress oxydant	2
2. Origine de stress oxydant	2
3. Stress oxydant et pathologies humaines	3
4. Radicaux libres	3
4.1. Rôle physiologique des radicaux libres	4
4.2. Les différents dérivés réactifs de l'oxygène	4
4.2.1. Le radical hydroxyle (OH•)	5
4.2.2. Le radical anion superoxyde (O ₂ •)	5
4.2.3. Le peroxyde d'hydrogène	5
4.2.4. Oxygène singulet (1O ₂)	6
5. Les cibles biologiques des ERO	6
5.1. Les protéines	6
5.2. Les lipides	7
5.3. ADN	7
6. Antioxydants	8
6.1. Les super oxydes dimustases (SOD)	8
6.2. Catalase (CAT)	9
6.3. Glutathions peroxydases (GPx)	9
6.4. Vitamine E	9
6.5. Vitamine C	10
6.6. Caroténoïdes	10
6.7. Sélénium	11
6.8. Zinc	11
6.9. Cuivre	12
7. Principes actifs des plantes pouvant être antioxydants	12
7.1. Métabolites primaires	12
7.1.1. Acide gras	12
7.1.2. Polysaccharides	13
7.1.3. Protéines	13
7.2. Métabolites secondaires	13
7.2.1. Les alcaloïdes	14
7.2.2. Les composés terpéniques	14
7.2.3. Les composés phénoliques	15
7.2.3.1. Classification	15
a). Les flavonoïdes	15
b). Les acides phénoliques	18
c). Les tanins	19

Chapitre 2 : Plante étudiée *Hyoscyamus niger*

1. Généralités sur les plantes médicinales	21
--	----

2. Famille des solanacées	21
3. Genre <i>Hyoscyamus</i>	21
4. Plante étudiée : <i>Hyoscyamus niger</i>	22
4.1. Historique	22
4.2. Habitat	22
4.3. Description	22
4.4. Classification botanique	23
4.5. Noms vernaculaires d' <i>Hyoscyamus niger</i>	24
4.6. La toxicité	25
4.7. Usages traditionnels	25
4.8. Composition chimique	25

Deuxième partie : Partie expérimentale

Matériel et méthodes

1. Objectif	26
2. Matériel végétal	26
3. Extraction par soxhlet	27
3.1. Extrait hexanique	27
3.2. Extraits, chloroforme-méthanol et éther de pétrole	28
3.3. Le rendement en extrait sec	28
4. Évaluation de l'activité antioxydante	28
4.1. Test du pouvoir réducteur du fer : FRAP (Ferric reducing antioxidant power) ...	28
a). Principe	28
b). Solutions à préparer	28
c). Mode opératoire	29
4.2. Test de blanchiment du β -carotène	30
a). Principe	30
b). Mode opératoire	30

Résultats et interprétation

1. Rendement des extraits d' <i>Hyoscyamus niger</i>	32
2. Evaluation de l'activité antioxydante	32
2.1. Test du pouvoir réducteur du fer (FRAP)	32
2.2. Test du blanchiment de β -carotène	34

Discussion

38

Conclusion

42

Références bibliographiques

42

Introduction

Introduction

L'excès des espèces réactives de l'oxygène peut entraîner un stress oxydatif et endommager de nombreuses molécules biologiques ; qui est considéré comme un mécanisme pathogène qui provoque différentes maladies chroniques et souvent associé à la douleur et à l'inflammation (Diaconu, 2019). En effet l'organisme possède ses propres moyens de défenses lui permettant de lutter contre ces radicaux libres (Koechlin ,2006).

Les antioxydants sont des substances vitales qui possèdent la capacité de protéger le corps des dommages causés par le stress oxydatif induit par les radicaux libres. Une variété d'antioxydants anti-radicaux libres existe dans le corps, dont beaucoup sont dérivés de sources alimentaires comme les fruits, les légumes et les thés (Souri *et al.*, 2010).

Les antioxydants de synthèse tels que le butyl hydroxy anisole (BHA) et le butyl hydroxy toluène (BHT) sont certes très efficaces, mais susceptibles de manifester des effets secondaires et voire toxiques. Pour pallier les effets secondaires des produits synthétiques et leurs toxicités, les scientifiques se trouvent devant l'obligation au recours à la phytothérapie (Adida *et al.*, 2015).

De nos jours, malgré le développement de la chimie de synthèse, l'utilisation des plantes médicinales a conservé une large place du fait de leur efficacité dans diverses procédures thérapeutiques. Elles constituent un groupe numérique vaste et contiennent des composants actifs utilisés dans le traitement de diverses maladies. Outre leur utilisation comme remède direct, on les emploie aussi dans l'industrie pharmaceutique et cosmétique (Lazli *et al.*, 2019).

L'Algérie est considérée parmi les pays les plus connus pour leur diversité taxonomique vu sa position biogéographique privilégiée et son étendu entre la Méditerranée et l'Afrique subsaharienne. La flore algérienne dispose d'une grande diversité à laquelle s'ajoute une tradition d'utilisation des plantes (Bedou, 2015).

Hyoscyamus est l'un des genres les plus importants de la famille des Solanacées. Toutes les espèces d'*Hyoscyamus* sont de riches sources d'alcaloïdes tropaniques, principalement l'hyoscyamine et la scopolamine (Al snafi, 2018).

Notre travail s'inscrit dans ce contexte général, et a pour objectif d'évaluer l'activité antioxydante des extraits riches en acides gras de la partie aérienne de *Hyoscyamus niger* : l'extrait hexanique et chloroforme/méthanol en choisissant deux méthodes, le pouvoir réducteur du fer (FRAP) et le blanchissement β -carotène.

Première partie
Synthèse
bibliographique

Chapitre 1 : stress oxydatif

1. Stress oxydant

L'inhalation de certains agents chimiques et/ou poussières peut entraîner des déséquilibres au niveau cellulaire (notamment de la balance oxydant/antioxydant) ; celui-ci est associé à des processus inflammatoires et peut être la source de nombreuses pathologies (Suarez, 2018).

Le stress oxydant correspond à un déséquilibre entre la production d'espèces réactives de l'oxygène (ERO) et le niveau des systèmes de défense anti-oxydante de la cellule ou de l'organisme (Bonfont, 2013) (figure 01). Lors d'un stress oxydant, les ERO non «détoxiquées» par le système antioxydant attaquent et endommagent par oxydation les macromolécules notamment les lipides, les protéines, l'ADN (Menon, 2014).



Figure 01 : Déséquilibre de la balance des espèces prooxydants et des systèmes de défense antioxydants (Belaïch et Boujraf, 2016)

2. Origine de stress oxydant

Un état de stress oxydant peut avoir plusieurs origines : carence en antioxydants apportés par l'alimentation ou anomalies génétiques, stress d'origine exogène (agents environnementaux pro-oxydants), intoxication aux métaux lourds, irradiations ; et il peut exister lorsqu'au moins une des trois conditions suivantes est présente :

- Système immunitaire inadéquat
- Excès des espèces réactives d' O_2 , N_2 ou Cl_2
- Mécanismes de réparation insuffisants (Migdal et Serres, 2011).

3. Stress oxydant et pathologies humaines

Le stress oxydatif a des effets néfastes sur la santé de la population générale et de certains groupes de patients avec des maladies chroniques et aiguës (Tableau 01) (Berger, 2006 ; Favier, 2006).

Tableau 01 : relations entre les maladies et le stress oxydant (Berger, 2006 ; Favier, 2006).

Type de stress oxydant	La maladie
Maladies où le stress oxydant est la cause primordiale	<ul style="list-style-type: none"> • Cancers • Auto-immunité • Dégénérescence maculaire • Photo-vieillessement cutané • Intoxications:CCl₄, alcool
Maladies entraînant un stress oxydant secondaire	<ul style="list-style-type: none"> • Maladie d'Alzheimer • Maladies virales • Rhumatismes • Asthme • Insuffisance respiratoire
Maladies dues à une production insuffisante de radicaux libres	<ul style="list-style-type: none"> • Agranulomatose septique • Psoriasis
Maladies où le stress oxydant fait partie des facteurs déclencheurs	<ul style="list-style-type: none"> • Diabète • Insuffisance rénale • Mucoviscidose • Sida • Parkinson • Thalassémie

4. Radicaux libres

Les radicaux libres (RL) Sont des espèces chimiques possédant, sur leurs couche externe, un ou plusieurs électrons célibataires qui lui permet d'être des molécules hautement réactives, toxiques et responsables de nombreux dommages vis-à-vis des constituants cellulaires de l'organisme (Sy *et al.*, 2018). Ces espèces sont générées dans des compartiments cellulaires ou

extracellulaires spécifiques sous les deux conditions physiologiques et pathologiques (Radi *et al.*, 2018).

Les RL agissent comme des accepteurs d'électrons et arrachent donc des électrons à d'autres molécules (voir figure 02). Cette perte caractéristique d'un électron correspond au phénomène d'oxydation et les radicaux libres sont donc considérés comme des agents oxydants puisqu'ils incitent les molécules à donner des électrons (Carange, 2010).

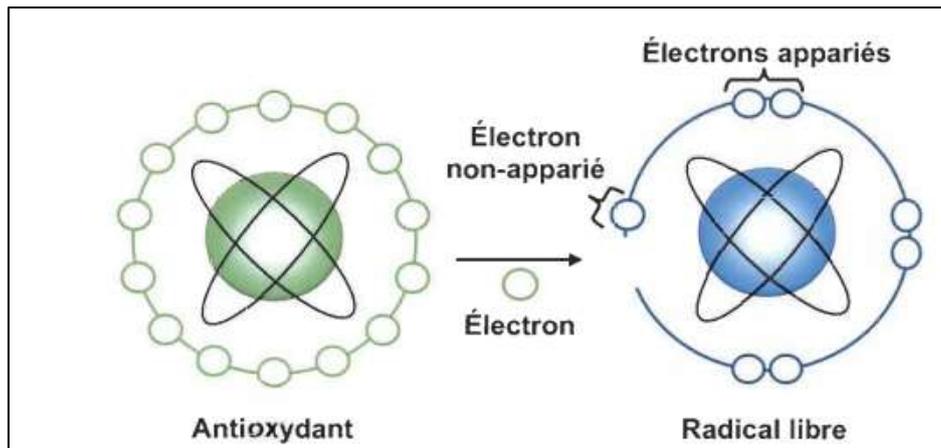


Figure 02 : Neutralisation d'un radical libre par un antioxydant (Carange, 2010).

4.1. Rôle physiologiques des radicaux libres

Les radicaux libres sont indispensables à la vie car ils sont impliqués dans des nombreuses fonctions physiologiques lors de la croissance ou de la défense de l'organisme (Favier, 2003).

En effet, ils participent au fonctionnement de certaines enzymes, à la régulation des gènes, au cycle cellulaire, à la défense immunitaire contre les agents pathogènes, à l'apoptose des cellules tumorales, au fonctionnement de certains neurones notamment ceux de la mémoire, et à la transduction des signaux cellulaires (Favier, 2003).

4.2. Les différents dérivés réactifs de l'oxygène

Les espèces réactives oxygénées regroupent des formes radicalaires et non radicalaires dont la toxicité est variable ; le tableau 02 représente des exemples sur les deux formes (Sies *et al.*, 2017).

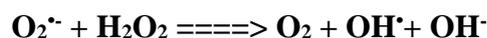
Tableau 02 : principales espèces réactives oxygénées (Sies *et al.*, 2017)

Formes radicalaires	Formes non radicalaires
<ul style="list-style-type: none"> • Radical hydroxyle (OH[•]) • Anion superoxyde (O₂^{•-}) • Radical alkoxy (RO[•]) • Radical peroxy (ROO[•]) 	<ul style="list-style-type: none"> • Peroxyde d'hydrogène (H₂O₂) • Oxygène singulet (1O₂) • Hydroperoxide organique (ROOH) • Acide hypochloreux (HOCl)

4.2.1. Le Radical hydroxyle (OH[•]) :

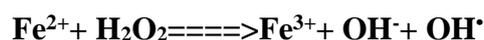
Le radical hydroxyle est le composé le plus réactif et le plus toxique en biologie. Il agit selon trois mécanismes : en arrachant soit un électron soit un atome d'hydrogène, ou encore en s'additionnant sur les doubles liaisons (Migdal et Serres, 2011). Il est formé soit par :

- **Une réaction d'Haber Weiss** : une réaction de l'anion superoxyde avec l'hydrogène peroxyde



- **Une réaction de Fenton** : le radical hydroxyle est formé lors des réactions d'ion métalliques avec le peroxyde d'hydrogène

Le peroxyde d'hydrogène (ou eau oxygénée) oxyde le fer ferreux selon la réaction d'oxydo-réduction (Migdal et Serres, 2011)



4.2.2. Le radical anion superoxyde (O₂^{•-})

C'est la forme réduite de l'oxygène moléculaire par la réception d'un électron ; il a une demi vie relativement longue, il peut donc diffuser vers leurs cibles privilégiées comme le cytochrome C (Fe³⁺), la vitamine C, et bien entendu la SOD (superoxyde dismutase) (Migdal et Serres, 2011)



Le radical anion superoxyde est largement impliqué dans de vastes fonctions cellulaires telles que la signalisation cellulaire, la réponse immunitaire et la prolifération cellulaire à des

concentrations régulées, mais il est impliqué dans le développement de diverses maladies à des niveaux non contrôlés (Zhang *et al.*, 2019).

4.2.3. Le peroxyde d'hydrogène :

Le peroxyde d'hydrogène également appelé eau oxygénée n'est pas une espèce radicalaire. C'est un composé chimique naturel ubiquitaire non chargé et peut donc diffuser facilement les membranes. Il a été découvert en 1818 par Louis Jacques Thénard (Vallée, 2020). Sa formule brute est H₂O₂.

4.2.4. Oxygène singulet (1O₂) :

L'oxygène singulet est une molécule éphémère relativement instable, et ses propriétés le rendent très réactif avec de nombreuses biomolécules telles que les lipides, les protéines et l'ADN/ARN (Koh et Fluhr, 2016).

5. Les cibles biologiques des ERO

Un déséquilibre entre la production des ERO et leur élimination conduit à une accumulation de ces molécules toxique ; cela entraîne des dommages irréversibles sur les biomolécules notamment l'ADN (oxydation de l'ADN), les lipides (peroxydation lipidique) et les protéines (carbonylation des protéines) (Mougeolle, 2015).

5.1. Les protéines

Les acides aminés et les protéines sont les premières cibles attaquées ou modifiées par les ERO. Les modifications oxydatives créées peuvent être de plusieurs types (figure 03) :

- Oxydation des chaînes latérales des acides aminés qui peut conduire à la formation de groupements hydroxyles ou carbonyles.
- Oxydation de la chaîne polypeptidique potentiellement suivie d'une fragmentation et/ou de la formation de liaisons croisées intra ou inter chaînes.
- Formation de protéines carbonylées (issues de la fragmentation de chaînes polypeptidiques, de l'oxydation de certains acides aminés (Migdal et Serres, 2011 ; Jaisson *et al.*, 2017).

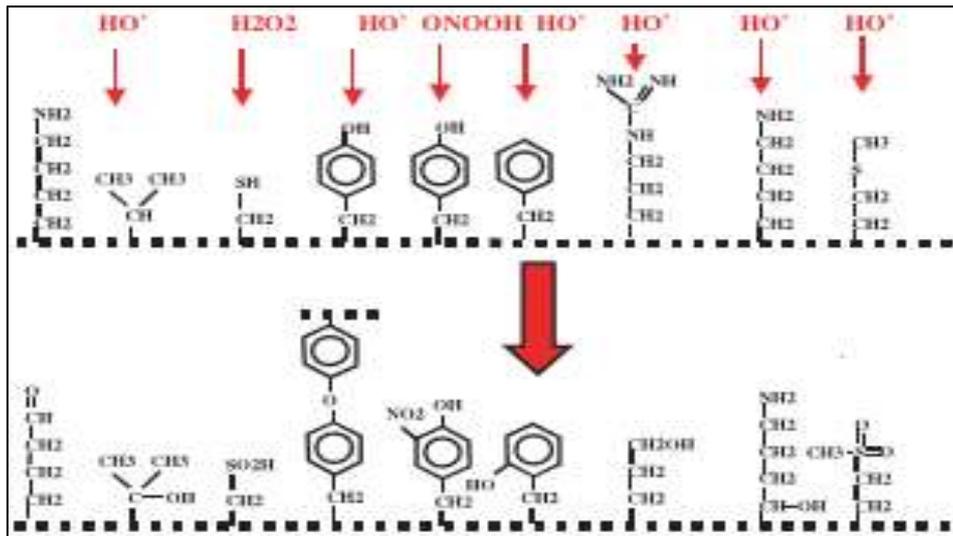


Figure 03 : Nature de quelques modifications des chaînes latérales d'acides aminés des protéines après attaque radicalaire (Favier, 2003)

5.2. Les lipides

L'attaque des lipides concerne à la fois les lipides circulants et les phospholipides membranaires. L'attaque des lipides circulants aboutit à la formation de LDL (Low-Density Lipoproteins) oxydés.

Les lipides, en particulier, les acides gras polyinsaturés sont la cible privilégiée de l'attaque par l' OH^\bullet qui est capable d'arracher un hydrogène sur les carbones situés entre deux doubles liaisons. Cette réaction est appelée peroxydation lipidique. L'attaque des radicaux libres au sein des doubles liaisons lipidiques membranaires induit des processus de peroxydations en cascades aboutissant à la désorganisation complète de la membrane altérant de ce fait sa fluidité et donc le fonctionnement de nombreux récepteurs et transporteurs et la transduction des signaux (Cotticelli *et al.*, 2013 ; Liguori *et al.*, 2018).

5.3. ADN

L'ADN, qu'il soit nucléaire ou mitochondrial, est également une cible majeure des RLs. L'attaque radicalaire induit de nombreuses lésions dans l'ADN (figure 04) telles que La destruction de la liaison base-désoxyribose ce qui aboutit à la formation d'un site afunctionnel sur l'ADN (site abasique) ; la destruction du désoxyribose par arrachement d'un atome d'hydrogène entraînant une cassure du brin concerné ; aussi, la modification des bases azotées (la guanine est la plus sensible aux dommages oxydatifs) (Charbon *et al.*, 2014 ; Sies, 2017 ; Lebraud, 2018).

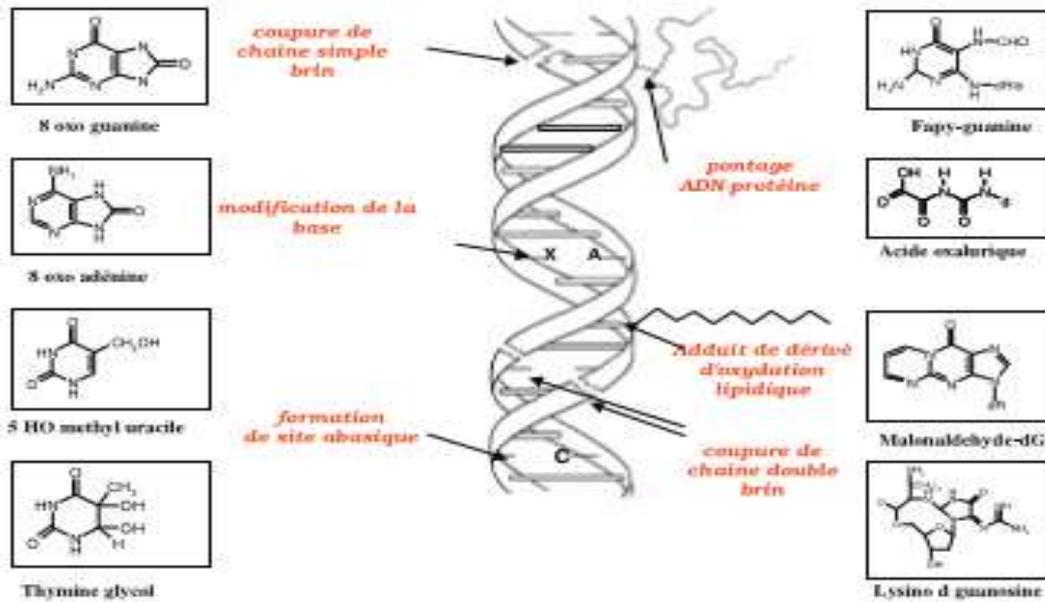


Figure 04 : Lésions de l’ADN formées par attaque radicalaire du patrimoine génétique des cellules (Favier, 2003)

6. Antioxydants

Les antioxydants sont des espèces chimiques qui inhibent, contrôlent ou retardent significativement l’oxydation d’un substrat. Ils sont présents sous de nombreuses formes (Hamlaoui *et al.*, 2017).

Il existe deux classes d’antioxydants : les endogènes et les exogènes. Les premiers sont principalement les enzymes superoxyde dismutase, catalase et glutathion peroxydase. La deuxième partie permet d’appréhender les antioxydants exogènes qui sont, par définition, apportés de l’extérieur par exemple par l’alimentation (Kasote *et al.*, 2015).

On peut parler aussi de défense antioxydante enzymatique et non enzymatique (figure 05), qui a pour but de protéger les organismes vivants des effets nocifs des ERO (Varatharajan et Pushparani, 2018).

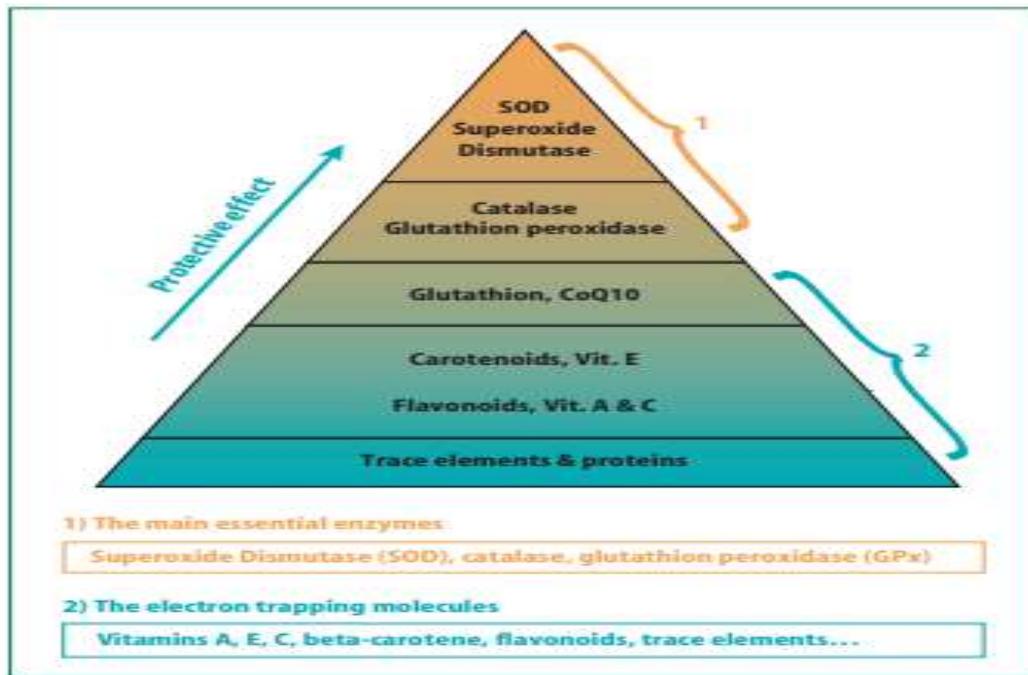


Figure 05 : les antioxydants enzymatiques et non enzymatiques (Menvielle-Bourg, 2005).

6.1. Les superoxydesdimustases (SOD)

Les superoxydes dismutases sont des métalloenzymes. Il s'agit d'une des premières lignes de défense contre les ERO. Il catalyse la dismutation de deux molécules d'anion superoxyde ($O_2^{\bullet -}$) en peroxyde d'hydrogène (H_2O_2) et en oxygène moléculaire (O_2), rendant ainsi l'anion superoxyde potentiellement nocif moins dangereux (Ighodaro et Akinloye, 2018).



6.2. Catalase (CAT)

La catalase est une protéine tétramérique de 240 kDa avec quatre sous-unités similaires. Chaque sous-unité polypeptidique a un poids de 60 kDa et contient une seule ferriprotoporphyrine. Elle existe en forte concentration dans le foie et les globules rouges. Elle agit en synergie avec la SOD puisque son rôle est d'accélérer la dismutation du peroxyde d'hydrogène en eau et en oxygène moléculaire (Boyer, 2016 ; Glorieux et Calderon, 2017).

6.3. Glutathions peroxydases (GPx)

La glutathion peroxydase (GPx) est une enzyme intracellulaire importante qui catalyse la réduction des hydroperoxydes minéraux ou organiques en eau ou en alcool, tandis que le glutathion réduit (GSH) est transformé en glutathion oxydé (GSSG). Son activité dépend d'un cofacteur en micronutriments appelé sélénium. L'enzyme joue un rôle plus crucial dans

l'inhibition du processus de peroxydation lipidique et protège donc les cellules du stress oxydatif (Ighodaro et Akinloye, 2018).

6.4. Vitamine E

La vitamine E ou α -tocophérol (α -TocH) est le principal antioxydant de la famille des tocophérols. Sa structure moléculaire comporte une extrémité hydrophile, correspondant au noyau chromanol et une extrémité hydrophobe (chaîne phytyle) (figure 06). Elle protège en particulier les lipides constitutifs des membranes cellulaires, ainsi que les lipoprotéines LDL. Lors d'une peroxydation lipidique, suite à une attaque radicalaire, l' α -TocH cède son hydrogène situé dans le noyau phénolique en réduisant le radical RO_2^{\cdot} , et constitue par ce biais le seul antioxydant liposoluble assurant cette protection (Bouguerne, 2012 ; Do *et al.*, 2015).

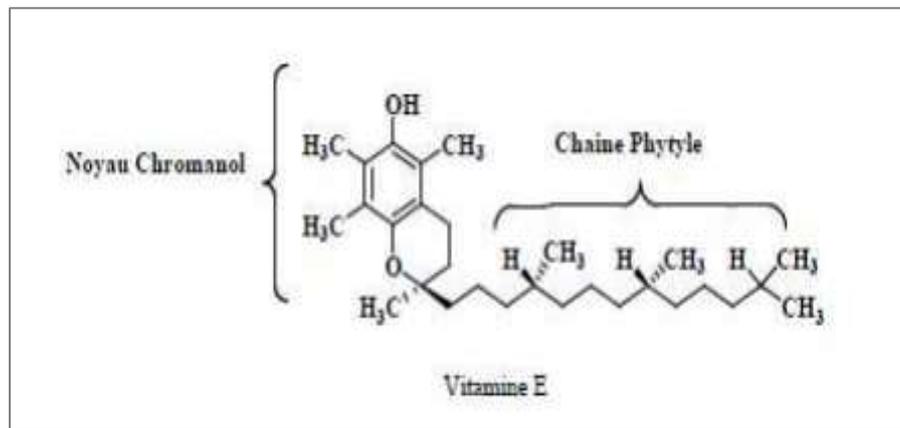


Figure 06 : structure de la vitamine E (López *et al.*, 2005).

6.5. Vitamine C

La vitamine C (figure 07), également connue sous le nom d'acide ascorbique et d'ascorbate, est un composé basique qui appartient au groupe des vitamines hydrosolubles. Elle agit principalement en piégeant directement les ERO (majoritairement l' $O_2^{\cdot-}$).

L'importance biologique de la vitamine C est qu'elle joue un rôle de cofacteur, en tant qu'agent réducteur, dans diverses réactions enzymatiques (Chen *et al.*, 2015 ; Unlu *et al.*, 2015).

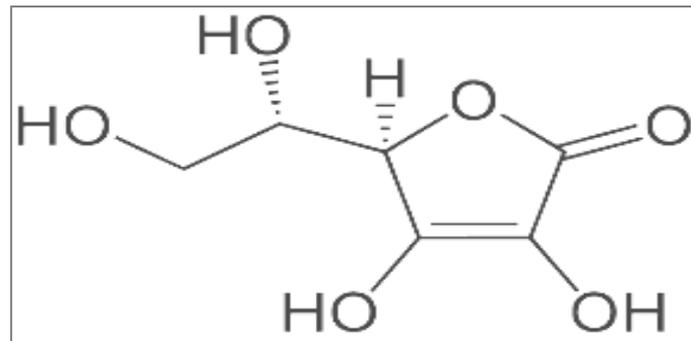


Figure 07 : structure de la vitamine C (Vertuani *et al.*, 2004)

6.6. Caroténoïdes

La plupart des caroténoïdes ont une activité antioxydante grâce à leur structure chimique comportant une longue chaîne de polyène riche en électrons et des doubles liaisons conjuguées susceptibles d'être très réactives (figure 08). Cet aspect chimique permet aux caroténoïdes de neutraliser l'oxygène singulier et des radicaux libres (Phan, 2014).

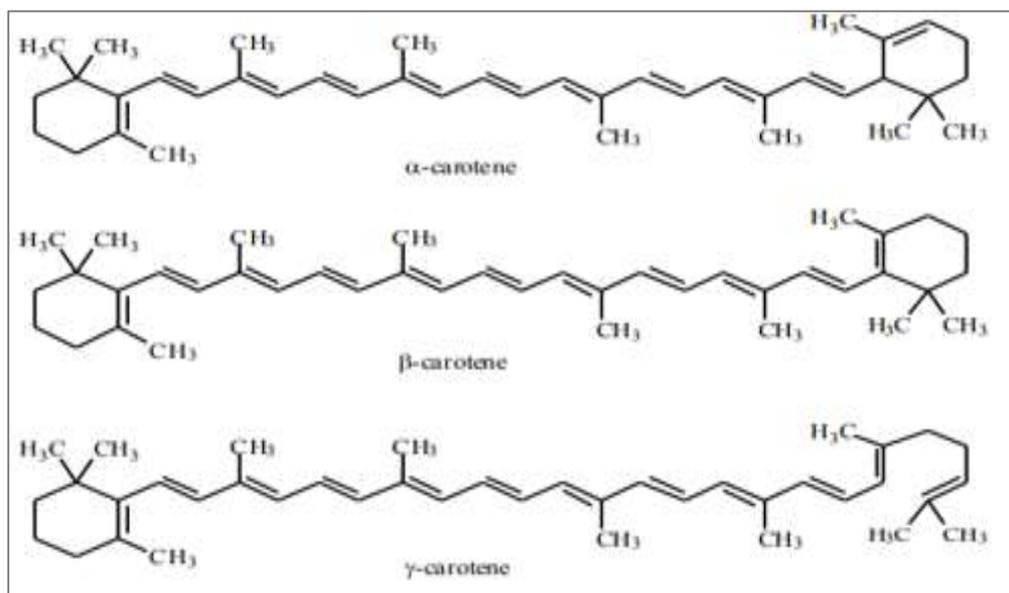


Figure 08 : Structure chimique de quelques caroténoïdes (Vertuani *et al.*, 2004)

6.7. Sélénium

Le sélénium (Se) est un oligoélément retrouvé dans tous les organes du corps humain mais il est principalement localisé dans le foie, les reins, le sang et le cerveau. Cet oligoélément possède un effet antioxydant par l'optimisation de l'activité glutathion peroxydase en s'incorporant à cette dernière (Fernandes et Gandin, 2015 ; Guillouty, 2016).

Chez l'homme, la carence en (Se) est associée à l'hypothyroïdie, aux maladies cardiovasculaires, à un système immunitaire affaibli et à une incidence accrue de divers cancers (White, 2016).

6.8. Zinc

Le zinc est un oligo-élément qui intervient dans de nombreuses réactions enzymatiques et joue un rôle important dans le métabolisme des nucléotides. Cet oligo-élément apparaît dans une variété d'aliments en particulier les viandes, les poissons, les céréales complètes et les légumes secs (Haleng *et al.*, 2007).

Le zinc agit comme cofacteur de l'enzyme superoxyde dismutase. Il régule le métabolisme du glutathion et inhibe l'activité de la xanthine oxydase *in vitro* (figure 09) (Bosco *et al.*, 2010 ;Cruz *et al.*, 2015)

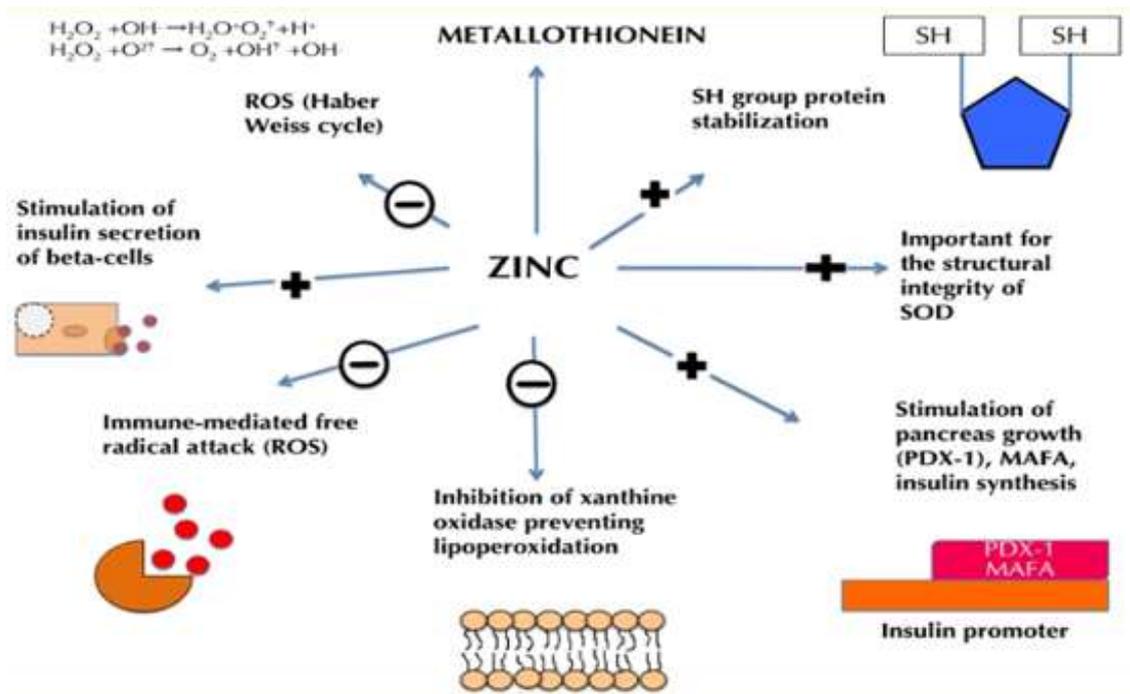


Figure 09 : Les implications du zinc en tant qu'antioxydant (Bosco *et al.*, 2010).

6.9. Cuivre

Le cuivre est un oligo-élément indispensable à la vie. L'apport du cuivre se fait principalement par les crustacés, le chocolat, les noix, les céréales et les fruits. Les apports journaliers recommandés sont entre 1 et 2 mg/j (Guillouty, 2016).

Le cuivre est le cofacteur d'enzymes comme la SOD, le cytochrome C oxydase. Il peut lorsque sa concentration est élevée devenir pro-oxydant (Haleng *et al.*, 2007).

7. Principes actifs des plantes pouvant être antioxydants

Les composés organiques des plantes sont divisés en deux classes : la première, représente les composés qui existent dans toute les cellules et jouent un rôle central dans le métabolisme et la reproduction des cellules incluant les : les glucides, les lipides, les acides aminés et les acides nucléiques, et connus sous le nom de métabolites primaires. La deuxième classe, sont les métabolites secondaires, qui n'exercent pas de fonction directe au niveau des activités fondamentales de la plante (Hanson, 2003).

Les métabolites secondaires des plantes comprennent une grande variété de composés organiques qui facilitent la réponse de défense contre divers facteurs biotiques et abiotiques présents dans l'environnement. Beaucoup de ces métabolites secondaires sont utilisés dans les industries pharmaceutique, alimentaire, de la confiserie, des cosmétiques, des insecticides (Kaur et Pati, 2018 ; Benattia et Hellali, 2019).

7.1. Métabolites primaires

7.1.1. Acide gras

Les acides gras sont les constituants élémentaires des lipides. Ils sont composés d'une chaîne hydrocarbonée comportant à une extrémité un groupement méthyle CH_3 et à l'autre extrémité un groupement carboxyle COOH (Peter, 2008).

Cette chaîne carbonée peut être dépourvue de toute double liaison carbone-carbone, dans ce cas les acides gras sont dits saturés, et elle peut contenir une double liaison mono insaturée (AGMI) ou plusieurs doubles liaisons poly insaturée (AGPI) (Bouassila et Mayouf, 2017). Parmi les AGPI, deux familles se distinguent par leur caractère indispensable et par la position de la première double liaison à l'extrémité méthyle : acide linoléique pour les omégas 6 et acide α -linoléique pour les omégas 3 (Bouras et Zitouni, 2017).

Les acides gras assurent plusieurs rôles :

- ✓ **Réserve d'énergie** : stockés sous forme de triglycérides dans les tissus adipeux, les lipides constituent ainsi une réserve énergétique mobilisable (Louahab, 2018).
- ✓ **Rôle structural** : les AGPI influencent les propriétés physiques des membranes biologiques telles que l'organisation générale de la membrane, la perméabilité aux ions, l'élasticité et la formation de micro-domaines (Gorjã *et al.*, 2009).

- ✓ **Rôle fonctionnel** : Les acides gras participent non seulement à la cohésion physico-chimique des membranes cellulaires, mais également à de nombreuses régulations métaboliques :

- production de prostaglandines
- fonctionnement des récepteurs hormonaux
- adhésion cellulaire (Colette et Monnier, 2011)

Un rôle de transport de vitamines : ils véhiculent quatre vitamines liposolubles : A, D, E et K (Benhouda, 2016).

7.1.2. Polysaccharides

Ce sont des unités complexes de molécules de sucre liées ensemble que l'on trouve dans toutes les plantes. Du point de vue de la phytothérapie, les polysaccharides les plus importants sont les mucilages « visqueux » et les gommés, présents dans les racines, les feuilles et les graines. Le mucilage et la gomme absorbent de grandes quantités d'eau, produisant une masse gélatineuse qui peut être utilisée pour calmer et protéger les tissus enflammés. Certains polysaccharides, tel que les pectines, sont utilisés en cosmétologie (Tahouo, 2016).

L'inuline, polymère de polysaccharides composé de chaînes de fructose, tout comme l'amidon, polysaccharide à base de D-glucose, sont présents en quantité moindre mais jouent un rôle essentiel comme moyen de stockage de l'énergie, notamment dans les racines de la plante (Apolinario *et al.*, 2014).

7.1.3. Protéines

Les protéines jouent un rôle structural et participent au renouvellement des tissus végétaux. En industries agroalimentaires, les protéines végétales occupent une place de choix tant par leur valeur et propriété nutritionnelle par rapport à la source animale (Bruneton, 1999).

7.2. Métabolites secondaires

Les métabolites secondaires sont classés selon leur appartenance chimique en 3 grandes classes :

- les alcaloïdes
- les composés terpéniques
- les composés phénoliques

7.2.1. Les alcaloïdes

Les alcaloïdes sont des substances organiques produites par les plantes comme métabolites secondaires le plus souvent d'origine végétale mais aussi animale. Les alcaloïdes sont des composés azotés ayant à faible dose des propriétés pharmacologiques marquées. Les plantes les utilisent pour la plupart d'entre eux dans leur système de défense contre les herbivores et les pathogènes car ces composés sont toxiques (Togola *et al.*, 2019).

Les alcaloïdes sont classés selon leur forme et leur origine biosynthétique, On distingue trois types d'alcaloïdes représenté dans le tableau 03 (Bruneton, 2009 ; Ghedjati, 2018).

Tableau 03 : Les différents types des alcaloïdes classés selon la forme et l'origine (Bruneton, 2009 ; Ghedjati, 2018)

Type	Définition	Exemple
Les alcaloïdes vrais	Ce sont bio synthétiquement formés à partir d'acide aminé et comportent un atome d'azote dans un système hétérocyclique.	<i>Atropine</i> <i>Hyoscyamine</i>
Les proto-alcaloïdes	Ce sont des amines simples dont l'azote n'est pas inclus dans le système hétérocyclique ; ils sont élaborés <i>in vivo</i> à partir d'acides aminés	<i>Stachydrine</i> <i>Hordenine</i> <i>Mescaline</i> <i>Ephédrine</i>
Les pseudo-alcaloïdes	Ils présentent le plus souvent toutes les caractéristiques des alcaloïdes vrais, mais ne sont pas dérivés des acides aminés. L'incorporation de l'azote dans la structure se fait en phase finale.	<i>Coniine.</i> <i>Caféine</i> <i>Gentianine</i> <i>Tomatidine</i>

7.2.2. Les composés terpéniques

Les terpènes sont une classe de métabolites secondaires qui peuvent être trouvés dans une variété d'espèces animales et végétales. Ils sont considérés comme les composés naturels les plus structurellement diversifiés et les plus abondants. Ces composés sont formés par la condensation d'unités d'isoprène à cinq carbones et peuvent être classés en différents sous-groupes en fonction du nombre de ces unités qu'ils contiennent (ex : mono-terpènes (C10), les di-terpènes (C20), tri-terpènes (C30)) et lorsqu'ils contiennent de l'oxygène, ils sont appelés terpénoïdes (figure10) (Silva *et al.*, 2019 ; Huang et Osbourn, 2019).

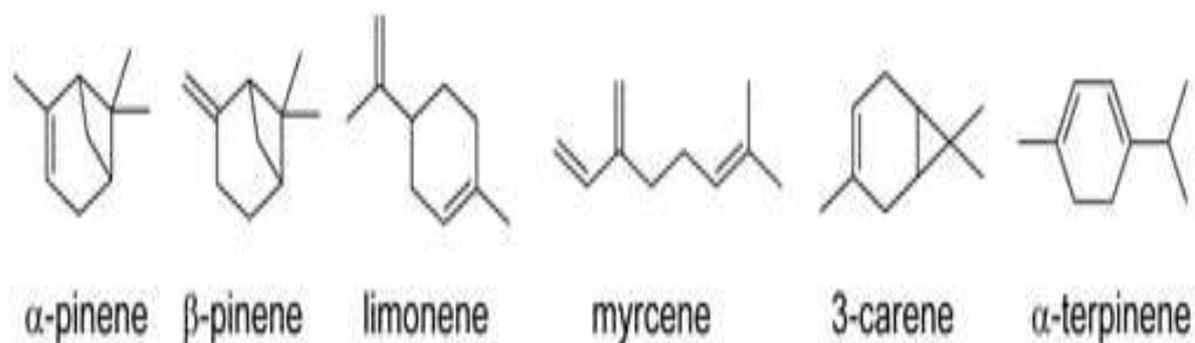


Figure 10 : Structures chimiques de certains terpènes communs (Troost *et al.*, 2019).

7.2.3. Les composés phénoliques

Les composés phénoliques sont des métabolites secondaires des plantes ayant des propriétés antioxydantes (Ganesan et Xu, 2017). Cette dernière dépend de la structure de leurs groupes fonctionnels où ils comportent au moins un cycle phénol (Hussain *et al.*, 2016).

Les composés phénoliques sont impliqués dans le système défensif en incluant une protection contre les rayons ultraviolets, les agents pathogènes, les parasites et les prédateurs (Brglez *et al.*, 2016).

Ces composés sont intégrés dans l'alimentation humaine et proviennent de plantes comme les fruits, les légumes, les céréales et le café (Fraga *et al.*, 2019).

7.2.3.1. Classification

a. Les flavonoïdes

Ils sont structurellement basés sur un squelette à 15 atomes de carbone d'un cycle chromane attaché à un deuxième cycle aromatique (figure 11) (Fraga *et al.*, 2019).

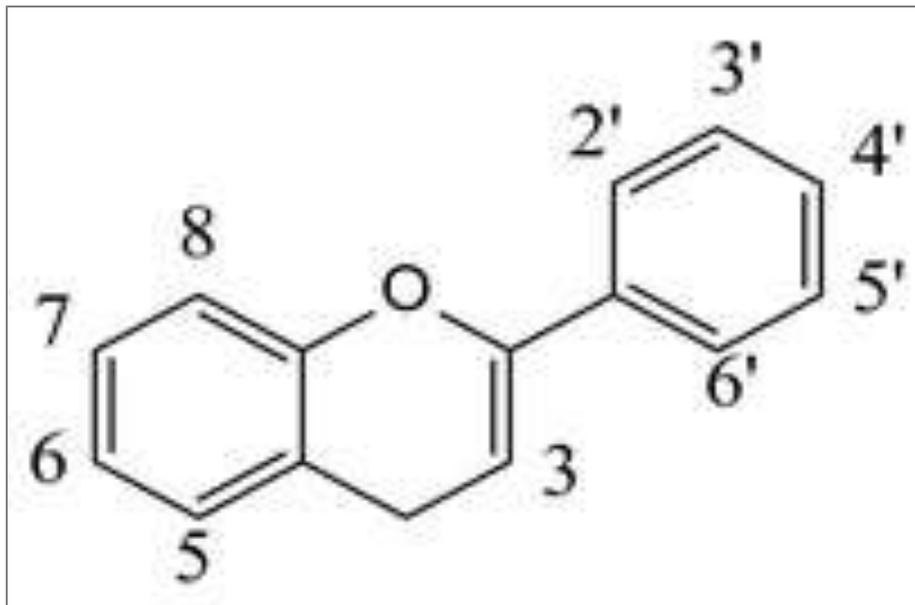
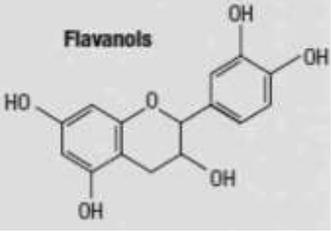
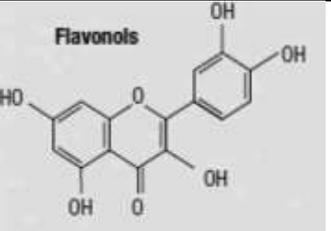
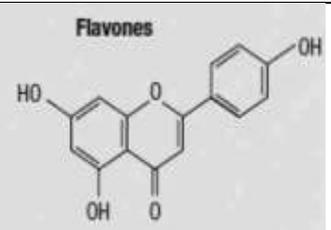
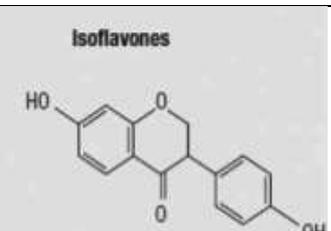
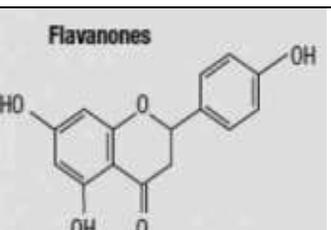
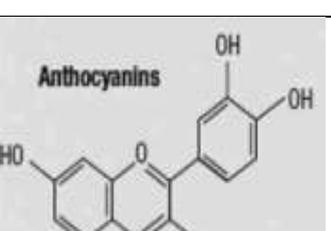


Figure 11 : structure de base des flavonoïdes (Fraga *et al.*, 2019).

Les flavonoïdes peuvent être subdivisés en plusieurs classes dont les plus importantes sont : flavones, isoflavandiols, flavanols, flavondiols, aurones, chalcones, anthocyanins (Munawar *et al.*, 2017).

Les principales classes des flavonoïdes sont représentées dans le tableau 04 suivant : (Richard *et al.*, 2014 ; Brglez *et al.*, 2016 ; Moosavi *et al.*, 2016).

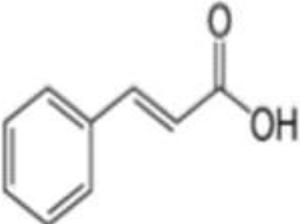
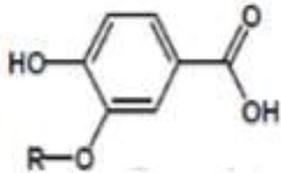
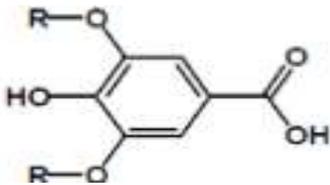
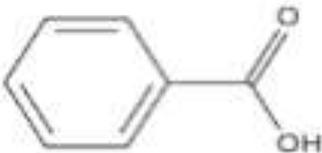
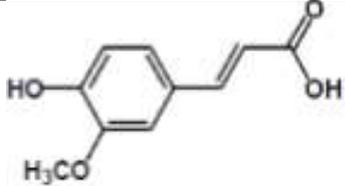
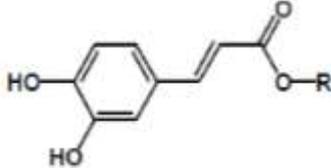
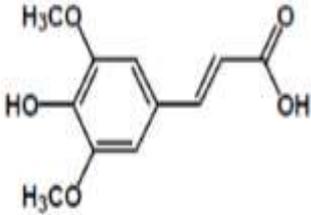
Tableau 04 : Les principales classes des flavonoïdes

Classes	Structure	Origine	Principales molécules
Flavanol		fruits, cacao, thé	<ul style="list-style-type: none"> • Catéchines • Gallocatéchines • Proanthocyanidines
Flavonol		Oignons, brocolis, tomate, thé	<ul style="list-style-type: none"> • Kaempférol, • Quercétine • Myricétine
Flavone		Tisanes, plantes aromatiques	<ul style="list-style-type: none"> • Apigénine, • Lutéoline
Isoflavone		Soja, légumineuses	<ul style="list-style-type: none"> • Daïdzéine, • Génistéine
Flavanone		Agrumes	<ul style="list-style-type: none"> • Naringénine • Eriodictyol • Herpéretteine,
Anthocyane		Baies, fruits rouges, vin	<ul style="list-style-type: none"> • Cyanidine, • malvidine • delphinidine

b. Acides phénoliques

Le terme d'acide phénolique peut s'appliquer à tous les composés organiques possédant au moins une fonction carboxylique et un hydroxyle phénolique. Ces composés se trouvent dans un certain nombre de plantes agricoles et médicinales ; ils se séparent en deux grands groupes distincts : les acides hydroxybenzoïques et les acides hydroxycinnamiques (Brglez *et al.*, 2016 ; Munawar *et al.*, 2017).

Tableau 05 : Structures et classification de quelques acides phénoliques (Munawar *et al.*, 2017 ; Trabsa, 2018).

Classe	Acide phénolique	Structure
<p>Acide cinnamique</p> 	<p>Acide vanillique (R = OCH₃) Acide Protocatechuique (R = H)</p>	
	<p>Acide gallique (R = H) Acide syringique (R = OCH₃)</p>	
<p>Acide benzoïque</p> 	<p>Acide férulique</p>	
	<p>Acide caféique (R = H) Acide chlorogénique (R = 5quinonyl)</p>	
	<p>Acide sinapique</p>	

c. Les tanins

Les tanins sont des substances phénoliques polymériques d'une masse moléculaire comprise entre 500 et 3000 Daltons, d'origine végétale existant dans toutes les parties de la plante : l'écorce, le bois, les feuilles, les fruits et les racines à différentes concentrations. Ils sont dotés d'un pouvoir astringent et sont capables de se lier aux protéines en solution et les précipiter ce qui leur confère la propriété de tanner la peau (Brglez *et al.*, 2016 ; Vandi *et al.*, 2016).

Les tannins sont divisés en deux groupes distincts :

- **Les tanins condensés** : appelés aussi procyanidines ou proanthocyanidines, se sont des composés qui ne possèdent pas de sucre dans leur molécule et leur structure est voisine de celle des flavonoïdes (figure12) (Vandi *et al.*, 2016).
- **Les tanins hydrolysables** : sont des oligo- ou des polyesters d'un sucre qui est très généralement le glucose et d'un nombre variable de molécules d'acide phénol qui est soit l'acide gallique dans le cas des tanins galliques, soit l'acide hexahydroxydiphénique (HHDP) et ses dérivés d'oxydation dans le cas des tanins ellagiques (figure12) (Benyahia, 2017).

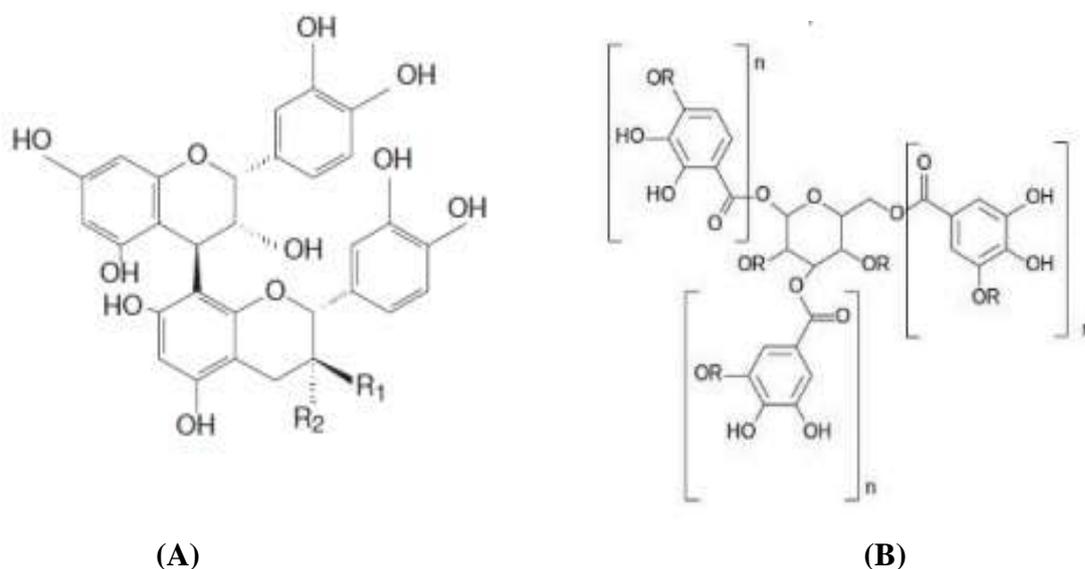


Figure 12 : (A) Structure chimique d'un tanin condensé (Benyahia, 2017) ; (B) structure chimique d'un tanin hydrolysable (Brglez *et al.*, 2016).

Chapitre : 2
plante étudiée
Hyoscyamus niger

1. Généralités sur les plantes médicinales

Le terme de phytothérapie provient du grec phyton ("plante") et therapeia ("traitement") ; elle est considérée comme la plus ancienne forme de soins de santé connue de l'humanité. Les herbes ont été utilisées par toutes les cultures à travers l'histoire (Al-Snafi, 2018). Cette pratique est ancestrale et répandue dans le monde entier (Chabosseau et Derbré, 2016).

Les remèdes naturels et surtout les plantes médicinales ont été pendant longtemps le principal, voire l'unique recours de la tradition orale pour soigner les pathologies (Haddouchi *et al.*, 2016). De ce fait, les plantes sont considérées comme des ressources importantes pour les chercheurs pour prouver et développer de nouveaux médicaments (Jahanban-Esfahlan *et al.*, 2017).

L'Algérie possède un riche patrimoine d'agro-ressources médicinales utilisées traditionnellement pour le traitement de nombreuses maladies, telles que les maladies cardiovasculaires, le diabète, le stress oxydant ... (Hammiche *et al.*, 2013).

2. Famille des Solanacées

La famille des Solanacées est l'une des familles les plus diversifiées et les plus complexes des Angiospermes, du fait du grand nombre d'espèces qu'elle comporte (environ 2500 dont 100 genres) (Fadl Almoulah *et al.*, 2017).

Les solanacées sont des plantes herbacées, arbres, arbustes ou lianes largement répandus dans les régions tropicales des deux hémisphères, très bien représentées dans l'Amérique du sud et tropicale, moins nombreuses dans les régions tempérées (Judd *et al.*, 2002).

Les plantes de cette famille présentent une grande variété de métabolites secondaires avec différentes activités biologiques, ce qui les rend très importantes du point de vue économique, agricole et pharmaceutique (Fadl Almoulah *et al.*, 2017).

3. Genre *Hyoscyamus*

Le genre *Hyoscyamus* appelé aussi jusquiame, fait partie des plantes toxiques les plus connues de la famille des Solanacées (Burrows et Tyrl, 2013). Ce genre est une réserve importante de plantes médicinales dont l'utilisation remonte à l'histoire ancienne. La jusquiame comporte une vingtaine d'espèces réparties dans le bassin méditerranéen, l'Afrique du Nord et l'Asie occidentale (Jouzier, 2005).

Les espèces de ce genre mesurent généralement de 30 à 100 cm de hauteur dont les plus étudiées sont la jusquiame noire (*Hyoscyamus niger*), jusquiame blanche (*Hyoscyamus albus*), jusquiame d’Egypte (*Hyoscyamus muticus*) (Mahfouze et Ottai, 2011).

Ces espèces ont fait l’objet de plusieurs études grâce à leurs effets thérapeutiques ainsi que leur phytochimie (Mahfouze et Ottai, 2011).

4. Plante étudiée : *Hyoscyamus niger*

4.1. Historique

La jusquiame noire a été utilisée comme un médicament depuis les derniers siècles ; les thérapeutes dans le passé étaient plus familiers avec cette plante.

- Quelques vertus de l’*Hyoscyamus niger* ont été enregistrées au Xe siècle et il a été connu comme *Jusquiasmus*
- *Hyoscyamus niger* est cultivé aux États-Unis au XVIIe siècle en tant que plante médicinale et ornementale
- *Hyoscyamus niger* a été supprimé de la pharmacopée britannique au cours de 1746-1788 et a été enregistré à nouveau en 1809 (Alizadeh *et al.*, 2014).
- La graine est inscrite à la Pharmacopée française en 1975 (Jouzier, 2005).

4.2. Habitat

La jusquiame noire pousse mieux dans les sols sableux ou limoneux bien drainés à fertilité modérée. Elle ne tolère pas les sols gorgés d’eau ; elle est répartie dans le bassin méditerranéen (Jouzier, 2005), et l’Afrique du Nord (Algérie, Maroc, Tunisie). Cette espèce est distribuée également dans presque toutes les régions de l’hémisphère nord, en Europe (Belgique, République tchèque, Allemagne...) en Asie (Géorgie, Chine, Japon, Iran, Iraq, Liban, Turquie...) et même en Amérique du Nord (États-Unis) (Alizadeh *et al.*, 2014 ; Al-Snafi, 2018).

4.3. Description

C’est une plante herbacée également connue sous le nom de la jusquiame commune ou la morelle. Peut-être annuelle ou bisannuelle et elle peut atteindre trois pieds de haut. Elle se reproduit uniquement par la production de graines ; elle est caractérisée par (figure 13) :

- des tiges dressées, feuillues, épaisses, grossières et largement ramifiées.

- Les feuilles sont alternes, oblongues à ovales, de couleur vert grisâtre, avec une nervure médiane blanc crème. Le feuillage est couvert de poils fins et collants et dégage une odeur nauséabonde.
- Des fleurs sont en forme d'entonnoir velu à cinq lobes, de teinte jaune sale veinée de violet et d'un pourpre noirâtre à la gorge. Les fleurs sont observées de juin à septembre, mais les fleurs de forme annuelle sont en juillet ou août et les fleurs bisannuelles sont en mai et juin.
- Le fruit de la plante est en forme d'ananas apparaissent après la floraison. La jusquiame noire produit de 10 000 à 500 000 graines par plante.
- Racine : Grande racine pivotante blanchâtre, ramifiée et charnue (Pudersell, 2006 ; Alizadeh *et al.*, 2014).

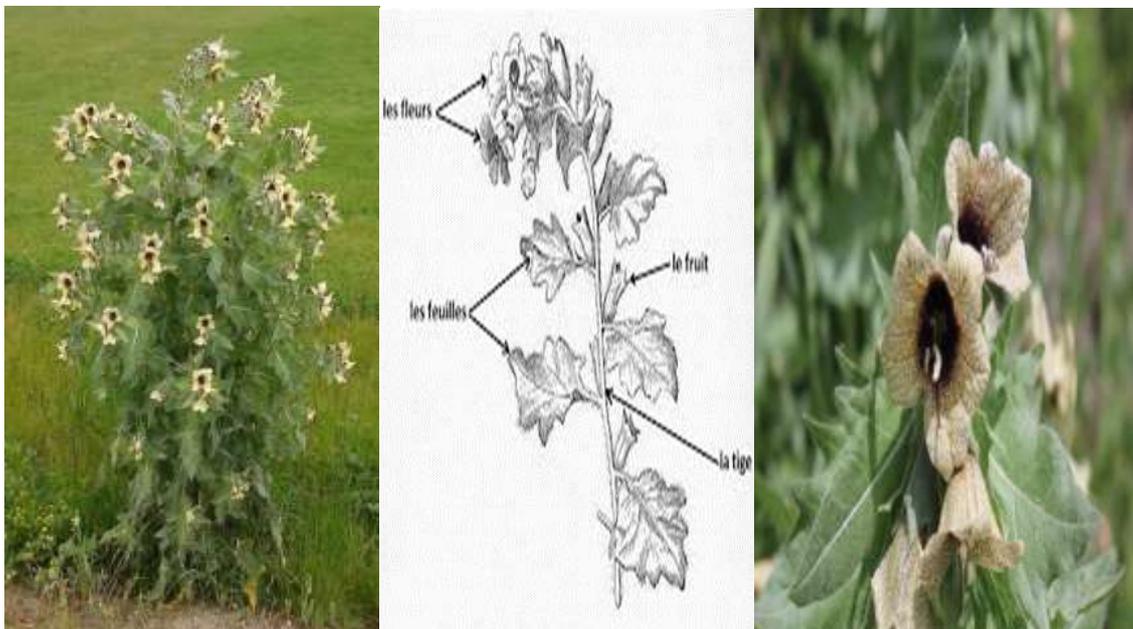


Figure 13 : Aspect morphologique de *Hyoscyamus niger* (Tahireh *et al.*, 2017).

4.4. Classification botanique

La classification de la plante *Hyoscyamus niger* est présentée dans le Tableau 06

Tableau 06 : Classification botanique de *Hyoscyamus niger* (Alizadeh *et al.*, 2014 ; Al-Snafi, 2018)

Rang taxonomique	Nomenclature
Règne	Plantae
Superdivision	Embryophyta
Division	Tracheophyta
Subdivision	Spermatophytina
Classe	Magnoliopsida
Ordre	Solanales
Famille	Solanaceae
Genre	<i>Hyoscyamus</i>
Espèce	<i>Hyoscyamus niger</i>

4.5. Noms vernaculaires de *Hyoscyamus niger*

Les noms vernaculaires de *Hyoscyamus niger* sont représentés dans le tableau 07.

Tableau 07 : Noms vernaculaires de *Hyoscyamus niger* (Hammiche *et al.*, 2013).

Nom scientifique	<ul style="list-style-type: none"> <i>Hyoscyamus niger</i>
Nom français	<ul style="list-style-type: none"> Jusquiame noire
Nom anglais	<ul style="list-style-type: none"> Black henbane
Nom arabe	<ul style="list-style-type: none"> Bounajrouf Sikran
Nom berber	<ul style="list-style-type: none"> Tesker

4.6. La toxicité

Hyoscyamus niger est une plante toxique en raison de sa teneur en alcaloïdes et elle peut être mortelle. Les intoxications accidentelle sont rares car, la plante est très velue, le fruit peu attirant et l'odeur est désagréable. L'ingestion d'une dose élevée entraîne des symptômes suivants : Mydriase, tachycardie, agitation, convulsions et coma, bouche sèche, soif, trouble de la parole, dysphagie, peau chaude, rougeur, pyrexie, nausées, vomissements, maux de tête, rétention urinaire, distension de la vessie... (Goullé *et al.*, 2004 ; Pokorny et Mangold, 2010 ; Alizadeh *et al.*, 2014).

4.7. Usages traditionnels

Hyoscyamus niger a une très longue histoire d'utilisation comme plante médicinale. Elle est utilisée pour le traitement des douleurs dorsales et les crampes musculaires, les atteintes oculaires, les mycoses, les pédiculoses (Maiza *et al.*, 2006).

Il est également utiliser pour le traitement des troubles mentaux, la manie épileptique, paralysie... (Al-Snafi, 2018).

L'huile des graines est utilisée pour le traitement des douleurs névralgiques, dentaires et rhumatismales (Hajipoor *et al.*, 2015).

Hyoscyamus niger est un parasympatholytique léger avec des propriétés sédatives marquées. Il est employé comme antispasmodique, antiasthmatique, analgésique local, et antiparkinsonien ; la jusquiame noire est utilisée également comme bronchodilatateur, anti sécrétoire et anti-diarrhéique (Hammiche *et al.*, 2013 ; Alizadeh *et al.*, 2014).

4.8. Composition chimique

La jusquiame est utilisée en médecine traditionnelle car elle renferme de nombreux principes actifs. Elle est caractérisée du point de vue phytochimique par sa richesse en alcaloïde (0,2 à 0,5 %) majoritairement sous forme de l'hyoscyamine mais également sous forme d'atropine et de scopolamine. La L-hyoscyamine et l'atropine représentent 67 % des alcaloïdes totaux de la plante sèche, et la scopolamine 33 % (Goullé *et al.*, 2004).

La feuille de la jusquiame est particulièrement riche en matière minérale qui atteint 20%. Par ailleurs, la plante contient 15 à 20% d'huile (Hammiche *et al.*, 2013).

*Deuxième partie:
Partie expérimentale*

Matériel et méthodes

1. Objectif

L'objectif de notre travail est l'évaluation du pouvoir antioxydant des extraits riches en acides gras de la partie aérienne de *Hyoscyamus niger*

L'étude a été réalisée au niveau des laboratoires de la faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Sciences de la Terre et de l'Univers, Université Abou-Bakr-Belkaïd Tlemcen. Elle comporte deux parties :

Partie 1 : préparation des extraits hexanique, chloroforme-méthanol et étherique (éther de pétrole) à partir de la partie aérienne de *Hyoscyamus niger*

Partie 2 : évaluation de l'activité antioxydante des extraits obtenus par deux méthodes :

- Réduction du fer : Ferric reducing antioxidant power (FRAP)
- Test de blanchiment du β -carotène

2. Matériel végétal

Notre étude a été réalisée sur la partie aérienne (feuilles, fleurs et tiges) de *Hyoscyamus niger*, une plante de la famille des solanacées, qui a été récoltée au mois de juin 2019 à la commune d'Ain-fezza, willaya de Tlemcen (Figure14).

Après la récolte, les feuilles ont été lavées soigneusement à l'eau courante afin de les débarrasser de la poussière et autres particules, séchées à l'abri de l'humidité et de la lumière du soleil pendant une semaine, ensuite broyées à l'aide d'un broyeur électrique jusqu'à l'obtention d'une poudre (figure 14). Cette dernière a été conservée dans des flacons fermés et étiquetés et mise à l'abri de la lumière en attendant d'être analysée.



Figure 14: photographie personnelle de la partie aérienne de *Hyoscyamus niger*

"A et B " montrent la plante fraîche, "C " la poudre obtenue après broyage.

3. Extraction par soxhlet

3.1. Extrait hexanique

Dans un système conventionnel de Soxhlet, 26g de la matière végétale est placé dans une cartouche poreuse. Le solvant (250 ml du n-hexane), contenu dans le ballon, est porté à ébullition, ce qui le transfère dans la partie supérieure. Là, il est condensé grâce à un réfrigérant situé en haut de l'installation et s'accumule autour et à l'intérieur de la cartouche (figure 15).

L'extraction s'effectue jusqu'à ce que la totalité des métabolites solubles dans l'hexane soit extraite et se retrouve dans le solvant. L'extraction se fait pendant 6 heures.



Figure 15: Montage d'extraction par l'appareil de Soxhlet

La séparation du solvant de l'extrait est faite à l'aide d'un évaporateur rotatif (figure 16).



Figure 16 : (A) l'appareil rotavapor, (B) l'extrait obtenu après l'évaporation

(Photos prises aux laboratoires de biochimie)

3.2. Extraits, chloroforme-méthanol et éther de pétrole

La poudre de la plante obtenue après l'extraction hexanique est récupérée pour réaliser les deux autres extractions. Ces dernières se font en suivant le même protocole d'extraction par soxhlet ; la différence concerne les solvants utilisés et qui sont le mélange chloroforme/méthanol (1/2 ; V/V) et l'éther de pétrole.

L'extraction est suivie d'une évaporation afin de récupérer les différents extraits.

3.3. Le rendement en extrait sec

Le rendement en extrait sec est déterminé par le rapport entre le poids de l'extrait sec déjà calculé (en gramme) sur le poids du matériel végétal utilisé pour l'extraction en gramme. Le rendement est calculé par rapport à 100 grammes de la matière végétale sèche.

$$R\% = m / m_0 \times 100$$

- ❖ R : rendement exprimé en %.
- ❖ m : masse en gramme de l'extrait sec récupéré.
- ❖ m₀ : masse en gramme du matériel végétal sec pour chaque extrait.

4. Évaluation de l'activité antioxydante

4.1. Test du pouvoir réducteur du fer : FRAP (Ferric reducing antioxidant power)

a. Principe

Le pouvoir réducteur d'un extrait est associé à son pouvoir antioxydant. Cette technique a été développée pour mesurer la capacité des extraits des plantes à réduire le fer ferrique (Fe³⁺) présent dans le complexe de ferricyanure de potassium (K₃Fe(CN)₆) en fer ferreux (Fe²⁺).

Le fer ferrique initialement jaune, se réduit et devient bleu ou vert en présence d'un donneur d'électron. L'absorbance du mélange réactionnel à 700 nm est proportionnelle au pouvoir réducteur des extraits testés (Habibou *et al.*, 2019).

b. Solutions à préparer :

- ❖ Solution tampon de phosphate 0,2M ; pH = 6,6
- ❖ Solution de ferricyanure de potassium $K_3Fe(CN)_6$ à 1%
- ❖ Solution de l'acide trichloracétique TCA à 10%
- ❖ Solution aqueuse de chlorure ferrique $FeCl_3$ à 0,1%

c. **Mode opératoire** : le protocole suivi est celui de (Karagözler et *al.*, 2008)

La figure 17 schématise les étapes du test FRAP. Pour ce test l'acide ascorbique est utilisé comme molécule antioxydante de référence.

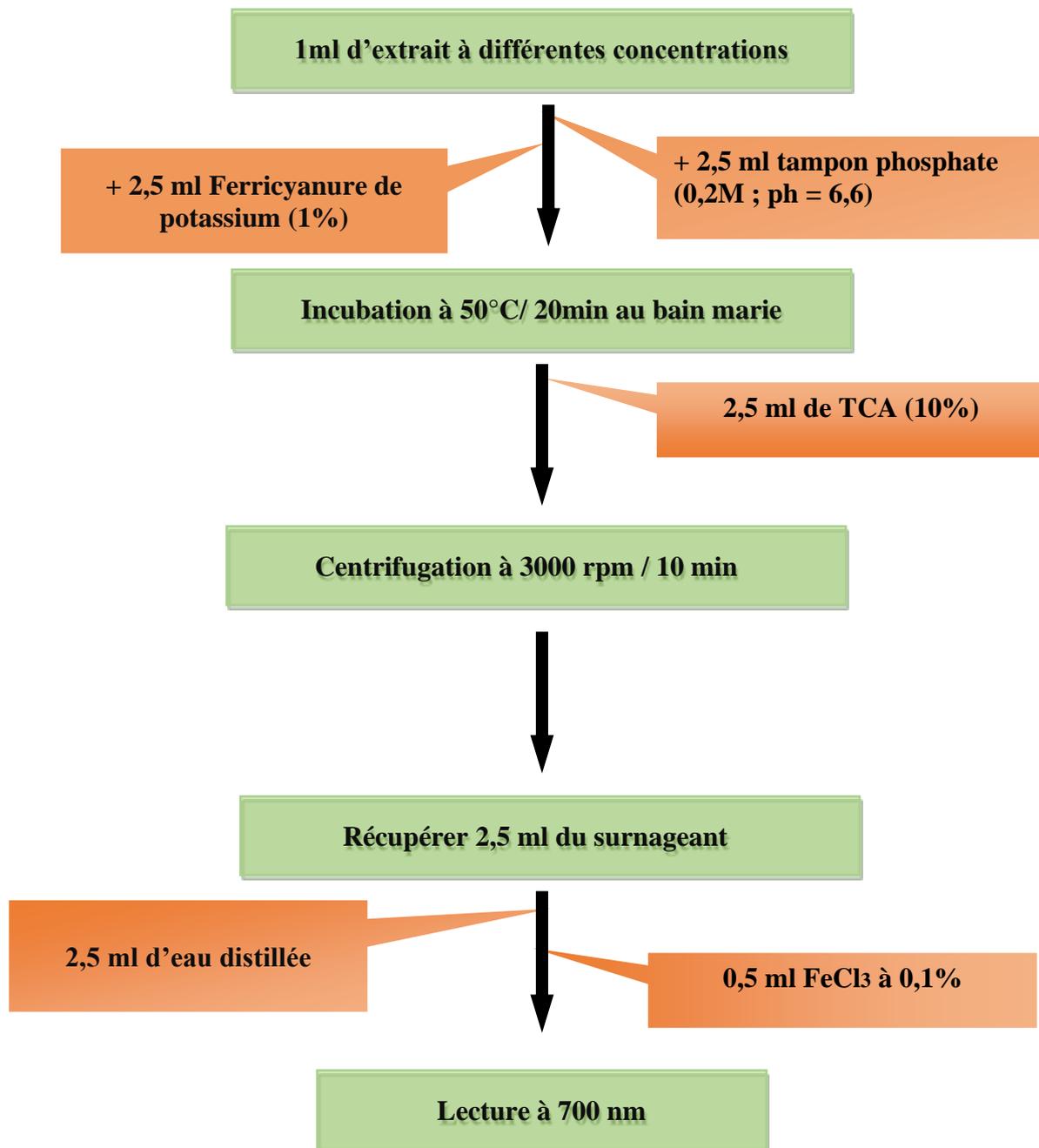


Figure 17 : Protocole d'évaluation du pouvoir réducteur des extraits de *Hyoscyamus niger*.

4.2. Test de blanchiment du β -carotène

a. Principe

C'est une méthode colorimétrique basée sur la capacité des extraits à inhiber le blanchiment de β -carotène. Cette décoloration résulte de l'oxydation du β -carotène par les produits hydroperoxydes formés durant l'oxydation de l'acide linoléique sous l'action thermique (Merouane *et al.*, 2014).

L'oxydation de l'acide linoléique génère des radicaux peroxydes, ces radicaux libres vont par la suite oxyder le β -carotène entraînant ainsi la disparition de sa couleur rouge, qui est suivie par spectrométrie à 470 nm. Cependant la présence d'un antioxydant pourrait neutraliser les radicaux libres dérivés de l'acide linoléique et donc prévenir l'oxydation et le blanchiment du β -carotène (Harrar, 2018).

b. Mode opératoire

Le protocole suivi est celle de (Ksouri *et al.*, 2019) avec quelques modifications

- Préparation des dilutions des extraits solubilisés dans l'éthanol à différentes concentration : 0,375 ; 0,75 ; 1,25 ; 2,5 ; 5 mg/ml
- Préparation de blanc : 200mg de Tween 40 et 20 mg de l'acide linoléique sont dissous dans 50 ml d'eau distillé saturée en oxygène.
- Préparation de l'émulsion : 2 mg de β -carotène sont solubilisées dans 10 ml de chloroforme ; 1 ml de la solution obtenue est introduit dans un bécher contenant 200 mg de Tween 40 et 20 mg de l'acide linoléique. Après évaporation de chloroforme au bain marie à 40°C un volume de 50 ml d'eau distillée saturée en oxygène est ajouté au mélange.
- 2 ml de l'émulsion est mélangé avec 100 μ l de la solution des extraits , la lecture se fait à 470 nm contre le blanc préparé après 120min d'incubation au bain marie.
- le contrôle négatif est représenté par une solution contenant 2 ml de l'émulsion et 100 μ l de l'éthanol. La lecture de l'absorbance se fait à T_0 et à T_{120} .
- La lecture de DO de contrôle à T_0 (470nm)
- Incubation au bain marie à 50°C pendant 120 min
- La lecture de l'absorbance de tous les tubes à T_{120} (Ksouri, A et al., 2019)

Remarque : le même protocole est suivi en remplaçant l'extrait par la molécule de référence qui est le BHT.

L'activité antioxydante (%) des extraits est évaluée en termes d'inhibition de blanchiment de β -carotène en employant la formule suivante :

$$I \% = ((A_{A(120)} - A_{c(120)}) / (A_{c(0)} - A_{c(120)})) \times 100$$

AA (120) : représente l'absorbance en présence de l'extrait (antioxydants) à 120 min.

AC (0) : représente l'absorbance du contrôle à 120 min.

AC (120) : représente l'absorbance du contrôle à 0 min.

*Résultats et
interprétation*

1. Rendement des extraits de *Hyoscyamus niger*

Après l'extraction, les extraits séchés sont récupérés et les rendements sont calculés ; le rendement a été déterminé par rapport à 100 g de matériel végétal sec, les résultats ont été exprimés en pourcentage massique (p/p).

Le tableau (08) résume les caractéristiques ainsi que le rendement de chaque extrait.

Tableau 08 : Rendements, aspects et couleurs des extraits de *Hyoscyamus niger*

Extrait	Couleur	Aspects	Rendement (%)
Hexanique	Marron-verdâtre	Huileux	4,1%
Chloroforme-méthanol	Marron-verdâtre	Pâteux	7,58%
Ether de pétrole	Vert	Huileux	Non déterminé

A la lumière de ces résultats on constate que l'extrait chloroformique-méthanolique (E chlo/meth) récupéré sous forme pâteux a donné un rendement appréciable qui est de 7,58%, tandis que l'extrait hexanique marque un rendement plus faible qui est de 4,1%. Les rendements d'extraction obtenus dépendent du solvant d'extraction.

2. Evaluation de l'activité antioxydante

L'activité antioxydante des extraits de *Hyoscyamus niger* a été évaluée par deux méthodes différentes : le test du pouvoir réducteur du fer (FRAP) ainsi que le test du blanchiment de β -carotène.

2.1. Test du pouvoir réducteur du fer (FRAP)

Les résultats de la capacité des extraits de *Hyoscyamus niger* et du standard (acide ascorbique) à réduire le fer en fonction de la concentration sont représentés dans la figure (18).

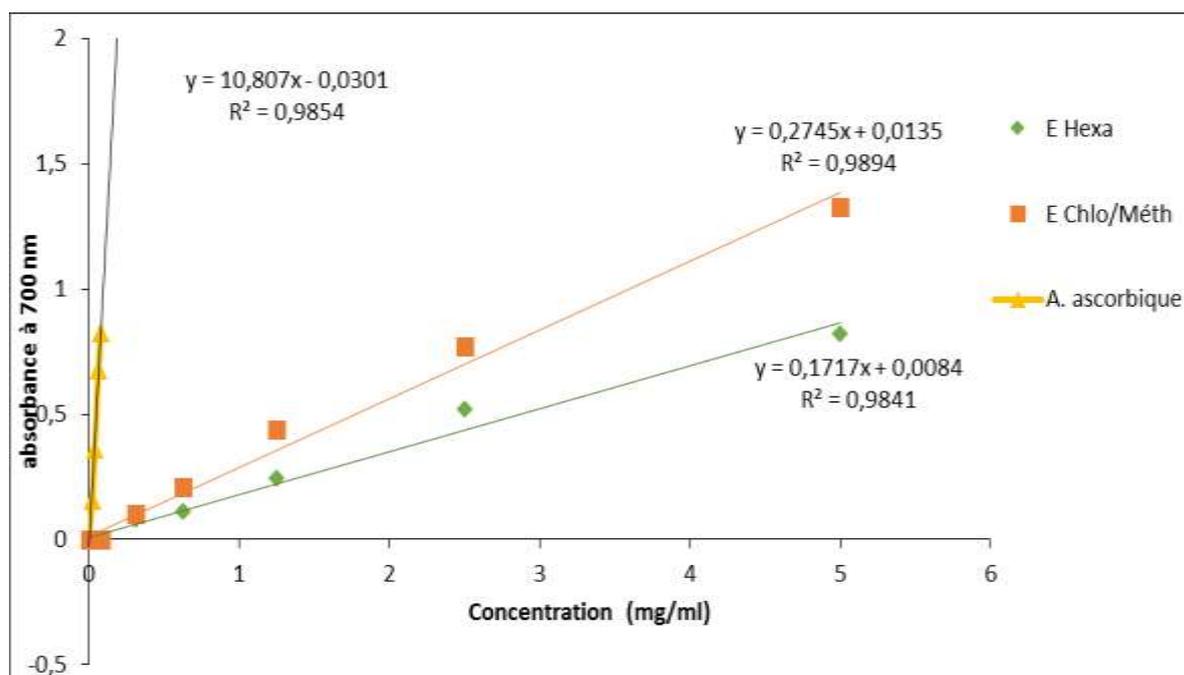


Figure 18 : Représentation graphique du pouvoir réducteur des extraits (hexa ; chlo/méth) de la partie aérienne de *Hyoscyamus niger* et de l'acide ascorbique

D'après les graphes, on remarque que le pouvoir réducteur des différents extraits de la plante *Hyoscyamus niger* et du standard est concentration dépendante. En effet il augmente avec l'augmentation de la concentration.

Cette augmentation est très considérable pour l'extrait chloroforme-méthanol (E chlo/méth) qui a atteint, à une concentration de 5 mg/ml, le pouvoir réducteur du fer le plus élevé (DO= 1,328 nm), à la même concentration, l'extrait hexanique (E hexa) révèle un pouvoir réducteur moins faible (DO=0,82nm).

L'acide ascorbique employé dans cette méthode comme un contrôle positif, a montré un pouvoir réducteur plus élevé en utilisant les mêmes concentrations.

Cette même activité antioxydante (réduction du Fer) est estimée par la concentration efficace (EC50) déterminé graphiquement et qui correspond à une absorbance de 0.5 à 700 nm.

Les résultats ainsi obtenus sont représentées dans le graphe suivant :

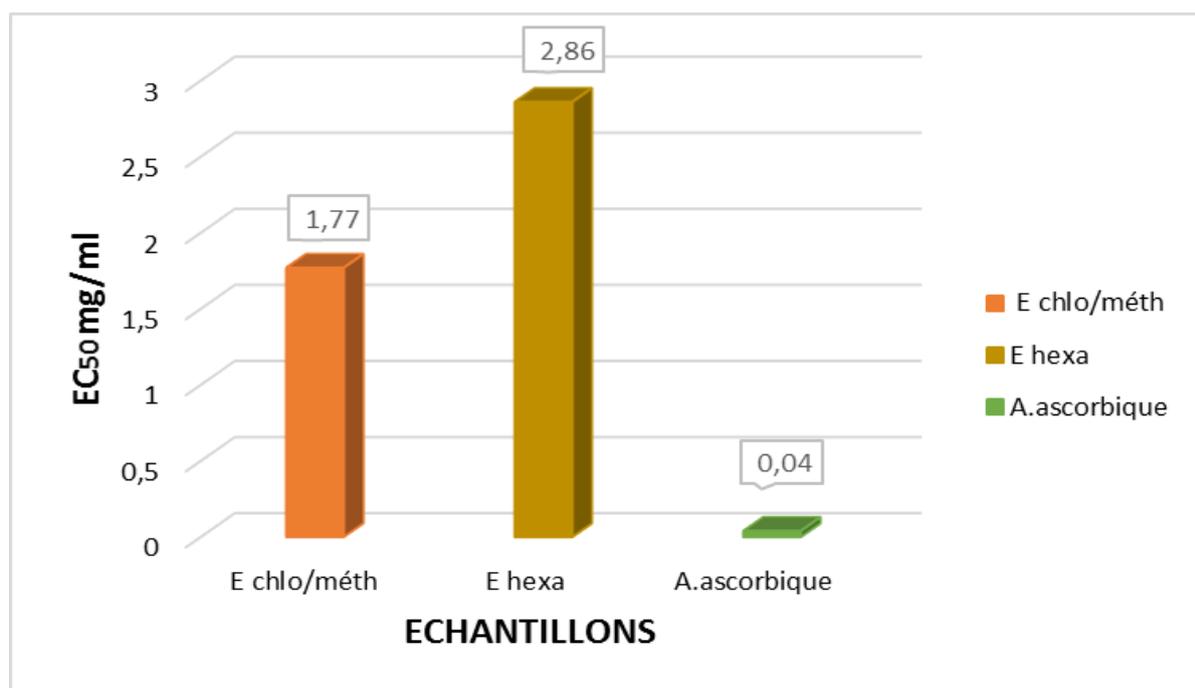


Figure 19 : représentation graphique de EC₅₀ des extraits (chlo/méth ; hexa) de *Hyoscyamus niger* et l'acide ascorbique.

EC₅₀ est inversement lié à la capacité antioxydante d'un composé, car il exprime la quantité d'antioxydants requise pour diminuer la concentration du radical libre de 50%. Plus la valeur d'EC₅₀ est basse, plus l'activité antioxydante d'un composé est élevée (Pokorny *et al.*, 2001).

L'analyse des graphes, après la comparaison des EC₅₀ des différents extraits et de l'acide ascorbique (antioxydant de synthèse), révèle que l'extrait (chlo/méth) possède une EC₅₀ de 1,77mg/ml largement inférieur à celle de l'extrait hexanique 2,86 mg/ml, par conséquent une meilleure activité antioxydante, mais ce qui reste très faible par rapport à l'acide ascorbique (EC₅₀ = 0,04 mg/ml).

2.2. Test du blanchiment de β -carotène

Le test d'activité de blanchiment de bêta-carotène a également été utilisé pour démontrer les propriétés antioxydantes des extraits de la partie aérienne de *Hyoscyamus niger*.

Dans ce test, l'oxydation de l'acide linoléique produit des radicaux libres dérivés de l'hydroperoxyde qui attaque les onze paires de doubles liaisons de la β -carotène, entraînant un blanchiment de la réaction d'émulsion. Un extrait capable de retarder ou d'inhiber l'oxydation du β -carotène peut être décrite comme un éliminateur de radicaux libres et un antioxydant primaire (Marmouzi *et al.*, 2015).

Pour la réalisation de ce test, une gamme de concentrations de 0,312 à 5 mg/ml a été choisie. Cette méthode a été mesurée spectrophotométriquement à 470 nm de la décoloration du β -carotène après son oxydation en présence de l'extrait hexanique ou de BHT (antioxydant de synthèse).

Les valeurs de DO obtenues ont permis de calculer les pourcentages d'inhibition de blanchiment du β -carotène, ces pourcentages ont permis de tracer des courbes ayant des allures linéaires (figure 20 et 21).

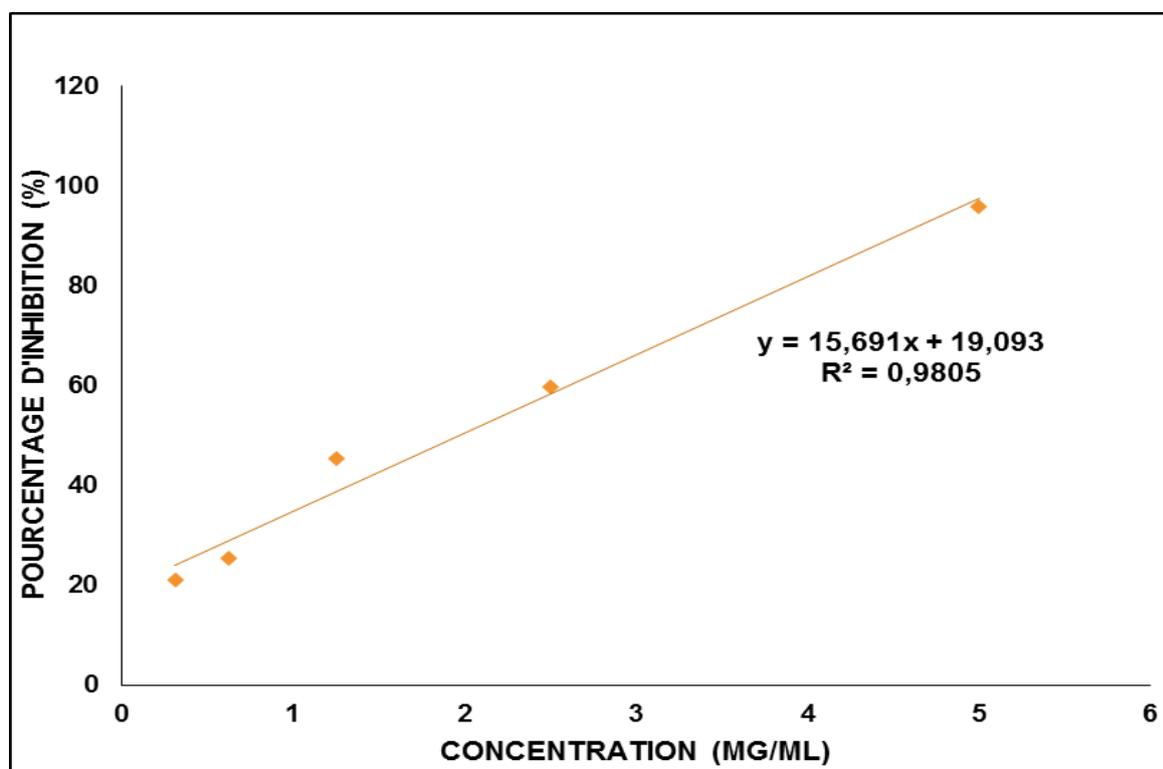


Figure 20 : Pourcentages d'inhibition de blanchiment du β -carotène en fonction des différentes concentrations de l'extrait hexanique.

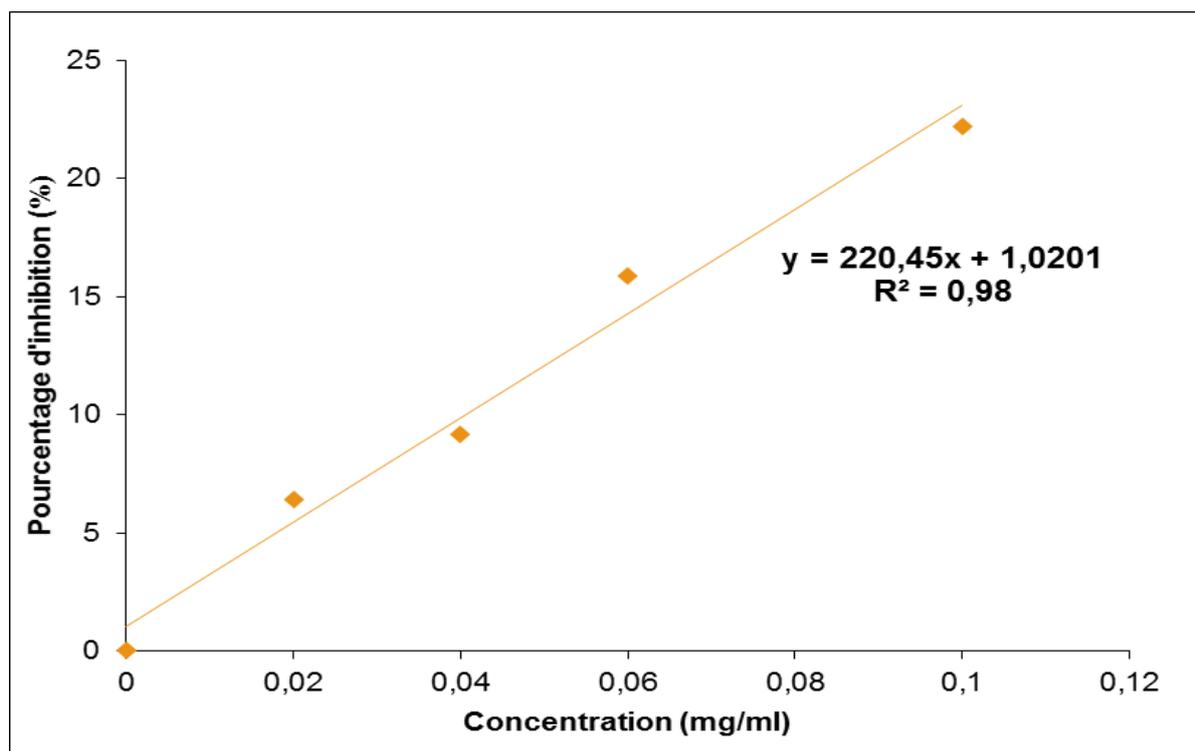


Figure 21 : Pourcentages d'inhibition de blanchiment du β -carotène en fonction des différentes concentrations de BHT

D'après les graphes, on constate que le pourcentage d'inhibition de l'oxydation du β -carotène est proportionnel à la concentration.

A une concentration de 0,312 mg/ml, l'extrait hexanique possède une faible capacité à piéger les radicaux libres, avec un pourcentage qui ne dépasse pas 21,05%, cette valeur est largement inférieur à celle de BHT qui a atteint un pourcentage d'inhibition de 22,17% à 0,1 mg/ml.

La capacité antioxydante de l'extrait hexanique et du BHT a été exprimée aussi par la détermination des CI_{50} , les valeurs sont représentées dans la figure (22).

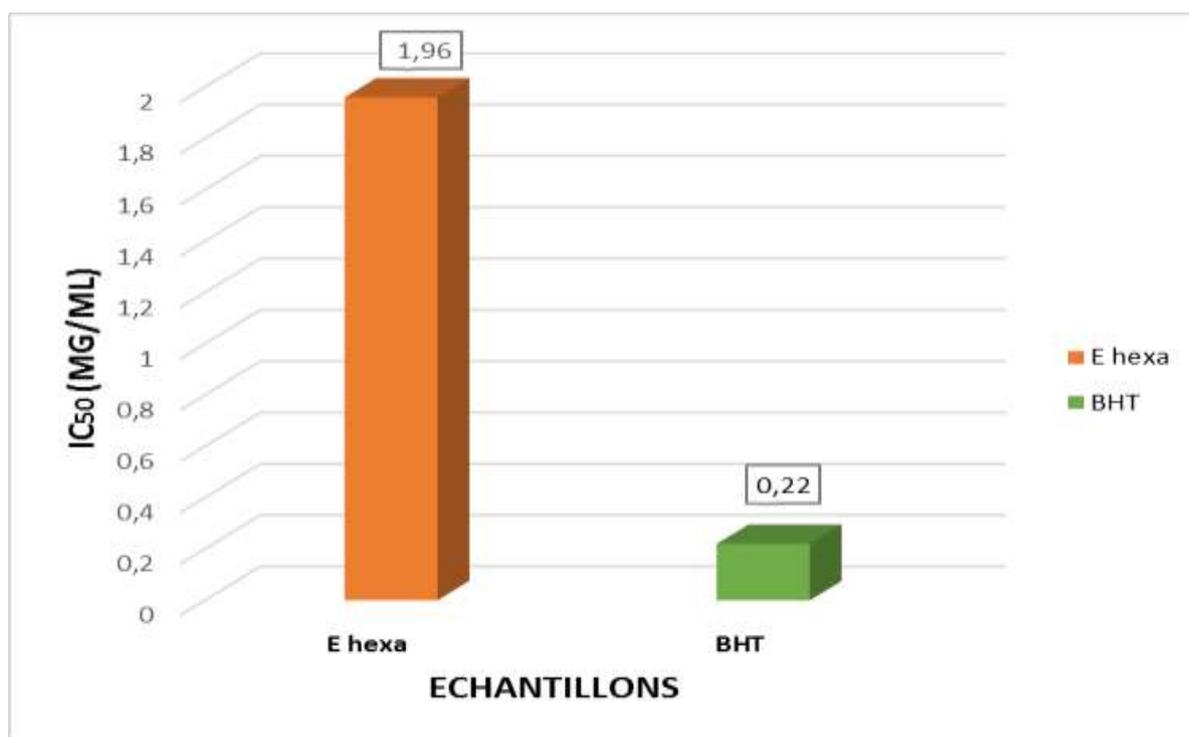


Figure 22 : représentation graphique des IC₅₀ de l'extrait hexanique de *Hyoscyamus niger* et du BHT

Les résultats obtenus montrent que le BHT possède une capacité antioxydante huit fois plus importante à celle de l'extrait hexanique avec des valeurs de 0,22 mg/ml et 1,96 mg/ml respectivement.

DISCUSSION

Ces derniers temps, l'évaluation des plantes médicinales pour leurs activités biologiques a augmenté considérablement en Algérie. Cela montre que les molécules isolées à partir des plantes médicinales sont certainement intéressantes pour être utilisées en thérapie alternative ou comme modèle pour la synthèse de nouvelles substances (Houghton, 2000).

L'objectif de ce travail est porté sur l'évaluation du pouvoir antioxydant des extraits riches en acides gras de la partie aérienne de *Hyoscyamus niger*.

Le rendement des extraits

Afin d'évaluer les effets biologiques de *Hyoscyamus niger*, nous avons procédé à des extractions sur la partie aérienne de la plante, et au calcul des rendements de chaque extrait.

Le rendement le plus important a été obtenu dans l'extrait chloroforme-méthanol (7,58%) suivi par l'extrait hexanique (4,1%). Cependant nos résultats restent meilleurs et loin d'être comparés à ceux de l'extrait hexanique (1,09%) et l'extrait chloroformique (1,99%) obtenus par extraction par soxhlet de *Hyoscyamus gallagheri*, selon Hossain *et al.*, (2019).

Cette variabilité du rendement des deux extraits peut être due à la période de la récolte, aux conditions et à la durée du stockage, ainsi qu'aux solvants utilisés. En effet, le choix des solvants d'extractions est basé sur leur faible polarité et leur capacité à extraire certaines molécules. L'extraction d'une molécule se fera toujours par solvant de même polarité. Les solvants polaires tels que l'eau, le méthanol, l'éthanol permettrons l'extraction de molécules polaires : phénols, alcaloïdes, protéines, acide aminés ; Les solvants apolaires comme l'hexane, le toluène, le chloroforme vont extraire les carbures, lipides, cires... (Tahouo, 2016).

Le mélange chloroforme / méthanol présente un fort pouvoir dissolvant pour une grande variété de lipides. Ce mélange est également capable de briser les membranes et de dénaturer les protéines (Patel *et al.*, 2018).

Dans le cas de l'extraction par soxhlet, plusieurs facteurs interviennent tels que : la nature du solvant, le temps d'extraction et le nombre de cycles nécessaires, le débit de condensation, le rapport du solvant matière végétale et le taux de remplissage de la cartouche (Herzi *et al.*, 2013).

Cette technique est retenue car elle favorise une extraction relativement complète des métabolites présents dans la matrice végétale (Chaouche, 2016).

Activité antioxydante

Pour la méthode de FRAP, nous avons remarqué une augmentation proportionnelle de la réduction du fer avec l'augmentation des concentrations des deux extraits de *Hyoscyamus niger*.

Comme nous avons pu le voir précédemment que les échantillons étudiés présentent une capacité réductrice du fer, nous pouvons les classer comme suit : extrait chloroforme/méthanol ($EC_{50}=1,77$ mg/ml), extrait hexanique ($EC_{50}=2,86$ mg/ml).

Ceci peut être relié aux résultats obtenus par Elsharkawy *et al.* (2018) qui ont montré que l'extrait méthanolique de la partie aérienne de *Hyoscyamus muticus* récoltée de la région du nord de l'Arabie saoudite présente une faible capacité réductrice (CE_{50} de 12,74 mg/ml) par rapport à celle de l'acide ascorbique ($EC_{50}= 0,095$ mg/ml).

Une étude réalisée par Guler (2011) a montré une capacité réductrice de l'ordre de ($EC_{50}= 2,58$ mg/ml) dans l'extrait méthanolique de la partie aérienne de *Hyoscyamus reticulatus* récoltée en juin 2010 à Konya, Turquie.

Les résultats obtenus par Guler (2011) ont démontré que les extraits et l'huile de *Hyoscyamus reticulatus* peuvent être utilisés comme source d'antioxydant naturel dans les industries alimentaires et pharmaceutiques.

Hajipoor *et al.* (2015) ont réalisé une étude sur des parties aériennes de *Hyoscyamus niger* et ils ont trouvé que la capacité réductrice de l'extrait méthanolique est de $377 \pm 1,21$ μ g/ml ; très faible par rapport à celle de butylhydroxytoluène (BHT) ($21 \pm 0,68$ μ g /ml) et de l'acide ascorbique ($4,8 \pm 0,32$ μ g / ml).

Selon Deghima (2015) et en étudiant le pouvoir réducteur de *Hyoscyamus albus*, les résultats montrent que les fleurs donnent une absorption maximale de 1,47, alors que les feuilles ne donnent que 0,49 (à une concentration de 5 mg/ml).

Le pouvoir réducteur des extraits de l'espèce *Hyoscyamus niger* est probablement dû à la présence des groupements hydroxyles qui peuvent servir comme donneur des électrons aux radicaux libres réactifs, les convertissant en espèces non-réactives. De même Quelques études antérieures ont également montré que le pouvoir réducteur d'un composé peut servir comme un indicateur significatif de son activité antioxydante potentielle (El-haci et Atik-Bekkara, 2011).

Par ailleurs l'évaluation de l'activité antioxydante par la technique de blanchiment du β -carotène montre que La plante présente une bonne activité avec une IC₅₀ de l'ordre de 1,96 mg/ml pour l'extrait hexanique mais ce qui reste largement inférieur à celle du standard BHT (IC₅₀=0,22 mg/ml).

Dans cette méthode, le β -carotène subit une décoloration rapide en absence d'antioxydants. La présence d'antioxydants tels que les composés phénoliques peuvent empêcher l'oxydation du β -carotène en neutralisant les radicaux libres produits par l'oxydation de l'acide linoléique (Chaouche *et al.*, 2016).

Selon Sourì et al (2010), les extraits méthanoliques de *Hyoscyamus niger* ont montré une activité antioxydante (IC₅₀ = 1,64 μ g/ml) par rapport à α -tocophérol (IC₅₀ = 0,60 μ g/ml), qui a été utilisé comme contrôle positif.

D'après Benhouda *et al.*, (2014) l'extrait méthanolique des feuilles de *Hyoscyamus albus* possède une forte capacité à piéger les radicaux libres, avec un pourcentage qui atteint (76,00%)

Une autre étude aussi réalisée par Benhouda *et al.*, (2014) montre que l'extrait chloroformique des feuilles de *Hyoscyamus albus* donne une bonne activité inhibitrice avec une valeur de IC₅₀ de l'ordre de 330,19 \pm 1,149 μ g / ml.

Dans la littérature, plusieurs études ont indiqué que l'huile de certaines espèces de solanacées pouvait être considérée comme une source d'AGPI (Guler, 2011)

La présence d'acides gras insaturés dans les membranes lipidiques, en particulier l'acide linoléique, les rend très sensibles aux réactions d'oxydation. L'inhibition de l'oxydation de l'acide linoléique pourrait être une bonne indication de l'activité antioxydante et a été largement utilisée (Sourì *et al.* , 2010).

Le degré de désaturation de la composition en acides gras de la plante est inversement lié à la température régnant pendant la maturation des graines. La proportion d'huile et les composants chimiques peuvent changer selon les parties de la plante, les périodes de maturation, les facteurs écologiques et la structure génétique (Karaman *et al.*, 2011).

Une supplémentation quotidienne en acides gras oméga 3 augmente de façon significative les concentrations en superoxyde dismutase, enzyme largement impliquée dans la lutte contre les radicaux libres produits par le stress oxydant. En outre, en diminuant les dysfonctionnements cellulaires liés au stress oxydant, les acides gras oméga 3 stabilisent le

potentiel électrique des myocytes et diminuent l'incidence des troubles du rythme des cellules cardiaques (Sagols *et al.*, 2010).

En reliant ces deux dernières informations avec les résultats obtenus, nous expliquerions les effets trouvés par la richesse de nos extraits en composés apolaires qui peuvent être des acides gras à différentes structures.

Ce travail reste préliminaire et mérite d'être reproduit en réalisant d'autres techniques antioxydantes et recherchant la composition des extraits testés afin de cibler une ou une conjugaison de molécules actives.

Conclusion

Conclusion

L'objectif de ce travail est l'évaluation de l'activité antioxydante des extraits riches en acides gras de la partie aérienne d'une plante médicinale de la famille des Solanacées à savoir la jusquiame noire (*Hyoscyamus niger*).

Les rendements obtenus sont de l'ordre de 4,1% et 7,58 % pour l'extrait hexanique, et l'extrait chloroforme/méthanol respectivement.

L'activité antioxydante des extraits de *Hyoscyamus niger* a été évaluée par deux techniques : la réduction du fer (FRAP) et le blanchiment du β -carotène. Pour la première technique, les résultats montrent que tous les extraits ont une capacité à réduire le fer qui augmente en fonction de la concentration dont on remarque que l'extrait chloroforme/méthanol ($EC_{50}=1,77$ mg/ml) a une activité plus élevée par rapport à l'extrait hexanique ($EC_{50}=2,86$ mg/ml).

Le blanchiment du β -carotène, montre une bonne activité avec une IC_{50} de l'ordre de 1,96 mg/ml pour l'extrait hexanique mais ce qui reste largement inférieur à celle du standard BHT ($IC_{50}=0,22$ mg/ml).

Ces résultats restent préliminaires et ne constituent bien évidemment qu'une première étape de recherche. Des études complémentaires, précises et approfondies, seraient nécessaires, dont les objectifs se résument dans les points suivants :

- ❖ Réalisation d'autres méthodes d'extraction par changement du solvant et le temps d'extraction
- ❖ Réalisation d'une étude phytochimique approfondie qui consiste à la purification, l'identification, et la caractérisation des principes actifs par des techniques chromatographiques et spectrales.
- ❖ Réalisation des Tests *in vitro* de l'activité antioxydante par d'autres méthodes ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity) TRAP (Total Radical-Trapping Antioxidant Parameter) et DPPH (2,2-diphényle-1-picrylhydrazyl)
- ❖ Réalisation des tests *in vivo* pour une meilleure évaluation de l'activité antioxydante de la plante utilisée
- ❖ Evaluation d'autres activités biologiques, dont l'activité antimicrobienne, antifongique, antidiabétique, antitumorale ... et autres
- ❖ Etudier la toxicité de cette plante.

*Références
bibliographiques*

A

- ❖ Adida, H., Benariba, N., Bechiri, A., Chekroun, E., & Djaziri, R. (2015). Étude phytochimique et évaluation du pouvoir antiradicalaire des extraits de *Pituranthos scoparius*. *Phytothérapie*, 14(4), 207–212.
- ❖ Alizadeh, A., Moshiri, M., Alizadeh, J., Balali-Mood M. Black henbane and its toxicity – a descriptive review. *Avicenna J Phytomed*, 2014 ; 4 (5) : 297-311
- ❖ Al-Snafi, E. (2018). Therapeutic importance of *Hyoscyamus* species grown in Iraq (*Hyoscyamus albus*, *Hyoscyamus niger* and *Hyoscyamus reticulatus*)-A review. *IOSR Journal of Pharmacy*, 8(6), 18-32.
- ❖ Apolinario, A., Damasceno, B., Beltrao, N., Pessoa, A., Converti, A., et SILVA, J. (2014). Inulin-type fructans : A review on different aspects of biochemical and pharmaceutical technology, *Carbohydrate Polymers*, Vol 101.

B

- ❖ Bedou, F. (2015). Etude phytochimique et activités biologiques de deux plantes médicinales sahariennes *Rumex vesicarius* L. et *Anvillea radiata* Coss. & Dur. Doctorat, Abou Bekr Belkaid, Tlemcen
- ❖ Belaïch, R., et Boujraf, S. (2016). Facteurs inflammatoires et stress oxydant chez les hémodialysés : effets et stratégies thérapeutiques. *Médecine Des Maladies Métaboliques*, 10(1), 38–42.
- ❖ Benattia, Z., et Hellali, A. (2019). Evaluation de l'activité antioxydant et antimicrobienne des différents extraits de la plante *Juniperus phoenicea* L (Doctoral dissertation, Université Mohamed BOUDIAF de M'Sila).
- ❖ Benhaoua, S. (2016) Activité antioxydante et analyse chimique des acides gras et des insaponifiables de *Carthamus caeruleus* (Doctoral dissertation).
- ❖ Benhouda, A., Yahia, M., Benhouda, D., Bousnane, E., Benbia, S., Hannachi, N. E., et Ghecham, A. (2014). Antimicrobial and Antioxidant activities of various extracts of *Hyoscyamus albus* L. and *Umbilicus rupestris* L. leaves. *Algerian J. Nat. Products*, 2, 14-17.

Références bibliographiques

- ❖ Benyahia, H. (2017). Etude phytochimique et dosage de quelques composés phénoliques des fruits d'Elettaria cardamomum et évaluation de son activité antioxydante (Doctoral dissertation).
- ❖ Berger, M. (2006). Manipulations nutritionnelles du stress oxydant : état des connaissances. *Nutrition Clinique et Métabolisme*, 20(1), 48–53.
- ❖ Bosco, D., Mohanasundaram, M., Drogemuller, J., Lang, J., Zalewski, D., et Coates, P. T. (2010). Zinc and zinc transporter regulation in pancreatic islets and the potential role of zinc in islet transplantation. *The review of diabetic studies: RDS*, 7(4), 263.
- ❖ Bouassila, L., et Mayouf, M. (2017). Etude physicochimique et évaluation de l'activité antioxydante et antibactérienne de trois types d'huile d'olive issus de différentes méthodes d'extraction dans les régions de Kadiria et Lakhdaria de la Wilaya de Bouira
- ❖ Bouguerne, B. (2012). Conception et synthèse de dérivés phénoliques hautement fonctionnalisés et études de leurs propriétés biologiques vis-à-vis des maladies cardiovasculaires (athérosclérose) (Doctoral dissertation, Université de Toulouse, Université Toulouse III-Paul Sabatier).
- ❖ Bouras, I et Zitouni, M. (2017). Propriétés nutritionnelles des acides gras du lait de vache, de chèvre et de brebis : étude comparative.
- ❖ Boyer, F. (2016). Stress oxydant et pathologie diabétique : impact de l'hyperglycémie et de l'albumine glyquée sur les cellules cardiaques et adipeuses (Doctoral dissertation).
- ❖ Brglez Mojzer, E., Knez Hrnčič, M., Škerget, M., Knez, Ž., et Bren, U. (2016). Polyphenols: extraction methods, antioxidative action, bioavailability and anticarcinogenic effects. *Molecules*, 21(7), 901.
- ❖ Bruneton, J. (1999). *Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales*. 3^{ème} édition Lavoisier. Paris. 1120p.
- ❖ Bruneton, J. (2009). *Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales* (4^e éd.). Tec & Doc/Lavoisier, Paris, 279-281.
- ❖ Burrows, E., et Tyrl, J. (2013). *Toxic Plants of North America*: Wiley-Blackwell.

C

- ❖ Carange, J. (2010). Rôle antioxydant et anti-apoptotique des brassinostéroïdes, une nouvelle stratégie de neuroprotection (Doctoral dissertation, Université du Québec à Trois-Rivières).

Références bibliographiques

- ❖ Chabosseau, S., et Derbré, S. (2016). Cancer du sein : recommandations sur l'usage de la phytothérapie. *Actualités Pharmaceutiques*, 55(552), 45–49
- ❖ Chaouche, M., Haddouchi, F., Zerhouni, K., et Adel, Y. (2016). Évaluation de l'activité antimicrobienne de différents extraits d'*Helichrysum stoechas* subsp. *Rupestre*. *Afrique SCIENCE*, 12(3), 144-150.
- ❖ Charbon, G., Bjørn, L., Mendoza-Chamizo, B., Frimodt-Møller, J., et Løbner-Olesen, A. (2014). Oxidative DNA damage is instrumental in hyperreplication stress-induced inviability of *Escherichia coli*. *Nucleic acids research*, 42(21), 13228-13241.
- ❖ Chen, J., Yuan, M., Liu, J., Yang, J., Liang, Y., et Tian, X. (2015). Dietary vitamin C requirement and its effects on tissue antioxidant capacity of juvenile largemouth bass, *Micropterus salmoides*. *Aquaculture*, 435, 431-436.
- ❖ Colette, C., et Monnier, L. (2011). Acides gras : classification, fonction et équilibre entre les différentes familles. *Médecine Des Maladies Métaboliques*, 5(3), 237–245.
- ❖ Cotticelli, G., Crabbe, M., Wilson, B., et 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(1), 398-404.
- ❖ Cruz, C., de Oliveira, S., et do Nascimento Marreiro, D. (2015). Antioxidant role of zinc in diabetes mellitus. *World journal of diabetes*, 6(2), 333.

D

- ❖ Deghima, A. (2015) Activités antioxydants et anti-inflammatoires des cucurbitacines et calystegines extraits d'*Ecballium elaterium* et de *Hyoscyamus albus*
- ❖ Diaconu, C. (2019). Oxidative stress and heart failure. *Arch Balk Med Union*, 54(2), 219-221.
- ❖ Do, T., Cozzolino, D., Muhlhausler, B., Box, A., et Able, A. J. (2015). Antioxidant capacity and vitamin E in barley: Effect of genotype and storage. *Food Chemistry*, 187, 65-74.

E

- ❖ El-Haci, A., et Bekkara, A. (2011). Antioxidant activity of stems and leaves organic fractions of *Ecballium elaterium* L. *Annals of Biological Research*, 2(3), 327-332.

Références bibliographiques

- ❖ Elsharkawy, R., Ed-dra, A., Abdallah, M., et Ali, M. (2018). Antioxidant, antimicrobial and antifeedant activity of phenolic compounds accumulated in *Hyoscyamus muticus* L. *African Journal of Biotechnology*, 17(10), 311-321.

F

- ❖ Fadl Almoulah, N., Voynikov, Y., Gevrenova, H., Tzanova, T., Yagi. S., Thomas, J., Mignard, B., Ahmed, A., El Siddig, M.A., Spina, R., Laurain-Matta, D. (2017). Antibacterial, antiproliferative and antioxidant activity of leaf extracts of selected Solanaceae species. *South African Journal of Botany* 112 : 368-374
- ❖ Favier, A. (2003). Le stress oxydant : Intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique, l'actualité chimique, P 108- 115
- ❖ Favier, A. (2006). Stress oxydant et pathologies humaines. *Annales Pharmaceutiques Françaises*, 64(6), 390–396.
- ❖ Fernandes, P., et Gandin, V. (2015). Selenium compounds as therapeutic agents in cancer. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-General Subjects*, 1850(8), 1642-1660.
- ❖ Fraga, G., Croft, D., Kennedy, O., et Tomás-Barberán, A. (2019). The effects of polyphenols and other bioactives on human health. *Food & function*, 10(2), 514-528.

G

- ❖ Ganesan, K., et Xu, B. (2017). A critical review on polyphenols and health benefits of black soybeans. *Nutrients*, 9(5), 455
- ❖ Ghedjati, N. (2018). Toxicité aiguë et subaiguë des alcaloïdes naturels et synthétiques des graines du *datura stramonium* (Doctoral dissertation).
- ❖ Glorieux, C., et Calderon, B. (2017). Catalase, a remarkable enzyme: targeting the oldest antioxidant enzyme to find a new cancer treatment approach. *Biological chemistry*, 398(10), 1095-1108.
- ❖ Gorjão, R., Azevedo-Martins, K., Rodrigues, G., Abdulkader, F., Arcisio-Miranda, M., Procopio, J., et Curi, R. (2009). Comparative effects of DHA and EPA on cell function. *Pharmacology & therapeutics*, 122(1), 56-64.

Références bibliographiques

- ❖ Goullé, J-P., Pépin, G., Dumestre Toulet, V. et Lacroix, C. (2004). Botanique, chimie et toxicologie des solanacées hallucinogènes : belladone, datura, jusquiame, mandragore, Annales de Toxicologie Analytique. XVI:(1).
- ❖ Guillouty, A. (2016). Plantes médicinales et antioxydants (Doctoral dissertation, Université Toulouse III-Paul Sabatier).
- ❖ Guler, O. (2011). Studies on antioxidant properties of the different solvent extracts and fatty acid composition of *hyoscyamus reticulatus* Journal of Food Biochemistry, 36(5), 532–538.

H

- ❖ Habibou, H., Idrissa, M., Ikhiri Khalid, P., et Benjamin, O. (2019) Activité Antioxydante des Extraits Méthanoliques de Différents Organes de *Detarium microcarpum* Guill. & Perr.
- ❖ Haddouchi, F., Chaouche, M., et Halla, N. (2016). Screening phytochimique, activités antioxydantes et pouvoir hémolytique de quatre plantes sahariennes d'Algérie. *Phytothérapie*
- ❖ Hajipoor, K., Sani, A. L., & Mohammadi, A. (2015). In vitro antioxidant activity and phenolic profile of *Hyoscyamus niger*. *Inter. J. Biol. Pharm. Allied Sci*, 4(7), 4882-4890.
- ❖ Haleng, J., Pincemail, J., Defraigne, J. O., Charlier, C., & Chapelle, J. P. (2007). Le stress oxydant. *Revue médicale de Liège*, 62(10), 628-38.
- ❖ Hamlaoui, I., Bencheraiet, R., Bensegueni, R., et Bencharif, M. (2018). Experimental and theoretical study on DPPH radical scavenging mechanism of some chalcone quinoline derivatives. *Journal of Molecular Structure*, 1156, 385-389.
- ❖ Hammiche, V., Merad, R., et Azzouz, M. (2013). *Phytothérapie traditionnelle en Algérie*. In *Plantes toxiques à usage médicinal du pourtour méditerranéen* (pp. 18-20). Springer, Paris.
- ❖ Hanson, R. (2003). *Natural products: the secondary metabolites* (Vol. 17). Royal Society of Chemistry.
- ❖ Harrar, A. (2018). Activités antioxydante et antimicrobienne d'extraits de *Rhamnus alaternus* L (Doctoral dissertation).
- ❖ Herzi, N. (2013). Extraction et purification de substances naturelles: comparaison de l'extraction au CO₂-supercritique et des techniques conventionnelles (Doctoral dissertation).

Références bibliographiques

- ❖ Hossain, A., Weli, M., et Ahmed, I. (2019). Comparison of total phenols, flavonoids and antioxidant activity of various crude extracts of *Hyoscyamus gallergeri* traditionally used for the treatment of epilepsy. *Clinical Phytoscience*, 5(1), 20.
- ❖ Houghton, J. (2000). Use of small-scale bioassays in the discovery of novel drugs from natural sources. *Phytotherapy Research*, 14(6), 419-423.
- ❖ Huang, C., et Osbourn, A. (2019). Plant terpenes that mediate below-ground interactions: prospects for bioengineering terpenoids for plant protection. *Pest management science*, 75(9), 2368-2377.
- ❖ Hussain, T., Tan, B., Yin, Y., Blachier, F., Tossou, M. C., et Rahu, N. (2016). Oxidative stress and inflammation: what polyphenols can do for us? *Oxidative medicine and cellular longevity*, 2016.

I

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

J

- ❖ Jahanban-Esfahlan, R., Seidi, K., Monfaredan, A., Shafie-Irannejad, V., Abbasi, M., Karimian, A., et Yousefi, B. (2017). The herbal medicine *Melissa officinalis* extract effects on gene expression of p53, Bcl-2, Her2, VEGF-A and hTERT in human lung, breast and prostate cancer cell lines. *Gene*, 613, 14-19.
- ❖ Jaisson, S., Desmons, A., Gorisse, L., et Gillery, P. (2017). Vieillesse moléculaire des protéines-Quel rôle en physiopathologie ? *médecine/sciences*, 33(2), 176-182.
- ❖ Jouzier, E. (2005). Solanacées médicinales et philatélie. *BULLETIN-SOCIETE DE PHARMACIE DE BORDEAUX*, 144(3/4), 311.

K

Références bibliographiques

- ❖ Karagözler, A., Erdağ, B., Emek, Ç., et Uygun, A. (2008). Antioxidant activity and proline content of leaf extracts from *Dorystoechas hastata*. *Food Chemistry*, 111(2), 400-407
- ❖ Karaman, S., Gulseven, M., Comlekcioglu, N., et Ilcim, A. (2011). Fatty Acid Composition of *Matthiola longipetala* ssp. *Bicornis* from Turkey. *International Journal of Agriculture and Biology*, 13(4).
- ❖ Kasote, M., Katyare, S., Hegde, V., et Bae, H. (2015). Significance of antioxidant potential of plants and its relevance to therapeutic applications. *International journal of biological sciences*, 11(8), 982.
- ❖ Kaur, K., et Pati, K. (2018). Stress-Induced Metabolite Production Utilizing Plant Hairy Roots. In *Hairy Roots* (pp. 123-145). Springer, Singapore.
- ❖ Koechlin R. (2006) Oxygen, oxidative stress and antioxidant supplementation, or an other way for nutrition in respiratory diseases. *Nutr Clin Métabol* 20:165–77
- ❖ Koh, E., et Fluhr, R. (2016). Singlet oxygen detection in biological systems: Uses and limitations. *Plant signaling & behavior*, 11(7), e1192742.
- ❖ Ksouri, A., Krimat, S., Tigrine, C., Dahmane, D., Belkebir, A., et Dob, T. (2019). Étude de la composition chimique, l'activité antioxydante et antiinflammatoire de l'huile.

L

- ❖ Lazli, A., Beldi, M., Ghouri, L., & Nouri, H. (2019). Étude ethnobotanique et inventaire des plantes médicinales dans la région de Bougous (Parc National d'El Kala,-Nord-est algérien). *Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège*.
- ❖ Lebraud, E. (2018). Rôle du médiateur et des cohésines dans la réparation des dommages oxydatifs de l'ADN (Doctoral dissertation).
- ❖ Liguori, I., Russo, G., Curcio, F., Bulli, G., Aran, L., Della-Morte, D., et Abete, P. (2018). Oxidative stress, aging, and diseases. *Clinical interventions in aging*, 13, 757.
- ❖ Lopez, V., Batthyány, C., Blanco, F., Botti, H., Trostchansky, A., Migliaro, E., et Rubbo, H. (2005). Design, synthesis, and biological characterization of potential antiatherogenic nitric oxide releasing tocopherol analogs. *Bioorganic & medicinal chemistry*, 13(20), 5787-5796.
- ❖ Louahab, H. (2018). Métabolites primaires de fenouil (*Foeniculum vulgare* Mill).

M

- ❖ Mahfouze, A., et Ottai, M. (2011). Assessment of genetic variability for some *Hyoscyamus* species using biochemical and molecular markers. *Journal of Applied Sciences Research*, 7(12), 1752-1759.
- ❖ Maiza K, Smati D, Brac de la Perrière et Hammiche V. (2005-2006). Médecine traditionnelle au Sahara Central : pharmacopée de l’Ahggar. *Revue des médecines et pharmacopées africaines*. 19 :141-56.
- ❖ Marmouzi, I., El Madani, N., Charrouf, Z., Cherrah, Y., et Faouzi, A. (2015). Proximate analysis, fatty acids and mineral composition of processed Moroccan *Chenopodium quinoa* Willd. And antioxidant properties according to the polarity. *Phytothérapie*, 13(2), 110-117.
- ❖ Menon, R. (2014). Oxidative stress damage as a detrimental factor in preterm birth pathology. *Frontiers in immunology*, 5, 567.
- ❖ Menvielle-Bourg, F. J. (2005). Superoxide dismutase (SOD), a powerful antioxidant, is now available orally. *Phytothérapie*, 3(3), 118-121.
- ❖ Merouane, A., Noui, A., Ali, B., et Saadi, A. (2014). Activité antioxydante des composés phénoliques d’huile d’olive extraite par méthode traditionnelle. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 8(4), 1865-1870.
- ❖ Migdal, C., et Serres, M. (2011). Reactive oxygen species and oxidative stress. *Medicine Sciences : M/S*, 27(4), 405-412.
- ❖ Moosavi, F., Hosseini, R., Saso, L., & Firuzi, O. (2016). Modulation of neurotrophic signaling pathways by polyphenols. *Drug design, development and therapy*, 10, 23.
- ❖ Mougeolle, A. (2014). Effet du stress oxydant sur les cavéoles dans les cellules musculaires squelettiques (Doctoral dissertation).
- ❖ Munawar, A., Farhan, S., Faqir, M., Muhammad, A., Tabussam, M., Shakeel, B., Adnan, I., Shahzad, H. (2017) Natural polyphenols: An overview, *International Journal of Food Properties*, 20:8, 1689-1699.

N

O

P

- ❖ Patel, K., Das, S., et Thakur, K. (2018). GC-MS-based analysis of methanol: chloroform-extracted fatty acids from plant tissues. *Bio-Protocol*, 8, e3014.
- ❖ Peter, M. (2008). Profil et métabolisme des acides gras dans les tissus de la perche comme *Perca fluviatilis* L (Doctoral dissertation, Institut National Polytechnique de Lorraine).
- ❖ Phan, H. (2014). Utilisation des caroténoïdes naturels de *Momordica cochinchinensis* (gac) comme composés santé : extraction et bioactivité en fonction de l'origine et du procédé (Doctoral dissertation, Dijon).
- ❖ Pokorny, J., et Korczak, J. (2001). Preparation of natural antioxidant In: Pokorny, J. Yanishlieva, N., Gordon, M, editors. *Antioxidants in food: Practical application*. Cambridge England: Wood head publishing Limited, 41-311.
- ❖ Pokorny, M., et Mangold, J. (2010). *MontGuide: Black Henbane: Identification, Biology and Integrated Management*. The US Department of Agriculture (USDA) MSUaMSUE, available in www.msuextension.org.
- ❖ Pudersell, K. (2006). Tropane alkaloid production and riboflavine excretion in the field and tissue cultures of henbane (*Hyoscyamus niger* L.) (Vol. 120). Tartu University Press.

Q

R

- ❖ Radi, R., Denicola, A., Morgan, B., et Zielonka, J. (2018). Foreword to the Free Radical Biology and Medicine Special Issue on "Current fluorescence and chemiluminescence approaches in free radical and redox biology". *Free Radical Biology and Medicine*, 128, 1–2.
- ❖ Richard, T., Tamsamani, H., Delaunay, J.-C., Krisa, S., & Mérillon, J.-M. (2014). Stilbènes : de la chimie à la neuroprotection. *Cahiers de Nutrition et de Diététique*, 49(4), 173–180.

S

Références bibliographiques

- ❖ Sagols, E., et Priymenko, N. (2010). Le fonctionnement du cœur : intérêt des acides gras essentiels et des antioxydants chez les carnivores domestiques. *Revue de Médecine Vétérinaire*, 161(2), 90-96.
- ❖ Sies, H., Berndt, C., et Jones, P. (2017). Oxidative stress. *Annual review of biochemistry*, 86, 715-748.
- ❖ Silva, P., Carvalho, S., Guimarães, G., Barreto, S., Santos, R., Barreto, S., et Quintans-Júnior, J. (2019). The use of terpenes and derivatives as a new perspective for cardiovascular disease treatment: a patent review (2008–2018). *Expert opinion on therapeutic patents*, 29(1), 43-53.
- ❖ Sourì, E., Amin, G., Dehmobed-Sharifabadi, A., Nazifi, A., & Farsam, H. (2010). Antioxidative activity of sixty plants from Iran. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research*, (1), 55-59.
- ❖ Suarez, G. (2018). La mesure directe de marqueurs du stress oxydant dans l'air expiré.
- ❖ Sy, N., DiorFALL, A., Ndiaye, M., Ndiaye, K., Gueye, S., Bassene, E., et Sy, Y. (2018). Evaluation de l'activité antioxydante des feuilles de *Moringa oleifera* Lam.(Moringaceae) du Sénégal. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 12(4), 1816-1823

T

- ❖ Tahireh, A., Sophie, G., et Ryan, C., (2017) Unintentional ingestion of black henbane: two case reports, *Toxicology Communications*, 1:1, 37-40,
- ❖ Tahouo, F. (2016) procédures d'extraction globale des composés phytochimiques pour l'évaluation analytique des médicaments à base de plantes (Doctoral dissertation).
- ❖ Togola, I., Konaré, A., Diakitè, M., Diarra, N., Tounkara, F., Sanogo, R., et Dembélé, D. (2019). Evaluation de la teneur en alcaloïdes totaux à différents stades de développement de *Datura innoxia* Mill., une plante utilisée dans la médecine traditionnelle au Mali.
- ❖ Trabsa, H. (2018). Activité antioxydante et anti-inflammatoire des fractions des plantes médicinales : *sedum sediforme* et *lycium arabicum* (Doctoral dissertation).
- ❖ Troost, K., Loeschcke, A., Hilgers, F., Özgür, Y., Weber, M., Santiago-Schübel, B., et Schleker, S. (2019). Engineered *Rhodobacter capsulatus* as a phototrophic platform organism for the synthesis of plant sesquiterpenoids. *Frontiers in microbiology*, 10, 1998.

U

- ❖ Unlu, A., Kirca, O., Ozdogan, M., et Nayır, E. (2016). High-dose vitamin C and cancer. *Journal of Oncological Science*, 1, 10-12.

V

- ❖ Vallée, J. (2020). Stérilisation à basse température par diffusion de peroxyde d'hydrogène : principes de fonctionnement, de validation et de libération des charges.
- ❖ Vandi, D., Nga, N., Betti, L., Loe, E., Ottou, M., Priso, J., et Mpondo, M. (2016). Contribution des populations des villes de Yaoundé et Douala à la connaissance des plantes à tanins et à anthocyanes. *Journal of Animal & Plant Sciences*, 30(3), 4797-4814.
- ❖ Varatharajan, K., et Pushparani, S. (2018). Screening of antioxidant additives for biodiesel fuels. *Renewable and sustainable energy reviews*, 82, 2017-2028.
- ❖ Vertuani, S., Angusti, A., et Manfredini, S. (2004). The antioxidants and pro-antioxidants network: an overview. *Current pharmaceutical design*, 10(14), 1677-1694.

W

- ❖ White, J. (2016). Selenium accumulation by plants. *Annals of botany*, 117(2), 217-235.

X

Y

Z

- ❖ Zhang, N., He, Y., Tang, Q., Wang, Y., Zheng, Q., & Hu, P. (2019). A mitochondrial targeting two-channel responsive fluorescence probe for imaging the superoxide radical anion in vitro and in vivo. *Talanta*, 194, 79-8

ملخص

يهدف هذا العمل إلى تقييم النشاط المضاد للأكسدة للمستخلصات الغنية بالأحماض الدهنية للجزء الهوائي لنبته بونجروف *Hyoscyamus niger*، التي تم جمعها في منطقة عين فزة بتلمسان. *Hyoscyamus niger* هو نبات طبي ينتمي إلى عائلة solanacée، يستخدم تقليدياً لعلاج أمراض مختلفة مثل الربو والسكري والسرطان. في هذا العمل تم تحضير مستخلصين، من الجزء الجوي لهذا النبات: أحدهما الهكسان والأخر (الكلوروفورم / الميثانول)، وكان مردود الاستخلاص 4.1% و7.58% على التوالي. تم تقييم نشاط مضادات الأكسدة باستخدام طريقتين: إرجاع الحديد (FRAP) واختبار التبييض β كاروتين. بالنسبة للاختبار الأول، قدرت قيمة EC50 ب 1.77 ملغم/مل و 2.86 ملغم/مل لمستخلص (الكلوروفورم/الميثانول)، والهكسان على التوالي. من ناحية أخرى بالنسبة للاختبار الثاني، قدر IC50 ب 1.96 ملغم / ميليلتر لمستخلص الهكسان. يبقى هذا العمل أولي ويجب المواصلة فيه من أجل إيجاد المواد المسؤولة عن النتائج المتحصل عليها. **الكلمات المفتاحية:** *Hyoscyamus niger*، نشاط مضاد للأكسدة، FRAP، تبييض β كاروتين.

Résumé

Ce travail s'inscrit dans le cadre de l'évaluation de l'activité antioxydante des extraits riches en acides gras de la partie aérienne de *Hyoscyamus niger* récoltée dans la région d'Ain Fezza, Tlemcen.

Hyoscyamus niger est une plante médicinale appartenant à la famille des solanacées, utilisée traditionnellement pour traiter diverses maladies telles que l'Asthme, le diabète et le cancer...

Dans le présent travail deux extraits ont été préparés, à partir de la partie aérienne de cette plante : l'un hexanique et l'autre chloroforme/méthanol, les rendements sont de l'ordre de 4,1 % et 7,58 % respectivement.

L'activité antioxydante a été évaluée en utilisant deux méthodes : le pouvoir réducteur du fer (FRAP) et le test du blanchissement β -carotène. Pour le premier test les EC50 estimées sont 1,77 mg/ml ; 2,86 mg/ml pour l'extrait chloroforme/méthanol, et hexanique respectivement. Par contre pour le second test les IC50 ont été estimées à 1,96 mg/ml pour l'extrait hexanique.

Ce travail reste préliminaire et mérite d'être reproduit en réalisant d'autres techniques antioxydantes et recherchant la composition des extraits testés afin de cibler une ou une conjugaison de molécules actives.

Mots clés : *Hyoscyamus niger*, activité antioxydante, FRAP, blanchissement β -carotène.

Abstract

The aim of this work is the evaluation of antioxidant activity of extracts rich in fatty acids of the aerial part of *Hyoscyamus niger* collected in the region of Ain Fezza, Tlemcen.

Hyoscyamus niger is a medicinal plant belonging to the Solanaceae family, traditionally used to treat various diseases such as asthma, diabetes and cancer. .

In the present work, two extracts were prepared, from the aerial part of this plant: hexane and the chloroform/methanol, the yields are of the order of 4,1% and 7,58% respectively.

Antioxidant activity was assessed using two methods: iron-reducing power (FRAP) and β -carotene bleaching test. For the first test the estimated EC50 is 1.77 mg/ml ; 2.86 mg/ml for the chloroform /methanol extract, and hexane respectively, On the other hand for the second test the IC50 was estimated at 1.96 mg/ml for the hexane extract.

This work remains preliminary and deserves to be reproduced by carrying out other antioxidant techniques and researching the composition of the extracts tested in order to target one or a combination of active molecules.

Key words: *Hyoscyamus niger*, antioxidant activity, FRAP, β -carotene bleaching.

