



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE ABOU BAKR BELKAID-TLEMCEM

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE,
DES SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE

Laboratoire des substances naturelles et bioactives (LASNABIO)

MEMOIRE

En vue de l'obtention de diplôme de master
En Spécialité INFECTIOLOGIE

THEME

Evaluation de l'activité biologique de l'extrait de *Corchorus Olitorius*

Présenté par

Mlle BOUAYED IKRAM

Soutenu le 09/06/2022, devant le jury composé de:

Président	Mme. BOUDGHENE STAMBOULIA	M.C.A	Université de Ain Temouchent
Encadreur	Mme. GHALEM.M	M.C.A	Université de Tlemcen
Examineur	Mme. DJAZIRI	M.C.B	Université de Tlemcen

Année Universitaire

2021-2022

Remerciements

Tout d'abord, j'exprime mes remerciements à Allah de m'avoir donné la patience, santé, courage et la force d'aller au bout durant ces longues années d'étude.

Ce travail n'aurait pu se faire sans le soutien et l'encouragement de mes parents, merci du fond du cœur.

J'aimerais remercier mon encadrante **Mme GHALEM Meriem**, enseignante à l'Université de Tlemcen faculté SNV-STU pour ses vastes connaissances. Merci pour le temps qu'elle nous a consacré, pour l'organisation de la thèse, pour son implication, sa disponibilité et ses précieux conseils.

A ma présidente **Mme BOUDGHENE STAMBOLI Amina**, maître de conférences à l'Université de Aïn Témouchent, Je suis très honorée que vous acceptiez de présider mon travail. Trouvez ici le témoignage de ma totale gratitude. Sincères remerciements.

A mon examinatrice **Mme DJAZIRI Fatima Zohra** maître de conférences à l'Université de Tlemcen Je suis très honorée que vous acceptiez d'examiner mon travail. Je saisis cette occasion pour vous exprimer mes sentiments de respect et de gratitude. Veuillez agréer l'expression de mes sentiments les plus distingués.

Ms GHALEM S, le directeur de **laboratoire des substances naturels et bioactives (LASNABIO)**, Université de Tlemcen. Et toute l'équipe laborantine de (LASNABIO) qui, de par leurs divers soutiens, ont facilité l'élaboration de ce travail et pour leur aide et encouragement.

Je tiens à remercier toute l'équipe du laboratoire des substances naturels et bioréactives (LASNABIO) pour leur accueil et aide durant mon stage de pratique.

A toute personne ayant contribué de près ou de loin à l'aboutissement de ce travail.

Dédicaces

Je dédie humblement ce manuscrit à:

Mon grand père Allah yerahmou, mon exemple, le reflet de la bonté et de la générosité, j'aurais tellement aimé qu'il soit là, j'espère qu'il est fier de moi.

Sans oublié mes chers parents sans eux rien de tout ça ne serait possible

A ma douce maman, ma lumière, ma source d'inspiration, la définition de la douceur et du courage. Sans toi, ton soutien et tes prières indéfinies je ne serai jamais arrivé là, que dieu te garde pour moi.

A mon cher papa, mon pilier, rien ne peut exprimer mon amour et ma gratitude envers toi, merci pour tous tes sacrifices, ta patience et ton amour.

A mon grand frère, ma force, merci d'être toi le frère le plus gentil, doux, encourageant, protecteur que je connaisse, sans toi je ne serai jamais arrivé là. Que dieu te garde pour moi.

A ma précieuse grand-mère, le symbole de la bonté. Aucun mot ne peut te décrire. Que dieu te garde pour nous Mima.

A ma belle-sœur, mes chères tantes, mes oncles, mes amies.

Résumé

Résumé

Les composés antioxydants ont fait l'objet de plusieurs recherches car ils interviennent dans le traitement de nombreuses maladies en remplaçant les antioxydants de synthèses, en plus de leur utilisation comme conservateurs dans les aliments.

Dans le cadre de la découverte de nouveaux antioxydants à partir des sources naturelles, nous nous sommes intéressés dans ce travail à l'étude de l'activité biologique de l'extrait de *Corchorus Olitorius*.

Cette étude a débutée par l'extraction et dosages des composés phénoliques (polyphénols totaux, flavonoïdes). Le rendement en extrait est de 17%. Et la teneur totale en polyphénol a été déterminée en utilisant le réactif de Folin-Ciocalteu, elle est de 0,0360mg EAG/ml extrait.

Quant aux flavonoïdes, leur teneur est de 2,0781 mg EAG/ml extrait avec un rendement de 20% et 1.2% pour les deux fractions ce qui montre que la fraction acétique est plus puissante que la fraction butanolique.

Nous nous sommes intéressés aussi à l'étude de la capacité antioxydante totale (CAT) d'où on a déduit que l'extrait butanolique (0,3974) a une activité antioxydante plus forte que l'extrait acétique (0,2363).

En parallèle, nous avons étudiés la cytotoxicité des fractions flavonoïques de *Corchorus Olitorius* sur les globules rouges GRh 10% en différentes concentrations (0,25 – 2mg/ ml). Les résultats obtenus montrent que la plante n'a pas d'effet toxique. En effet *Corchorus Olitorius* est une plante distinctive avec ses multiples composants, sans danger pour les différentes utilisations.

Mots clés: Capacité antioxydante totale, *Corchorus Olitorius*, cytotoxicité, flavonoïdes, fraction acétique, fraction butanolique, polyphénols totaux.

Abstract:

Antioxidant compounds have been the subject of several researches because they intervene in the treatment of many diseases by replacing synthetic antioxidants, in addition to their use as preservatives in food.

As part of the discovery of new antioxidants from natural sources, we are interested in this work to study the biological activity of *Corchorus Olitorius* extract.

This study began with the extraction and determination of phenolic compounds (total polyphenols, flavonoids). The extract yield is 17%. And the total polyphenol content was determined using the Folin-Ciocalteu reagent, it is 0.0360 mg EAG/ml extract.

As for flavonoids, their content is 2.0781 mg EAG/ml extracted with a reduction of 20% and 1.2% for both fractions, which shows that the acetic fraction is more powerful than the butanolic fraction.

We also looked at the study of total antioxidant capacity (CAT) from which it was deduced that the butanolic extract (0.3974) has a stronger antioxidant activity than the acetic extract (0.2363).

In parallel, we studied the cytotoxicity of the flavonoic fractions of *Corchorus Olitorius* on the GRh 10% red blood cells in different concentrations (0.25 – 2mg/ml). The results obtained show that the plant does not have a toxic effect. Indeed *Corchorus Olitorius* is a distinctive plant with its multiple components, without danger for different uses.

Keywords: Total antioxidant capacity, *Corchorus Olitorius*, cytotoxicity, flavonoids, acetic fraction, butanolic fraction, total polyphenols.

ملخص

خضعت مركبات مضادات الأكسدة للعديد من الدراسات لأنها تدخل في علاج العديد من الأمراض عن طريق استبدال مضادات الأكسدة الاصطناعية، بالإضافة إلى استخدامها كمواد حافظة في الغذاء.

كجزء من اكتشاف مضادات الأكسدة الجديدة من المصادر الطبيعية ، فإننا مهتمون بهذا العمل لدراسة النشاط البيولوجي لمستخلص *Corchorus Olitorius*.

بدأت هذه الدراسة باستخلاص ومعايرة المركبات الفينولية (البوليفينول الكلي ، الفلافونويد). العائد المستخلص 17%. وتم تحديد محتوى البوليفينول الكلي باستخدام كاشف Folin-Ciocalteu وهو 0.0360 مجم EAG / مل.

أما بالنسبة لمركبات الفلافونويد ، فيبلغ محتواها 2.0781 مجم EAG / مل مستخلص بنسبة 20% و 1.2% للكسرين مما يدل على أن جزء الأستيتيك أقوى من جزء البيوتانول.

كما أننا مهتمون بدراسة القدرة الكلية لمضادات الأكسدة (CAT) التي استنتج منها أن مستخلص البيوتانول (0.3974) له نشاط مضاد للأكسدة أقوى من مستخلص الأستيتيك (0.2363).

في موازاة ذلك ، درسنا السمية الخلوية لأجزاء الفلافونويد من *Corchorus Olitorius* على خلايا الدم الحمراء GRh 10% بتركيزات مختلفة (0.25 - 2 مجم / مل). أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن النبات ليس له تأثير سام. في الواقع يعتبر *Corchorus Olitorius* نباتًا مميزًا بمكوناته المتعددة وآمن للاستخدامات المختلفة.

الكلمات المفتاحية: القدرة الكلية المضادة للأكسدة ، *Corchorus Olitorius* ، السمية الخلوية ، الفلافونويد ، جزء الخل ، جزء البيوتانول ، البوليفينول الكلي.

Liste des abréviations:

%: Pourcentage

ADN: Acide désoxyribo nucléique

CAT: Catalase

ERO: Espèces réactives d'oxygènes

Fe: Fer

Fe²⁺: Ion de Fer ferreux

Fe³⁺: Ion de Fer ferrique

Fe-SOD: Superoxydedismutase associée au fer

GPx: Glutathion peroxydases

GR: Globule rouge

GSH: Glutathion réduit

H₂O: Eau

H₂O₂: Peroxyde d'hydrogène

MA: Maladie d'Alzheimer

Mn-SOD: Superoxydedismutase associée au manganèse

NADPH: Nicotinamide adénine diphosphate réduit

NO: NitricOxide

O₂: Oxygène

O₂⁻: Anion superoxyde

OH: Groupement hydroxyle

OH⁻ : Anion hydroxyle

ONOO⁰: peroxy nitrie

OS: Stress oxydatif

PH: Potentiel hydrogène

RL: Radical libre

ROS: Espèces réactives d'oxygène

RO₂: Radical libre

SE: Sélénium

SOD: Superoxydedismutase

Liste des figures:

Figure 1: Oxydation cellulaire.....	17
Figure 2: Etapes des peroxydes lipidiques.....	21
Figure 3: Squelette de base des flavonoïdes.....	26
Figure 4: Les différentes classes de flavonoïdes.....	27
Figure 5: Propriétés des feuilles de <i>Corchorus Olitorius</i>	33
Figure 6: <i>CorchorusOlitorius</i> en poudre.....	39
Figure 7: Les étapes d'extraction des polyphénols.....	40
Figure8: Protocole d'évaluation de la capacité antioxydante totale de l'extrait phénolique de <i>Corchorus Olitorius</i>	45
Figure 9: Protocole d'évaluation du test de cytotoxicité sur l'extrait de <i>Corchorus Olitorius</i>	46
Figure 10: Pourcentage de l'hémolyse en fonction les concentrations des extraits de flavonoïdes.....	50
Figure 11: Courbe d'étalonnage de l'acide gallique pour le dosage des polyphénols totaux.....	64
Figure 12: Courbe d'étalonnage de la catéchine pour le dosage des flavonoïdes.....	64
Figure 13: Courbe d'étalonnage de l'acide ascorbique pour l'évaluation de la capacité antioxydante totale.....	65

Liste des tableaux:

Tableau 1: Mécanismes de formation des radicaux libres.....	19
Tableau 2: Quelques pathologies liées au stress oxydatif.....	22
Tableau 3: Catégories des antioxydants selon le mode d'action.....	22
Tableau 4: Classification des flavonoïdes.....	28
Tableau 5: La distribution nutritionnelle de certains flavonoïdes.....	30
Tableau 6: Taxonomie de <i>Corchorus Olitorius</i>	33
Tableau 7: Propriétés des feuilles d'El mouloukhiya.....	34
Tableau 8: Composition chimique de la corètepotagère pour 100g de partie comestible.....	35
Tableau 9: Rendement d'extrait phénolique brut de <i>Corchorus Olitorius</i>	48
Tableau 10: La teneur en polyphénolstotaux de l'extrait brut de <i>Corchorus Olitorius</i>	48
Tableau 11: La teneur en flavonoides de l'extrait brut de <i>Corchorus Olitorius</i>	48
Tableau 12: Le rendement en flavonoides de l'extrait brut de <i>Corchorus Olitorius</i>	49
Tableau 13: L'activité antioxydantes totale des extraits acétiques et butanoliques.....	49

Table des matières

Liste des abréviations:	7
Liste des figures:	8
Liste des tableaux:	9
Introduction générale.....	12
Synthèse bibliographique.....	15
Chapitre 1 : Stress Oxydatif	16
1. Définition du stress oxydatif:	17
2. Origine du stress oxydatif:.....	17
3. Définition des radicaux libres:.....	17
4. Formation des radicaux libres:	18
5. Rôles pathologique des radicaux libres sur les biomolécules:	20
5.1. Dommage oxydatifs des lipides:.....	20
5.1.1. L'initiation:.....	20
5.1.2. La propagation:.....	20
5.1.3. La terminaison:.....	20
5.2. Dommage oxydatifs des protéines.....	21
5.3. Dommage oxydatifs de l'ADN:	21
6. Pathologie lié au stress oxydatif:.....	21
7. Les antioxydants:.....	22
8. Mode d'action des antioxydants:.....	22
9. Systèmes antioxydants endogènes:	23
9.1. Antioxydants enzymatiques:	23
9.1.1. Catalase	23
9.1.2. La superoxydedismutase (SOD):.....	23
9.1.3. La glutathion peroxydase:	24
9.2. Antioxydants non enzymatiques:.....	24
Chapitre 2:Les Flavonoïdes.....	25
1. Définition des flavonoïdes:.....	26
2. Classification des flavonoïdes:.....	27
3. Localisation et distribution des flavonoïdes:.....	29
4. Rôle et intérêt des flavonoïdes:	30
5. Propriétés biologique des flavonoïdes:.....	31
Chapitre 3: <i>Corchorus Olitorius</i>	32
1. Noms vernaculaires:.....	33
2. Origine:	33

3. Taxonomie:.....	33
4. Description de la plante:	34
5. La composition chimique de la feuille:.....	34
6. Usage:	35
6.1. Usage thérapeutique:.....	35
6.2. Usage traditionnelle:	36
Partie expérimentale	37
Matériels et méthodes	38
1. Matériels:	39
1.1. Préparation du matériel végétal:	39
2. Méthodes d'analyses:.....	39
2.1. Extraction des polyphénols totaux:.....	39
2.2. Extraction des flavonoïdes:	41
2.3. Dosage des polyphénols totaux:	43
2.4. Dosage des flavonoïdes:	44
2.5. La capacité antioxydante totale (CAT):	44
2.6. Test de Cytotoxicité:.....	45
Résultats et Interprétations	47
1. Rendement d'extrait phénolique brut de <i>Corchorus Olitorius</i> :.....	48
2. Dosage des polyphénols totaux:	48
3. Dosage des flavonoïdes:.....	48
4. Extraction des flavonoïdes:	49
5. Capacité antioxydante totale (CAT):.....	49
6. Test de cytotoxicité:	50
Discussion	51
Conclusion générale	55
Références bibliographiques	57
Annexes	63

Introduction générale

L'oxygène moléculaire est un élément clé de la vie biologique aérobie, mais il peut former des substances partiellement réductrices et hautement toxiques appelées radicaux libres ou espèces réactives de l'oxygène (ERO). A faibles doses, les ERO sont très utiles dans l'organisme et jouent un rôle important dans divers mécanismes physiologiques tels que la transduction du signal. À doses excessives, l'ERO est nocif et toxique pour l'organisme. La surproduction d'ERO dépasse la capacité antioxydante des systèmes biologiques, entraînant un stress oxydatif.

Actuellement, la société scientifique, biologiste et chimiste, met en évidence le rôle tragique du processus oxydatif incontrôlable induit par les espèces réactives oxygénées (ERO). Ces oxydants sont la source directe de diverses pathologies telles que le vieillissement et le cancer, et conduisent indirectement à la peroxydation des lipides dans les aliments. En faisant avancer cette vision, la renaissance de l'herboristerie se dirige vers cette vague verte pour combattre et capter ces oxydants (**Small et Catling, 2000**).

Selon (**Merghem R. 2011**), les plantes sont une source précieuse de nombreuses molécules. Ces plantes sont synthétisées avec des macronutriments, des minéraux, des vitamines, des phytonutriments ou des composants végétaux. Ces phytonutriments ont parfois des activités biologiques d'intérêt humain, pharmacologique (plantes médicinales) ou nutritionnelle (alimentaire). Aujourd'hui, les industries médicales, pharmaceutiques et alimentaires s'intéressent toutes aux substances bioactives végétales, qui appartiennent essentiellement au groupe des "composés phénoliques".

Les composés phénoliques ont suscité un grand intérêt ces dernières années en raison de la reconnaissance de leurs propriétés antioxydantes et de leur possible importance dans la prévention de diverses pathologies associées au stress oxydatif.

Ces composés, principalement représentés par la famille des flavonoïdes, ont été largement étudiés pour leurs propriétés biologiques: antioxydantes, anti-inflammatoires, anti-allergiques et anticancéreuses (**Small et Catling, 2000**).

Le présent travail a pour objectif d'évaluer l'activité antioxydante des flavonoïdes de *Corchorus olitorius*, en utilisant des systèmes chimiques et biologiques *in vitro*.

Corchorus olitorius qui est à la fois une plante médicinale utilisée dans le traitement de différents problèmes sanitaires (maux d'estomac, la diarrhée,...) et un légume feuillé utilisée dans la cuisine.

Introduction générale

Dans la première partie et en premier chapitre de ce manuscrit, j'ai commencé par une étude bibliographique de stress oxydatif et les antioxydants. Dans le deuxième chapitre j'ai cité quelque notion sur les composés phénoliques, leurs biosynthèse et quelques activités biologiques attribués à différentes familles de ces composés.

Dans la deuxième partie, en premier axe j'ai présenté la plante (position systématique, critères botaniques et son usage traditionnel) et un rappel des différents tests suivis dans mon étude, et en deuxième axe, j'ai réalisé l'extraction et la détermination des teneurs en composés phénolique (phénols totaux), et évaluer le pouvoir antioxydant d'extrait de la plante par des techniques chimiques.

Synthèse bibliographique

Chapitre 1 : Stress Oxydatif

1. Définition du stress oxydatif:

Le stress oxydatif reflète un déséquilibre entre la surproduction de radicaux oxygénés et la diminution de la capacité de détoxification de l'organisme (Meng *et al.*, 2017), entraînant une altération de la signalisation et des dommages moléculaires (Sies, 2015).

2. Origine du stress oxydatif:

Le stress oxydatif répond à la déstabilisation de l'état oxydatif intracellulaire induite soit par la formation de radicaux libres, soit par une diminution de la capacité de défense antioxydante (Dfraise et Pincemail, 2007).

L'homéostasie redox se produit lorsque les cellules deviennent vulnérables aux attaques des radicaux libres (Figure1), causant des dommages oxydatifs aux composants cellulaires (Laren, 2007).

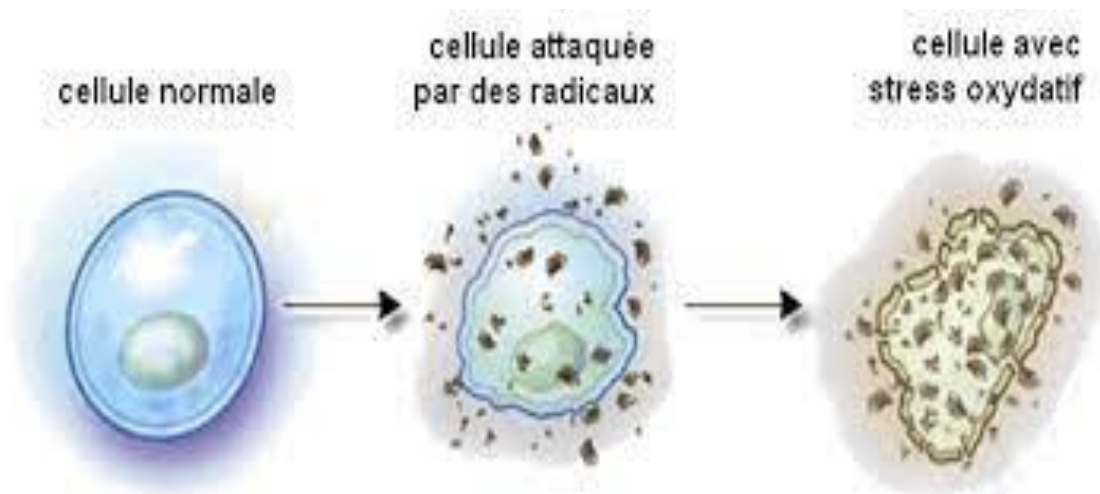


Figure 1: oxydation cellulaire(Beam, A dam, 2005)

3. Définition des radicaux libres:

Les espèces réactives de l'oxygène (ROS) ou radicaux libres (RL) sont des atomes ou des molécules avec un ou plusieurs électrons isolés et sont très instables. Les macromolécules proches du site de formation agissent avec les radicaux libres (Hokayem *et al.*, 2012).

Leur durée de vie est très courte (quelques millisecondes ou nanosecondes) (Goto *et al.*, 2008).

4. Formation des radicaux libres:

Les radicaux libres (RL) sont produits par divers mécanismes physiologiques (**Tableau 1**) pour aider l'organisme à la bonne dose (**Favier, 2003**).

Tableau 1: Mécanismes de formation des RL (Favier, 2003)

Espèce réactives	Réaction de formation	Propriétés
L'Anion Superoxyde (O ₂ ^{•-})	Formé par la réduction mono électrique de l'oxygène : addition d'un seul électron $O_2 + 1 e^- \rightleftharpoons O_2^{\bullet -}$	C'est le radical le moins réactif Mais le précurseur des autres ERO [Koechlin-Ramonatxo.C, 2006].
Le Peroxyde d'Hydrogène (H ₂ O ₂)	Produit à partir de l'anion Superoxyde , réaction catalysé Par lasuperoxydedismutase. [Raccah. D. 20041]. $O_2^{\bullet -} + O_2^{\bullet -} \xrightarrow{SO D, 2H^+} H_2O_2 + O_2$	La majeure partie de la toxicité de l'eau oxygénée provient de Sa capacité à générer le radical Hydroxyle (OH [•]) [Gardèse-Albert.M et al , 2003].
Le Radical Hydroxyle (OH [•])	Formé par la réaction de Fenton à partir d'H ₂ O ₂ en présence de métaux de transition : L'ion ferreux réagit avec le peroxyde d'hydrogène [Goudable. J et al , 1997]. $H_2O_2 + Fe^{2+} \rightleftharpoons \cdot OH + Fe^{2+} + \cdot OH$	Le radical hydroxyle (°OH) est Le radical le plus avide D'électron et le plus dangereux Pour l'organisme [Gardès-Albert M, 2003].
Le Monoxyde d'Azote (NO)	Le NO est formé à partir de l'un des deux atomes d'azote terminal du groupement guanidine de L – arginine, d'une part, et de l'oxygène moléculaire (O ₂) s'autre part en présence de cofacteur : NADH, H ⁺ , réaction catalysé Par les NO Synthase (NOS) [Sabry.S et al , 1996].	Le NO est un radical libre qui est surtout réputé pour ses Propriétés physiologiques (agit sur le tonus vasculaire) [Barouki.R.2006].
Le Peroxynitrie (ONOO ⁻)	En l'absence d'une quantité Suffisante de cofacteurs ou de Substrat (arginine), les NOS Produisent de l'anion Superoxyde (O ₂ ^{•-}) plutôt que Du NO. L'O ₂ ^{•-} produit lie le NO. Pour former du Peroxynotrite [Massion.P et al, 2002]	Très réactif et sans doute Responsable d'un stress Oxydant, il engendre des Oxydations irréversibles et des Nitrations diverses (surtouts des résidus tyrosines) [Massion.P et al, 2002]

5. Rôles pathologique des radicaux libres sur les biomolécules:

5.1.Dommage oxydatifs des lipides:

Les premières cibles des radicaux libres sont les lipides, notamment ceux présents dans la cellule et les membranes internes. L'oxydation des lipides produit des peroxydes de lipides hautement réactifs en trois étapes clés.

La peroxydation lipidique provoque des changements dans la fluidité, la perméabilité et l'excitabilité de la membrane cellulaire (**Akyol et al., 2001 ; Garait, 2006**).

5.1.1. L'initiation:

Dans ce processus, les acides gras polyinsaturés sont attaqués par des radicaux hydroxyles au niveau du carbone entre les deux doubles liaisons, déchirant les atomes d'hydrogène et laissant des électrons non appariés. L'acide gras subit alors une série de réarrangements de doubles liaisons (**Jacques et André, 2004**).

5.1.2. La propagation:

Les radicaux alkoxy et les peroxy-radicaux propagent l'oxydation via RO_2^* (**Jacques et André., 2004**).

5.1.3. La terminaison:

L'hydroperoxydase subit plusieurs conversions (**Figure 2**), soit réduites par la glutathion peroxydase, soit encore oxydées. Dans ce cas, ils se décomposent en aldéhydes toxiques. Cette réaction en chaîne se termine par l'intervention de composés antioxydants ou l'interaction de deux radicaux pour former une molécule stable (**Jacques et André, 2004 ;Hennebelle et al, 2004**).

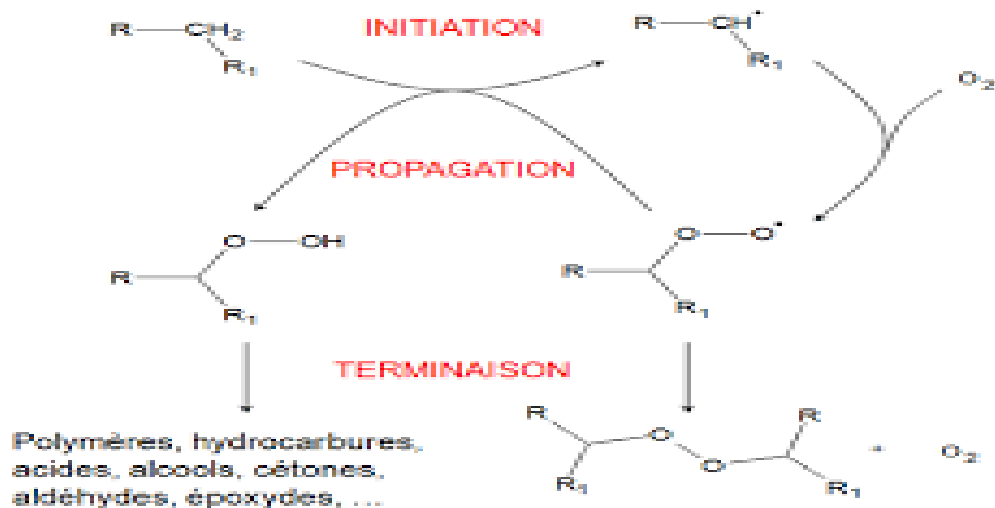


Figure 2 : Etapes des peroxydes lipidiques (Jaques et André, 2004 ; Hannebelle et al , 2004)

5.2.Dommage oxydatifs des protéines :

Les protéines sont une cible biologique majeure pour les dommages oxydatifs aux cellules en raison de leur abondance et de leur rapidité contre les radicaux libres et l'oxygène singulier (Gracanin et al., 2011).

Le mécanisme d'oxydation des protéines entraîne des modifications moléculaires majeures telles que le clivage moléculaire, la réticulation et l'oxydation des chaînes latérales. Ce dernier se produit dans le cadre du processus de régulation normal, soit en tant que mécanisme de défense contre le stress oxydatif (OS), soit en tant que processus préjudiciable lorsque les défenses antioxydantes sont surmontées (Barelli et al., 2008).

5.3.Dommage oxydatifs de l'ADN:

Les radicaux libres, en particulier $OH \bullet$, peuvent attaquer l'ADN. Ils réagissent avec les nucléotides qui favorisent la fragmentation de l'ADN. Les conséquences de ces changements sont soit immédiates (apoptose) soit à long terme (cancer).

(Pastre, 2005)

6. Pathologie lié au stress oxydatif:

L'apparition de ces molécules biologiques et la surcharge anormale de l'organisme peuvent provoquer plusieurs maladies (Tableau 2) (Favier, 2003)

Tableau 2 : Quelques pathologies liées au stress oxydatif (Favier, 2003)

Maladies chroniques	Maladies plurifactorielles	Autres anomalies
<ul style="list-style-type: none"> • Maladies cardiovasculaires. • Ischémie du myocarde. • Athérosclérose. • Diabète <p>(Vincent, Taylor AG, 2006)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Allergie, asthme • La maladie d'Alzheimer, parkinson, les rhumatismes. <p style="text-align: center;">(Favier, 2003)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Vieillessement de la peau. • Insuffisance rénale. • Dégénérescence de la rétine. • Réaction auto-immune. • Fibrose. • Malformations des fœtus. <p style="text-align: center;">(Favier et al, 1995)</p>

7. Les antioxydants:

Les antioxydants sont des molécules qui réduisent ou empêchent l'oxydation des autres Produits chimiques. Elle est définie par Harliwell comme « une substance qui empêche ou retarde l'oxydation d'un substrat à une concentration plus faible qu'un substrat oxydable » (Halliwell, 1999).

8. Mode d'action des antioxydants:

Les antioxydants se répartissent en deux catégories selon leur mécanisme d'action (Tableau3) (Pastre, 2005).

Tableau 3 : catégories des antioxydants selon le mode d'action (Pastre, 2005)

Système de défense	Exemple	Mode d'action
Primaire	La catalase (CAT) La glutathion (GSH)	les antioxydants préviennent la production d'RO en limitant la phase d'initiation des réactions d'oxydations (Pastre, 2005)

Secondaire	Les tocophérols	Ces molécules réagissent avec lesROO et/ou les R, bloquant ainsi les réactions de propagation. Ce type d'antioxydant permet d'éviter le passage de formes peu réactives (O ₂ ⁻) à très réactives (OH•) (Pastre, 2005)
------------	-----------------	--

9. Systèmes antioxydants endogènes:

9.1. Antioxydants enzymatiques:

Le système enzymatique est composé d'enzymes telles que la superoxyde dismutase, la catalase et la glutathion peroxydase, qui peuvent éliminer le RL et d'autres espèces actives (Ananya et Mandal, 2012).

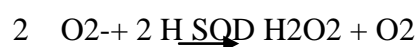
9.1.1. Catalase

C'est un antioxydant enzymatique qui se distribue dans tous les tissus animaux, et sa forte activité se retrouve dans les globules rouges et le foie. CAT décompose le peroxyde d'hydrogène et guérit les tissus des radicaux hydroxyles hautement réactifs (Rupeshkumar et al., 2012). Ce dernier se retrouve également dans les peroxysomes (Valko et al., 2006) et peut transformer le H₂O₂ selon la réaction suivante :



9.1.2. La superoxyde dismutase (SOD):

C'est une enzyme qui appartient à la famille des enzymes métalliques et qui est catalytique. La dismutation des radicaux superoxydes au peroxyde d'hydrogène et à l'oxygène moléculaire. Les enzymes SOD sont appelées la première ligne de défense. Trois types de SOD sont caractérisés par: le cuivre/zinc SOD (Cu/ZnSOD), fer (FeSOD), ou manganèse (MnSOD) en fonction de la nature des cofacteurs métalliques présents au niveau du site catalytique (Sánchez Venegas et al., 2009).



9.1.3. La glutathion peroxydase:

La glutathion peroxydase (GPX) est une enzyme antioxydante dans le plasma, le liquide extracellulaire et le cytosol qui dépend du Se et a pour effet d'éliminer le H₂O₂. L'action du GPX dépend également de la disponibilité du glutathion réduit (GSH), du GR et du NADPH, suggérant que le système antioxydant endogène agit de manière interdépendante (**Sayre et al.,2005**).



9.2. Antioxydants non enzymatiques:

Ce groupe est constitué de plusieurs composés qui réagissent directement ou indirectement avec les ROS. Les mécanismes indirects comprennent la chélation des métaux de transition. Cela élimine considérablement la génération de radicaux hydroxyles Toxique (**Kohen et Nyska,2002**).

Chapitre 2: Les Flavonoïdes

1. Définition des flavonoïdes:

Les flavonoïdes sont une classe importante de produits naturels et appartiennent plus particulièrement à la classe des métabolites secondaires des plantes à structures polyphénoliques largement distribués dans les fruits, les légumes et certaines boissons. Ils ont une variété d'effets biochimiques et antioxydants bénéfiques associés à diverses maladies telles que le cancer, la maladie d'Alzheimer (MA) et l'athérosclérose.

Ils sont considérés comme des pigments végétaux presque universels. On les trouve couramment dans toutes les plantes vasculaires et dans divers organes tels que les racines, les tiges, les arbres, les feuilles, les fleurs, les fruits et le miel. Elles varient aussi quantitativement et qualitativement selon le stade de développement de la plante (**Fritch et Griesbach, 1975**).

Les flavonoïdes possèdent un bâti d'ammoniac à 15 atomes de carbone qui est constitué en deux cycles en C₆ (A et B) reliés par un dédale en C₃ (**Figure 3**), on parle alors de chalcones. Ces dernières représentent l'avant-coureur de tous les flavonoïdes (**Heller et Forkmann 1993, Griesbach 1996, Hashimoto et al., 2004**). La chalcone est métabolisée sous l'effet de la chalcone isomérase en flavanone: naringénine. C'est sur cette dernière qu'agit ensuite la flavone synthase ou la (2S)- flavanone3-hydroxylase comme avantager les flavones: apigénine, dihydroflavonol et (2R-3R)- dihydrokaempférol respectivement. Les deux enzymes citées fonctionnent différemment: la première encourage la double liaison entre les carbones 2 et 3, pendant que la deuxième catalyse l'hydroxylation du C₃. Le dihydroflavonol en assistance de la flavonol synthase ou la dihydroflavonol-4- reductase, se métabolise en flavonol, kaempférol ou en flavan-3,4-glycol et leucoanthocyanidol respectivement (**Ono et al., 2006, Seeram et al., 2006**).

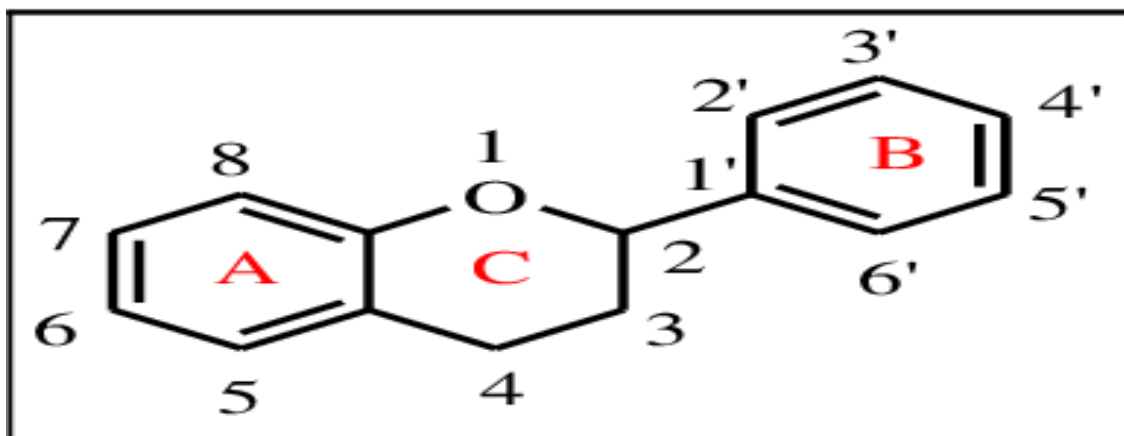


Figure 3: Squelette de base des flavonoïdes (**Chira et al., 2008**)

2. Classification des flavonoïdes:

Les flavonoïdes peuvent être divisés en différents sous-groupes (**Tableau 4**) en fonction du carbone du cycle C auquel le cycle B est attaché et du degré d'insaturation et d'oxydation du cycle C (**Manach C, Scalbert A, Morand C et al, 2004**)

- Isoflavones : Lorsque l'anneau B est attaché à l'anneau C à la position 3
- Néoflavonoïdes : Anneau B lié à 4 positions
- L'anneau B relié en position 2 peut être subdivisés en plusieurs propriétés structurelles de l'anneau C. Ces sous-groupes sont les flavones, les flavonols, les flavanones, les flavanonols, les flavanols ou catéchines, les anthocyanes et les chalcones. (**Figure 4**)

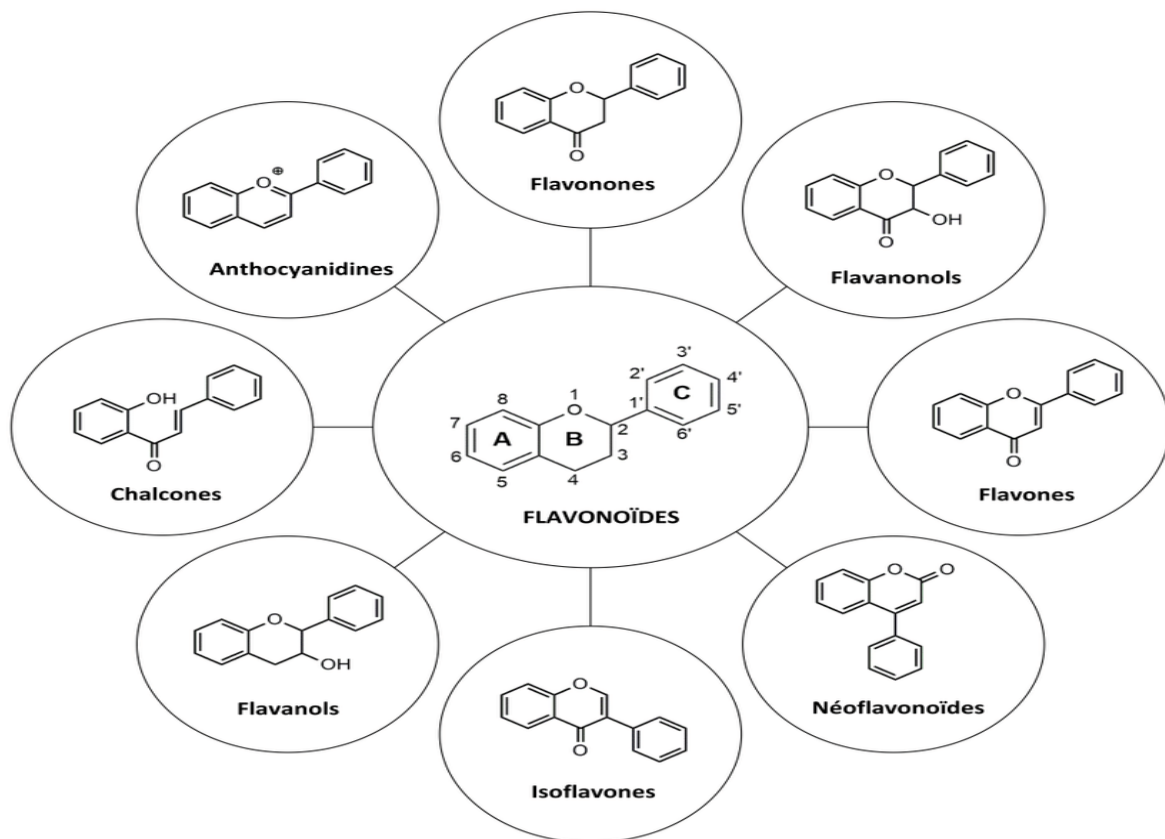


Figure 4: Les différentes classes de flavonoïdes (**Manach C, Scalbert A, Morand C et al, 2004**)

Tableau 4: classification des flavonoïdes (**Iwashina T, 2013**), (**Mathies A, Clavel T, Gùtschow M, et al., 2008**),(**Giusti M et Wroslstad R, 2003**),(**Hertog MG, Hollman PC et Van de PB, 1993**)

Classe	Caractéristique	Présence	Famille	fonction
Les flavones	Ils diffèrent des flavonols que par l'absence d'hydroxylation en position 3 sur le cercle C.	Le céleri, le persil et l'artichaut et en conséquence, leur apport alimentaire est très faible.	l'apigénine et la lutéoline	
Les flavonones	Sont des composés anti-radicalaires, le noyau FLAVONE est lui-même un dérivé du noyau FLAVANE de base.	Généralement dans tous les agrumes tels que les oranges, les citrons et les raisins.	L'héspéritine, la naringénine et l'ériodityol.	Sont associé à un certain nombre d'avantages pour la santé en raison de leurs propriétés (Iwashina T, 2013)
Les iso flavonoïdes	Sont des composés anti-radicalaires, le noyau FLAVONE est lui-même un dérivé du noyau FLAVANE de base.	Généralement dans tous les agrumes tels que les oranges, les citrons et les raisins.	L'héspéritine, la naringénine et l'ériodityol.	Sont associé à un certain nombre d'avantages pour la santé en raison de leurs propriétés (Iwashina T, 2013)
Les néo flavonoïdes	Sont un sous-groupe important et très distinctif de flavonoïdes. Les isoflavonoïdes ne bénéficient que d'une distribution limitée.	Le règne végétal, le soja et d'autres plantes légumineuses. Certains iso flavonoïdes ont également été signalés comme étant présents dans les microbes.		Ils jouent un rôle important en tant que précurseurs du développement des phytoalexines lors d'interactions avec les microbes végétaux et présentent un énorme potentiel pour combattre un certain nombre de maladies

				(Mathies A, Clavel T, Gùtschow M, et al., 2008)
Les anthocyanes	Leur couleur dépend du pH et également de la méthylation ou de l'acylation au niveau des groupes hydroxyle sur les cycles A et B.	Principalement dans les couches cellulaires externe de divers fruits tels que les : cassis, raisins rouges et les fraises	La cyanidine, la delphinidine, la malvidine, la pélargonidine et la peonidine.	Sont des pigments responsables des couleurs des plantes, des fleurs et des fruits(Giusti M et Wroslstad R, 2003)
Les Chalcones	Ils sont caractérisés par l'absence de 'cycle C' de la structure du squelette, les chalcones et leurs dérivés ont suscités une attention considérable en raison de nombreux avantages nutritionnels et biologiques.	Les tomates, les fraises, et certains produits de blé. (Hertog MG, Hollman PC et Van de PB, 1993)	La phloridzine, l'arbutine, la phlorétine et la chalconaringénine.	

3. Localisation et distribution des flavonoïdes:

Les flavonoïdes sont principalement abondants dans les feuilles de légumes (laitue, chou, épinards, etc.) et les coques de fruits. **(Justen, 1998)**. Ces éléments font régulièrement partie de notre alimentation quotidienne (**Tableau 5**) de 12g/jour. L'apport moyen en flavonols et flavones est de 23 mg/jour et contient de la quercétine, un flavonol qui apporte 16 mg/jour **(Heim et al., 2002)**.

Tableau 5: La distribution nutritionnelle de certains flavonoïdes (Justen, 1998, Heim et al., 2002).

Flavonoïdes	Aliments
Flavanones - Naringénine	<ul style="list-style-type: none"> • Fruits du genre citrus
Flavones - Chrysin - Apigénine - lutéoline	<ul style="list-style-type: none"> • Peau des fruits • Persil, thym, romarin, céleri • Persil, céleri
Flavonols - kaempférol - quercétine - myricétine	<ul style="list-style-type: none"> • Radis, brocolis, thé noir • Oignon, pomme, olive, vin rouge, tomate • Canneberge, vin rouge
Flavan-3-ols - épicatechine - catéchine - épigallocatechine	<ul style="list-style-type: none"> • Thé vert, thé noir • Thé vert, thé noir • Vin rouge
Anthocyanidols - cyanidol - malvidol - apigénidol	<ul style="list-style-type: none"> • Cassis, myrtilles • Raisins, fraises, cassis • Framboise, fraises

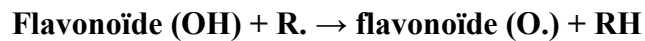
4. Rôle et intérêt des flavonoïdes:

Leur fonction principale semble être la coloration des plantes (sauf la chlorophylle, caroténoïdes et la bétaine), même si leur présence est parfois masquée. Ils existent sous une forme « incolore », ce qui explique leur intérêt commercial pour l'industrie alimentaire. (Gàbor M, Cody V, 1988)

Ils mentionnent non seulement les propriétés pharmacologiques les plus importantes, mais agissent également comme agents protecteurs, impliqués dans la transduction du signal, la reproduction, l'étiologie et la symbiose. (Harkati, 2011).

5. Propriétés biologique des flavonoïdes:

Comme le montrent de nombreuses études, les flavonoïdes sont des molécules de défense contre les organismes pathogènes, et leurs propriétés ont été utilisées pour leur potentiel thérapeutique contre les micro-organismes. Ils sont connus pour leurs activités antivirales, anti-tumorale, anti-inflammatoire, antiallergique et anticancéreuse. Les propriétés les mieux décrites des flavonoïdes sont leur activité antioxydante et leur capacité à éliminer les radicaux libres: radicaux hydroxyles (OH•), anions superoxydes (O₂•-) et radicaux peroxylipides (**Cao G, Sofic, E, Prior RL (1997).**) Après la réaction suivante:



Les flavonoïdes inactivent et stabilisent les radicaux libres grâce au groupe hydroxyle hautement réactif (C3OH). Il peut également chélater les ions métalliques (libérés des protéines liées ou de transport). Cela permet d'amplifier ces effets nocifs par la génération de radicaux hydroxyles (OH •). (**Nijveldt RJ, van Nood E, van Hoorn DEC, et al., 2001**); (**Rice Evans CA, Miller NJ., 1996**).

Plusieurs études ont montré que les flavonoïdes sont des inhibiteurs enzymatiques de l'aldose réductase (**Nakai N, Fujii Y, Kobashi K, et al.,(1985)**), Phospholipase A2 et enzymes inflammatoires : cyclooxygénase et lipoxygénase(**Yeon SC, Hyon GJ, Kun HS, et al., 2001**).

Chapitre 3: *Corchorus Olitorius*

1. Noms vernaculaires:

Corchorus Olitorius est connu à la fois comme plante médicinale et comme fibre de la famille des Tiliaceae (**Figure 5**). Communément appelée jute, on l'appelle Molekhiya dans le nord de Chypre, en Turquie et aux Philippines, Mroheiya au Japon, la mauve du juif dans L'hébreu et le gombo au Nigeria et dans d'autres pays d'Afrique de l'Ouest (**Özdenefetal., 2018**).



Figure 5: Feuilles de corète potagères (*CorchorusOlitorius*) (**Soro, 2012**)

2. Origine:

Corchorus Olitorius. (Feuilles de molokhiyaou Corchorus) est un légume originaire d'Égypte et très apprécié en Méditerranée et au Moyen-Orient. Il est très nutritif, très sain et contient du calcium, du carotène, des minéraux, des vitamines A, B1 et B2. (**Ciheam, 2012**) ; (**Kahane et al., 2005**)

3. Taxonomie:

La classification systématique de *CorchorusOlitoriusselon* (**Kiebre, 2015**) (**tableau6**)

Tableau 6: Taxonomie de *CorchorusOlitorius*. (**Kiebre, 2015**)

Règne	Plantea
Sous-règne	Trcheobionta
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Sous-classe	Dilleniidae

Ordre	Malvales
Famille	Tilliaceae
Genre	Corchorus
Nom binominal	<i>Corchorusolitorius Linn</i>

4. Description de la plante:

La Mouloukhia est une plante annuelle qui pousse d'août à septembre dans les régions tropicales (Tableau 7), subtropicales et chaudes. (Loumerem et Alercia., 2016).

La hauteur de la collète végétale est d'environ 2,40 m, la hauteur des feuilles est de 6,10 cm et la largeur est de 3,56 cm (Mahmoud et al., 2016).

Marquée par couleur verte (**Figure 5**) et une forme en forme de lance finement dentée (Loumerem et Alercia., 2016), avec une pointe acérée, une base pointue et une texture légèrement épineuse. Tige droite, branche moyenne (Oswaru et al., 2012).

Tableau 7: Propriétés des feuilles d'el Mouloukhia *Corchorus Olitorius* (Bonnet, 2015)

Nom latin	<i>Corchorus Olitorius L.</i>
Partie végétale utilisée	Feuilles
Couleur	Verte
Goût	Proche du goût des épinards
Odeur	Typique au henné

5. La composition chimique de la feuille:

La composition chimique est résumée dans le tableau suivant:

Tableau 8: Composition de la corétepotagère pour 100g de partie comestible (Loumerem et Alercia., 2016)

Nutriments	Valeurs nutritionnelles / 100g
H2O	85-87 g
Protéines	5,6 g
Lipides	0,7 g
Fer	4,8 mg
Fibres	1,5 g
Calcium	250-266 mg
Vit A	1,5 mg
Vit (B1), Vit (B2), Vit (B3)	0,1 mg. 0,3 mg. 1,5 mg
Vit C	53-100 mg

CorchorusOlitorius est une plante très riche en omégas 3 avec une concentration égale à 49,5%, Elle contient également plusieurs types d'acides gras comme : l'acide palmitique (C16 :0) 23%, acide stéarique (C18 : 0) inférieur à 4% (Mahmoud et al.,2016).

6. Usage:

6.1. Usage thérapeutique:

De nombreux légumes feuilles ont des propriétés médicinales et peuvent servir d'alicaments. En effet, leur consommation peut prévenir ou guérir de nombreuses maladies ainsi que des insuffisances nutritionnelles.

Les racines de corétepotagère sont utilisées comme traitement contre les maux de dents au Kenya. Tandis que les pousses feuillées peuvent traiter les troubles cardiaques au Congo. En Tanzanie, une fusion de feuille est utilisée pour soulager la constipation et les graines comme purgatif et de fébrifuge au Nigeria (Bonnet.,2015).

CorchorusOlitorius a la propriété de renforcer le système immunitaire et de prévenir le cancer, le vieillissement prématuré, l'ostéoporose et l'hypertension artérielle. Sa teneur en

vitamines hydrate notre peau et la rend douce et lisse. Riche en fibres alimentaires hydrosolubles. Ces fibres réduisent le cholestérol et aident à prévenir l'obésité et le diabète. **(Edward Walker, 2012).**

Les plantes médicinales sont connues depuis longtemps et sont depuis utilisées pour aromatiser, conserver, et surtout favoriser à promouvoir une bonne santé et traiter les aliments médicaux (maladies).

Les feuilles de *Corchorus Olitorius* sont connues pour être riches en nutriments et peuvent être utilisées pour traiter les personnes atteintes d'infections causées par *Staphylococcus aureus* et *Bacillus subtilis* **(Özdenfeetal., 2018).**

Elles sont adoptées pour traiter la fièvre, les tumeurs, les douleurs pectorales, la dysenterie **(AdegokeetAdebayo- Tayo, 2009)**. Les bâtonnets de *Corchorus Olitorius* peuvent être collectés pour être utilisés comme combustible, pour la production de charbon de bois et de poudre à canon, en plus de leurs avantages nutritionnels **(Özdenfeetal., 2018).**

Cette plante a également une variété d'utilisations dans la médecine traditionnelle africaine. Ce type de graines est efficace contre la gangrène, le phthirius, la gale et elles sont également un conservateur en usage externe **(Kiebre et al., 2016)**

6.2. Usage traditionnelle:

La corète potagère est utilisée comme légume-feuilles mucilagineux. Dans plusieurs pays d'Afrique, elle est consommée sous forme de soupe visqueuse, ou ajoutée au ragout pour sa richesse en fibre, vitamines et minéraux **(Loumerem et Alercia., 2016).**

Ses feuilles sont utilisées en cuisines dans de nombreux pays tel que l'Afrique de l'Ouest, le Maghreb et le Moyen-Orient, d'où le nom du plat (mouloukhiya) en Algérie, Tunisie, Égypte, le Liban et la Syrie. **(Kiebre, 2016)**

Partie expérimentale

Matériels et méthodes

1. Matériels:

1.1.Préparation du matériel végétal:

La plante étudiée *Corchorus Olitorius* est achetée chez l'herboriste sous forme de poudre et choisie essentiellement sur la base de son intérêt (**figure 6**).

Cette poudre végétale va être soumise à une étape de dégraissage.



Figure 6: *Corchorus Olitorius* en poudre.

2. Méthodes d'analyses:

2.1.Extraction des polyphénols totaux:

Après un dégraissage de 6 heures, la poudre végétale ainsi récupérée va être soumise à une macération hydro-alcoolique. L'extraction des composés phénoliques consiste à macérer à froid l'échantillon (la poudre dégraissée) à analyser dans une solution du méthanol aqueuse pendant 24h. Après filtration, la solution est évaporée à sec par un évaporateur rotatif sous pression réduite à 40°C (Yu et Dahlgren, 2005).

- **Mode opératoire:**

5g de la poudre dégraissée est soumise à une macération dans un mélange méthanol/eau (70/30: v/v) pendant 24 heures. Cela permet une meilleure extraction des composés

phénoliques. Après filtration, la solution est évaporée à sec par un évaporateur rotatif sous pression réduite 40°C (**figure 07**).



1. Dégraissage des lipides.

2. Macération



3. Filtration

Figure 7: Les étapes d'extraction de polyphénols.

- **Détermination du rendement:**

Le rendement désigne la masse de l'extrait déterminée après évaporation du solvant, il est exprimé en pourcentage par rapport à la masse initiale de la plante soumise à l'extraction.

La formule de calcul du rendement d'extraction est la suivante :

$$Rdt \% = \frac{M \text{ ballon après évaporation} - M \text{ ballon vide}}{M \text{ échantillon}} * 100$$

Avec :

- M extrait (M ballon après évaporation - M ballon vide) = masse de l'extrait en gramme.

- M échantillon = masse de l'échantillon en gramme (**Boubekri, 2014**). (**après l'extraction des flavo, apres le protocole**)

2.2.Extraction des flavonoïdes:

Les flavonoïdes sont une classe de métabolites secondaires des plantes, présents sous forme de pigments polyphénoliques qui colorent les fruits et les feuilles (**Brunton, 1999**).

Ils donnent généralement avec le magnésium, en présence d'acide chlorhydrique, une coloration rose ou rouge (**Cavé, 1993**).

- **Principe :**

Après une macération de 15g dans 100 mL MeOH/eau (70/30) pendant 2h ou 1h30 (3 heures s'il le faut) nous avons filtré papier filtre ensuite, nous avons évaporé ensuite la phase organique (MeOH) à 60°C. Les résidus secs obtenus après évaporation du filtrat méthanolique ont été repris dans une ampoule à décanter et épuisés successivement avec d'acétate d'éthyle (AcOEt) et butanol (n-BuOH). Les résidus secs ont été repris dans 6ml de méthanol puis conservés à basse température. Ces derniers étant la phase d'acétate d'éthyle et la phase n-butanol respectivement.

- **Mode opératoire :**

Faire une macération de 15g dans 100mL MeOH/eau (70/30) pendant 24h

↓
Filtrer avec du papier filtre

↓
Evaporer la phase organique (MeOH) à 60°C

↓
Dépigmentation

Matériels et méthodes



Eliminer la phase organique, et fractionner la phase aqueuse avec l'acétate d'éthyle



Evaporer la phase organique entre 40 et 50C°



Garder la phase organique et fractionner la phase aqueuse avec le n-butanol



Evaporer entre 60 et 70C° et garder la phase aqueuse pour la vérification



- **Détermination du rendement:**

Le rendement désigne la masse de l'extrait déterminée après évaporation du solvant, il est exprimé en pourcentage par rapport à la masse initiale de la plante soumise à l'extraction.

La formule de calcul du rendement d'extraction est la suivante :

$$Rdt \% = \frac{M \text{ ballon après évaporation} - M \text{ ballon vide}}{M \text{ échantillon}} * 100$$

Avec :

- M extrait (M ballon après évaporation - M ballon vide) = masse de l'extrait en gramme.
- M échantillon = masse de l'échantillon en gramme (**Boubekri, 2014**). (**après l'extraction des flavo, apres le protocole**)

2.3. Dosage des polyphénols totaux:

- **Principe :**

La teneur en polyphénols totaux des extraits des plantes est déterminée par la méthode de (**Singleton et Ross, 1965**) utilisant le réactif de Folin-Ciocalteu.

Le Folin-Ciocalteu est un acide jaune constitué d'un mélange d'acide phosphotungstique ($H_3PW_{12}O_{40}$) et d'acide phosphomolybdique ($H_3PMO_{12}O_{40}$). Le principe de cette méthode est

reposé sur l'oxydation des composés phénoliques par le réactif (**Vermerris et Nicholson, 2006**).

Lorsque les polyphénols sont oxydés, ils réduisent le réactif Folin-Ciocalteu en un complexe bleu composé d'oxyde de tungstène et de molybdène. L'intensité de la couleur est directement proportionnelle à la teneur en composés phénoliques oxydés (**Boizot et Charpentier, 2006**).

- **Mode opératoire :**

200 µl de l'extrait est ajouté à 1 ml du réactif de Folin-Ciocalteu dilué 10 fois, puis on ajoute 800 µl d'une solution de carbonate du sodium (Na_2CO_3) à 7,5% après 30 minutes d'incubation, et à l'obscurité, l'absorbance a été mesurée à 765 nm. Les concentrations des polyphénols sont réalisées à partir des gammes d'étalonnage établies avec l'acide gallique et sont exprimées en milligramme d'équivalent d'acide gallique par gramme de matière sèche (mg EAG/g MS).

2.4. Dosage des flavonoïdes:

- **Principe :**

La méthode du trichlorure d'aluminium (**Bahoruneta., 1996**) est utilisée pour quantifier les flavonoïdes dans les différents extraits; cette méthode basée sur la formation d'un complexe flavonoïde-aluminium, ayant le maximum d'absorbance à 430 nm. La quercétine a été utilisée pour faire la courbe d'étalonnage.

- **Mode opératoire :**

1ml de chaque échantillon ou du standard (quercétine), dilués dans le méthanol, est ajouté à 1ml de la solution d' AlCl_3 (2% dans le méthanol). Après 10 min d'incubation, l'absorbance est lue à 430 nm par un spectrophotomètre UV-visible. Le blanc utilisé est le méthanol avec AlCl_3 (l'extrait est remplacé par du MeOH), (**Saffidine, 2018**).

2.5. La capacité antioxydante totale (CAT):

Cette technique est basée sur la réduction de molybdène Mo (VI) présent sous la forme d'ions molybdate MoO_4^{2-} à molybdène Mo (V) MoO_2^+ en présence de l'extrait pour former un complexe vert de phosphate Mo (V) à pH acide. Elle est réalisée selon la méthode de (**Prieto et al., 1999**).

- **Mode opératoire :**

Un volume de 0,3 ml de chaque extrait est mélangé avec 3 ml de solution du réactif (0,6 M acide sulfurique, 28 mM phosphate de sodium et 4 mM molybdate d'ammonium). Les tubes sont vissés et incubés au bain marie à 95 °C pendant 90 min. Après refroidissement, l'absorbance des solutions est mesurée à 695 nm contre le blanc qui contient 3 ml de la solution du réactif et 0,3 ml du méthanol et il est incubé dans les mêmes conditions que l'échantillon. La capacité antioxydante totale est exprimée en milligrammes équivalents d'acide ascorbique par gramme de la matière sèche (mg EAA/g MS).

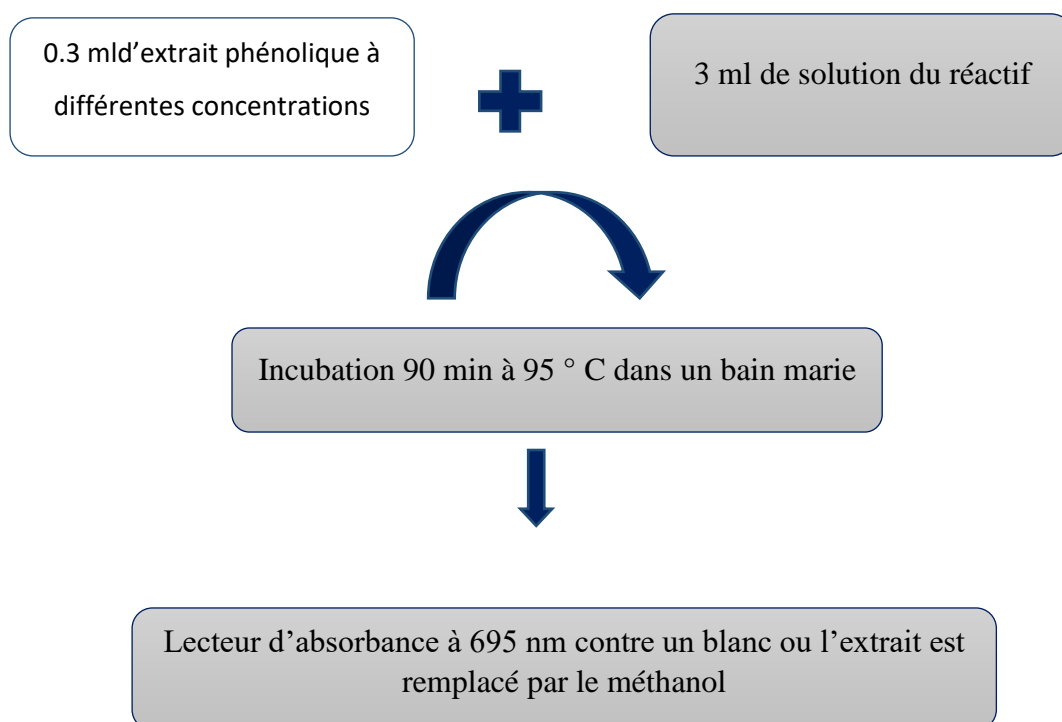


Figure 8 : Protocole d'évaluation de la capacité antioxydante totale de l'extrait phénolique de *Corchorus Olitorius*.

2.6. Test de Cytotoxicité:

- **Le principe :**

Le principe de ce test est de mettre en contact des hématies avec l'extrait à différentes concentrations (50-2000 µg/ml) dans une solution isotonique et de suivre le taux d'hémoglobine libérée par les cellules hémolysées, dans le but d'évaluer la cytotoxicité de l'extrait, vis-à-vis des GRh.

- **Mode opératoire :**

Le protocole suivi est celui de **Bulmus** et ses collaborateurs (2003).

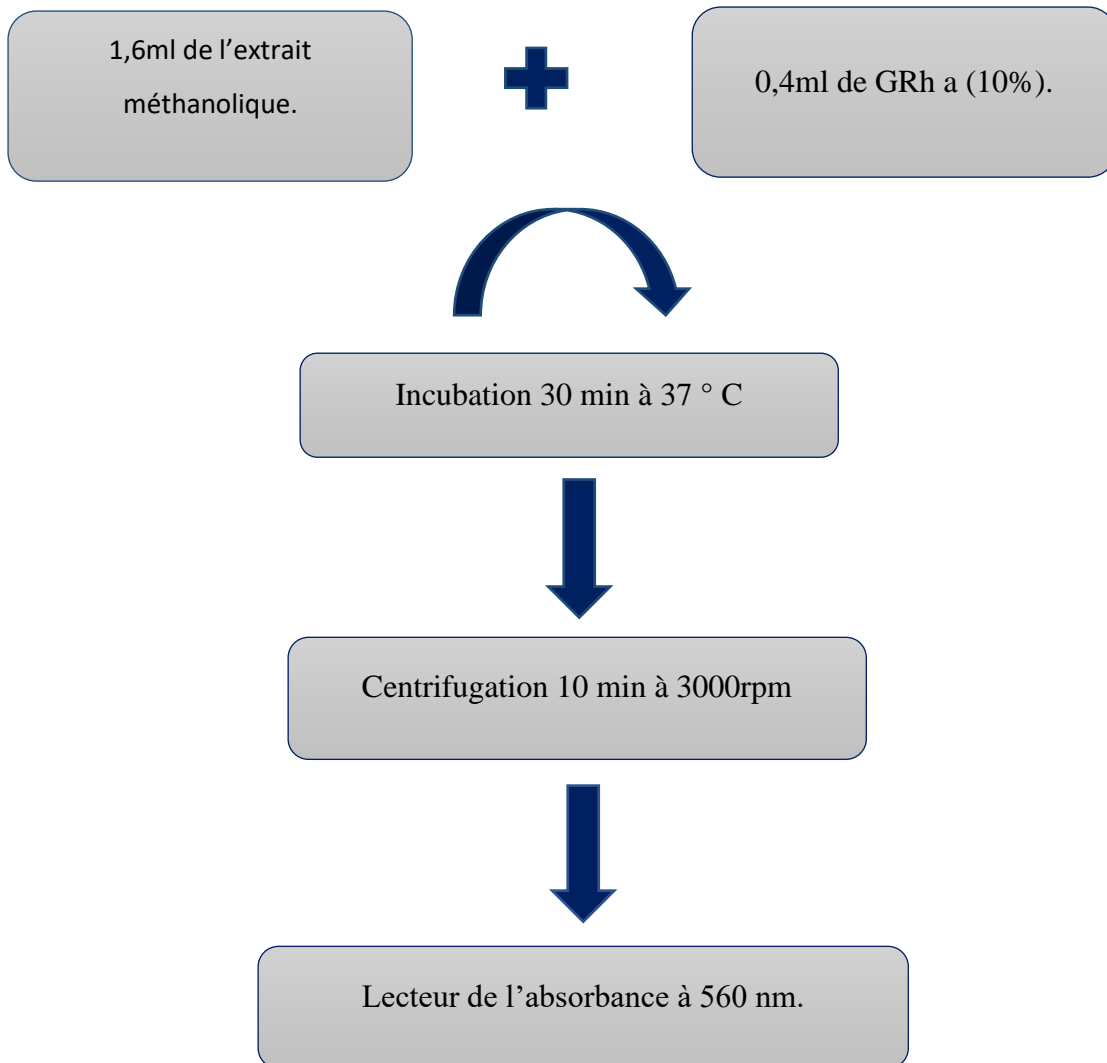


Figure 9 : Protocole d'évaluation du test de cytotoxicité sur l'extrait de *Corchorus Olitorius*.

- **Expression des résultats :**

Le pourcentage d'hémolyse a été calculé à partir de la formule suivante :

$$\% \text{ d'hémolyse} = (At/Ac) \times 100$$

Où : Ac = Absorbance du contrôle ; At = Absorbance du test

Résultats et Interprétations

1. Rendement d'extrait phénolique brut de *Corchorus Olitorius*:

Le poids de l'extrait sec est déterminé par la différence entre le poids du ballon plein (après évaporation) et le poids du ballon vide (avant évaporation). Les résultats de cette manipulation sont représentés dans le (Tableau 9).

Tableau 9: Rendement d'extrait phénolique brut de *Corchorus Olitorius*.

La plante	Rendement en %
Corchorus Olitorius	17%

Le rendement de l'extraction varie en fonction de l'espèce végétale utilisée dans l'extraction, les conditions de séchage, le contenu de chaque espèce en métabolite et de la nature de solvant utilisé dans l'extraction ou le fractionnement et de sa polarité.

Les résultats montrent clairement que les feuilles de *Corchorus Olitorius* ont un fort rendement en polyphénol de l'ordre de 17%.

2. Dosage des polyphénols totaux:

Le tableau 10 résume le résultat obtenu de teneur en phénols totaux de l'extrait phénolique de *Corchorus Olitorius*.

Tableau 10: La teneur en polyphénols de l'extrait brut de *Corchorus Olitorius*.

La plante	Phénols totaux (ml /extrait)
<i>Corchorus Olitorius</i> (feuilles)	0,0360 MS (ml /extrait)

3. Dosage des flavonoïdes:

Le tableau 11 résume le résultat obtenu de teneur en flavonoïdes de l'extrait phénolique de *Corchorus Olitorius*.

Tableau 11: La teneur en flavonoïdes de l'extrait brut de *Corchorus Olitorius*.

La plante	Flavonoïdes (ml/extrait)
<i>Corchorus Olitorius</i> (feuilles)	2,0781 mg EAG (ml/extrait)

4. Extraction des flavonoïdes:

Le tableau 12 présente le résultat obtenu le rendement en flavonoïdes de l'extrait phénolique des feuilles de *Corchorus Olitorius*.

Tableau 12: Le rendement (%) en flavonoïdes de l'extrait brut de *Corchorus Olitorius*.

La plante	Fraction d'acétate d'éthyle	Fraction de N-butanol
<i>Corchorus Olitorius</i> (feuilles)	20%	1.2%

5. Capacité antioxydante totale (CAT):

Les résultats obtenus sont représentés dans le tableau 13, montrent que nos extraits possèdent des activités antioxydantes différentes dont l'extrait butanoliquea une activité antioxydante plus forte que l'extraitacétique.

Tableau 13: l'activité antioxydante totale des extraits acétiques et butanoliques

	La fraction d'acétate d'éthyle	La fraction de n-butanol
Activité antioxydante totale (mg EAA/g MS)	0,2363	0,3974

6. Test de cytotoxicité:

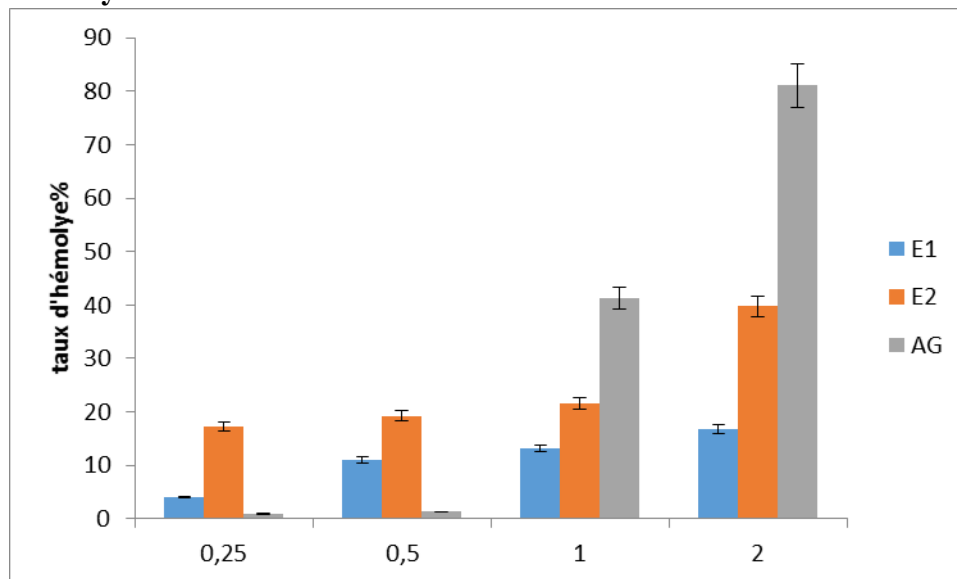


Figure 10 : Pourcentage de l'hémolyse en fonction des concentrations des extraits de flavonoïdes.

Les colonnes graphiques montrent une différence dans le taux d'hémolyse pour les différentes concentrations des extraits de flavonoïdes comparés à la molécule de référence l'acide gallique.

À la concentration de 0,25 mg/ml, le taux d'hémolyse de l'extrait phénolique des feuilles de *Corchorus Olitorius* est de 4,6% pour l'extrait E1 et de 17,33% pour l'extrait E2 comparés à l'acide gallique (0,912%). Cependant à partir de la concentration de 0,5 mg/ml, le taux d'hémolyse de notre extrait est inférieure celui de l'acide gallique.

Le test de cytotoxicité sur les globules rouges humaine montre que l'extrait phénolique des feuilles de *Corchorus Olitorius* n'exerce aucun effet toxique à des concentrations comprises entre 250 µg/ml et 2000 µg/ml.

Discussion

La médecine traditionnelle reste le traitement principal d'une grande majorité des populations pour résoudre leurs problèmes de santé (**Ladoh et al., 2014**). Selon l'organisation mondiale de la santé, près de 80% des populations dépendent de cette dernière pour des soins de santé primaire (**OMS, 2002**).

Les plantes médicinales sont utilisées comme traitement traditionnel de nombreuses maladies humaines depuis plusieurs années dans de multiples régions dans le monde (**Chaban et al., 2013**). La phytothérapie par les plantes riches en polyphénols et principalement en flavonoïdes a aperçu un grand regain grâce à leurs propriétés biologiques qui sont primordiales et vastes (**Ngene et al., 2015**).

Ces composés biologiquement actifs jouent un rôle primordiale, essentiellement dans la lutte contre le cancer, les maladies cardiovasculaires et l'oxydation des lipides, ce qui expose également leur large application dans la fabrication de médicaments. Ils sont aussi impliqués dans la protection des plantes contre plusieurs attaques microbiennes (en particulier les champignons), qui peuvent entraîner une baisse importante de végétation (**Bruneton., 1999**). L'objectif de cette étude est d'évaluer l'activité biologique de l'extrait flavonoïque de la plante *Corchorus Olitorius* (**khan, 2008**).

Notre étude est consacrée à la quantification des phénols totaux et des flavonoïdes de *Corchorus Olitorius* et de tester la cytotoxicité l'activité antioxydante des flavonoïdes, par des méthodes colorimétrique.

Cette espèce de la famille de Tiliaceae est largement utilisée pour traiter divers troubles digestifs tels que la diarrhée, les maux d'estomac, la dysenterie, la constipation, les ulcères et la prévention de l'anémie (**Khan, 2008**).

Les résultats obtenus concernant les rendements indiquent que les feuilles *Corchorus Olitorius* renferme un taux de 17% en polyphénols totaux cependant l'extraction des flavonoïdes montre la fraction acétique est plus élevée à celui de la fraction butanolique (20% ; 1,2% respectivement). Selon (Elâgoun, 2003) l'acétate d'éthyle est utilisé pour l'extraction des flavonoïdes aglycones ou flavonoïdes mono O- glycosides et partiellement di-O-glycosides, tandis que le n-butanol est utilisé pour l'extraction des flavonoïdes di-O-glycosides et tri-glycosides et C-glycosides, donc nous constatons que notre plante est riche en flavonoïdes di-O-glycosides et tri-glycosides et C-glycosides que en aglycones.

Ces résultats ne peuvent être pas comparés avec ceux de la littérature, parce qu'ils sont liés aux conditions, à la durée de stockage, la date de récolte et aux propriétés génétiques de la plante, ce qui a été confirmé par les travaux de AbiAzar (2007).

Au cours du test de quantification de l'extrait phénolique de *Corchorus Olitorius*, nous avons obtenus une teneur de 0,0360 mg EAG/mg d'extrait en phénol totaux. Ce résultat est inférieure à celui enregistré par **(Meite et al., 2017)**, qui ont trouvé une teneur en polyphénol total compris entre 866±15,3 mg EAG /G de MS pour une concentration de 0.1 g /ml de *Corchorus Olitorius*. Deplus, les études **d'Eseyin et al.,(2014)** montrent que *Corchorus Olitorius* contient une teneur très importante en polyphénol totaux compris entre 0,100±6,84×10⁻⁵ mg/ml par rapport aux autres plantes étudiées.

Notre résultat peut être expliqué par la solubilité des composés phénoliques, car les polyphénols ont besoin de leur nature chimique dans la plante, qui varie de composés simples à fortement polymérisés et la polarité du solvant utilisé **(Garcia-Salas et al., 2010)** d'une part et d'autre part la teneur phénolique d'une plante dépend d'un certain nombre de facteurs intrinsèques (génétique) et extrinsèques (conditions climatiques, les pratiques culturelles, la maturité à la récolte et les conditions de stockage) **(Falleh et al., 2008 ; Podsedek, 2007)**.

En ce qui concerne les flavonoïdes, ces composés peuvent empêchés les dommages oxydatifs par différentes mécanismes d'actions: soit par capture des radicaux hydroxyles, superoxydes, alkoxyles et peroxydes **(Hodek et al., 2002)**. Soit par chélation des métaux (le fer et le cuivre) qui sont d'importance majeure dans l'initiation des réactions radicalaires; soit par l'inhibition des enzymes responsables de la génération des radicaux libres **(Van Acker et al., 1996; Benavente-Garcia et al., 1997)**.

Notre résultat montre que la plante étudiée renferme une teneur plus ou moins importante en flavonoïdes (2,0781 mg EAG/g extrait). **(Olaniyi et al., 2015)** ont trouvés une teneur compris entre 1.650-1.880 mg QE/g dans l'extrait méthanolique, on peut expliquer ce résultat par la différence du standard utilisé pour le dosage des flavonoïdes. **(Barnham et al., 2004)**, ont trouvé que l'extrait phénolique possède des flavonoïdes avec un pourcentage égal à 54.1% et le reste (45.9%) représente autres composés. Et selon **(Constant et al., 2014)**, *Corchorus Olitorius* a une meilleur teneur en flavonoïdes par rapport une série de plantes étudiées (74.30 ± 1.69 mg/100 g).

Concernant la capacité antioxydante totale des deux fractions, Les résultats obtenus indiquent que la fraction butanolique presente une capacité antioxydante importante parrapport à celle de la fraction acétique (2.36%; 3.97% respectivement).

Globalement, la plante sélectionnée dans ce travail contient des molécules très intéressantes qui peuvent être considérées comme des agents antioxydants de première classe et peuvent être employées pour des applications thérapeutiques, sachant que les antioxydants contribuent

de manière très efficace à la prévention des maladies telles que le cancer, et les maladies cardiovasculaires.

L'étude de la cytotoxicité des extraits de plantes *in vitro*, en utilisant les globules rouges comme model a été largement utilisée (**Novaes et al.,2007**), car elles sont faciles à isoler du sang et leursmembranes ont des similitudes avec d'autres membranes cellulaires (**Robertis et Robertis 1995**).

Concernant l'étude de la cytotoxicité des extraits des feuilles de *Corchorus Olitorius*, nos résultats montrent que le test des globules rouges par l'acide gallique provoque une augmentation du taux d'hémolyse, en fonction des concentrations. Cette molécule de référence présente un effet hémolytique à partir de la concentration 0,25 mg/ml avec un pourcentage d'hémolyse de 0,912% à concentration de 2 mg /ml l'hémolyse augmente maximum à 81,068 %, par contre les extraits flavonoïques de *Corchorus Olitorius*(16,83% ; 39,73%),ne provoque aucun effet toxique et Selon la nouvelle méthode de **Lorke** telle qu'utilisée par **CHINEDU et al, (2013)** ont tester la toxicité aigüe de *CorchorusOlitorius* sur douze rats ont été divisés et répartis en 4 étapes.Les résultat montrent aucun comportement de toxicité et aucune mortalité n'ont été observés après toutes les étapes d'administration à dose unique d'extrait de feuille de *Corchorus Olitorius* pendant la période d'étude de toxicité aigüe qui a duré de 1 à 7 jours, même à une dose de 5000 mg / kg de corps. Une répétition de cette dose la plus élevée sur 2 animaux au stade de confirmation du test ne produit toujours aucune mortalité. Bien que les animaux soient restés calmes immédiatement après l'administration, ils ont cependant retrouvé leur agilité et leurs activités physiques en 2 heures.

Afin de maintenir notre santé et le bien-être,nous recommandons de consommer la corète potagère comme salade sous forme de feuilles vertes ou comme épice ajoutée aux plats, pour sa richesse importante en polyphénols, flavonoïdes, Omega 3 et plusieurs vitamines et autres molécules et leur bienfait qui risque d'être altérés par le chauffage.

Conclusion générale

Pour équilibrer le stress oxydatif, l'organisme a développé son propre système de défenseantioxydant, se souvenant des antioxydants d'origine végétale tels que les flavonoïdes, les familles de tocophérols, l'acide ascorbique et les caroténoïdes. **(Laguerre et al., 2007)**.

Au cours de ce travail, nous avons pu étudier une plante habituellement utilisée comme plat dans la cuisine algérienne, afin de mettre en évidence ses vertus médicinales déjà reconnues dans d'autres pharmacopées de par le monde, et qui est la corète potagère « *Corchorus Olitorius* »

L'évaluation de l'effet thérapeutique de notre plante, a donné des résultats très satisfaisants comparables à ceux relevés dans la littérature pour sa richesse en polyphénols totaux et flavonoïdes et une bonne activité antioxydante et ne présente aucun effet toxique pour les concentrations 0.250- 2mg/ml.

Pour plus d'efficacité, certaines perspectives peuvent être envisagées :

- Déterminer le profil phénolique de *Corchorus Olitorius*.
- Tester la toxicité des extraits de *Corchorus Olitorius* *in vivo*.
- Évaluer l'activité anti-inflammatoire de l'extrait flavonoïque de *Corchorus Olitorius* *in vivo*
- Caractériser et isoler les substances responsables de ces propriétés thérapeutiques.

Références bibliographiques

Références bibliographique

A

- ❖ **Akyol, Ö ;Işci, N ; Temel, I ; Özgöçmen, S ; Uz, E ; Murat, M ; and Buyukberber, S. (2001).**Relations entre les enzymes anti-oxydantes plasmatiques et érythrocytaires et la peroxydation des lipides chez des patients atteints de polyarthrite.
- ❖ **Ananya M, Mandal, DM. 2012.** Article Systèmes Antioxydants d'Enzymes.

B

- ❖ **Beam, Adam.** « Ce débat de durée de vie est l'un des âges »Boston Globe.3 février 2005.
- ❖ **Boizot N et Charpentier J-P. (2006).**Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre fustier. Le cahier des Techniques de l'Inra.pp79-82.
- ❖ **BONNET P. (2015).**CorchorusOlitorius (PROTA). Plant Resources of Tropical Africa. 1 (529) : 1-2.
- ❖ **Boubekrichérifa,(2014).**Etude de l'activité antioxydante des polyphénols extraits de slannummelongena par des techniques électrochimiques, Thèse du Doctorat Université –Mohamed Khinder –Biskra ;68 ;1-176.
- ❖ **Bruneton J. (1999).** Pharmacognosie: Phytochimie, plantes medicinales. Tec & Doc. Lavoisier 3ème édition, Paris.
- ❖ **Bulmus, V., Woodward, M., Lin, L., Murthy, N., Stayton, P., et Hoffman, A., 2003.** A new pH-responsive and glutathione-reactive, endosomal membrane disruptive polymeric carrier for intracellulardelivery of biomoleculardrugs. Journal of Controlled Release, 93(2), 105-120.

C

- ❖ **Cao G, Sofic, E, Prior RL (1997)** Antioxidant and prooxidant behavior of flavonoids: structure-activity relationships. Free RadicBiol Med 22: 749-60
- ❖ **Chira, K., Suh, J.H., Saucier, C., &Teissède, P.L. (2008).** Les polyphénols du raisin. Phytonutrition fondamentale, 6 (2), 75–82. Doi : 10.1007 / s10298-008-0293-3
- ❖ **CIHEAM (2012).** "La diète méditerranéenne pour un développement régional durable," Presses de Sciences Po, Paris.

D

- ❖ **Defraîne, J.O ; and Pinceman, J. (2007).**Stress oxydant et antioxydants : mythes et réalités. Rev Med Liege, 62 : 4p.

E

- ❖ **Eseyin O., Etiemmana G., Enobong M.,Ebong A.,Etim I.,UdobreS.,Johnson E.,Attih E.,Effiong A.(2014).**Evaluation des propriétés antioxydantes de certains légumes couramment consommés dans l'état d'Akwalbou au Nigéria. AnnualResearch&Review in Biology ; 5 (2) ,165-173.

F

- ❖ **Favier A. (2003).** Le stress oxydant : Intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique. *L'actualité chimique*.17: 501-512.
- ❖ **Fritch et Griesbach,** 1975 Biosynthesis of cyaniding in cell cultures of *Haplopappus gracilis*. *Phytochem.* 1975, 14: 2437-42

G

- ❖ **Gàbor M, Cody V, Middleton E J, Harborne J B, Beretz A, Liss A R, 1988.** *Plants Flavonoids in biology and Medicine II; Biochemical, Cellular and Medecinal properties.* New York, 1-15 p
- ❖ **Garcia-Salas, P., Morales-Soto, A., Segura-Carretero, A. et Fernández-Gutiérrez, A. (2010).** Phenolic-Compound-Extraction Systems for Fruit and Vegetable Samples. *Molecules*, 15 : 8813-8826.
- ❖ **Giusti M & Wrolstad R (2003)** Anthocyanes acylées de sources comestibles et leurs applications dans les systèmes alimentaires. *Biochem Eng J* 14, 217–225.
- ❖ **Goto M, Ueda K, Hashimoto T, Fujiwara S, Matsuyama K, Kometani T, Kanazaw K (2008).** A formation mechanism for 8-hydroxy-2'-deoxyguanosine mediated by peroxidized 2'-deoxythymidine. *Free Radical Biology and Medicine*. 45: 1318-1325.
- ❖ **Griesbach RJ.** The inheritance of flower color in *Petunia hybrid* vilm. *J. Hered.* 1996, 87 (3): 241-45.

H

- ❖ **Halliwell ,B. (1994).** Free radicals and antioxidants :a personal view . *Nutrition reviews* ; 52(8),253-265.
- ❖ **Harkati B. 2011.** Valorisation et identification structurale des principes actifs de la plante de la famille asteraceae.
- ❖ **Hashimoto F, Jamal Uddin AFM, Shimizu K, Sakaba Y.** Multiple allelism in flavonoid hydroxylation in *Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn. *Flowers. J. Japan Soc. Hort. Sci.* 2004, 73 (3): 235-240.
- ❖ **Heim KE, Tagliaferro AR, Bobilya DJ (2002)** Flavonoid antioxidants: chemistry, metabolism and structure-activity relationships. *J NutrBiochem* 13: 572–584. doi:10.1016/S0955-2863(02)00208-5.
- ❖ **Heller W, Forkmann G.** The flavonoids. Advances in research since 1986. In Harborne JB. *Secondary Plant Products. Encyclopedia of plant physiology.* Ed. Chapman & Hall, London, 1993, 399-425.
- ❖ **Hennebelle T., Sahnaz S. and Bailleul F. (2004).** Polyphénols végétaux, sources, utilisations et potentiel dans la lutte contre le stress oxydatif. *Phytothér.* 1:3-6.
- ❖ **Hertog MG, Hollman PC et Van De PB (1993)** Contenu en flavonoïdes potentiellement anticarcinogènes des infusions de thé, des vins et des jus de fruits . *J Agric Food Chem* 41 , 1242-1246

I

- ❖ **Iwashina T (2013)** Propriétés flavonoïdes de cinq familles nouvellement incorporées dans l'ordre Caryophyllales (Revue). *Bull Natl Mus Nat Sci* 39, 25–51

J

- ❖ **Jacques B, and André R. (2004).** *Biochimie métabolique* Ed ellipses .Paris. pp: 217-219-220-223-225.

Références bibliographique

- ❖ **Justen.U, Knuthsen.P, Leth.T.** Quantitative analysis of flavonols, flavones and flavanones in fruits, vegetables and beverages by high-performance liquid chromatography with photo-diode array and mass spectrometric detection. *Journal of Chromatography A* 1998.

K

- ❖ **Kahane, R., Temple, L., Brat, P., and De-Bon, H. (2005).** Les légumes feuilles des pays tropicaux : Diversité, richesse économique et valeur santé dans un contexte très fragile In "Les légumes : un patrimoine à transmettre et à valoriser. Thème III : Utilisation et perception", Colloque Angers.
- ❖ **Kiebre M., BationoKando P., Kiebre Z., SawadogoM., Sawadogo N., Sawadogo B., Nanema R.K., Traore R.E.(2016).**Evaluation agromorphologique d'accessions de coréte potagère (*Corchorusolitorius.L*) du Burkina Faso. *International Journal of Innovation and Applied Studies* ; 1(14) :198-209
- ❖ **Kohen R, Nyska A. (2002).** Oxidation of biological systems: Oxidative stress phenomena, antioxidants, redox reactions and methods for their quantification. *Toxicolo Pathol.*30:620- 650.

L

- ❖ **Laguerre M., Lopez-giraldo L.J Lecomte J., Pina M., Villeneuve P.** Outils d'évaluation in vitro de la capacité antioxydante /OCL. 2007 ;
- ❖ **Loumerem M., Alercia A. (2016).** Descriptors for jute (*Corchorusolitorius L*).*Genetic Resources and Crop Evolution*; 63:1103-1111.

M

- ❖ **Mac Laren D. (2007).** Advances in sports and exercise science series Nutrition and sport. 8. Antioxidants and free radicals by Close GL and Me Ardle F.Elsevier. *rhumatoïde, Rev Rhum, vol. 68* : 601-8.
- ❖ **Mahmoud A.S., Thao N., Mario A. (2016).***CorchorusOlitorius Linn: A Rich Source of 3-Fatty Acids. PharmaceuticaAnalyticaActa*; 7 (6): 1-9.
- ❖ **Manach, C., Scalbert, A., Morand, C., Rémésy, C., & Jiménez, L. (2004).** Polyphenols: food sources and bioavailability. *The American journal of clinical nutrition*, 79(5), 727-747
- ❖ **Matthies A, Clavel T, Gütschow M, et al. (2008)** Conversion de la daidzéine et de la génistéine par une bactérie anaérobie nouvellement isolée de l'intestin de souris. *ApplEnvrionMicrobiol* 74, 4847-4852.
- ❖ **Meit Souleymane., Adouka Edith Agbo.,Ahou Honorine Koffi., Allico Joseph Djaman.,Jean David N'Guessan.(2017).**Study of antioxidantactivityleaves of *CorchorusOlitoruis* and solanummacrocarpon.Pasteur Institute of Cote d'Ivoire.,Department of Biochemistry Basic and Clinical Unit of Toxicology,Phytochemistry and Metabolomicseuropean journal of pharmaceutical and medicalresearchwww.ejpmr.com ; 2394-3211 ejpmr.
- ❖ **Meng, D., Zhang, P., Zhang, L., Wang, H., Ho, CT, Li, S., & Zhao, H. (2017).**Détection de réactions redox cellulaires et dosages d'activité antioxydante. *Journal of FunctionalFoods*, 37, 467-479.Doi : 10.1016/j.jff.2017.08.008.
- ❖ **MercanD.le Stress Oxydatif.2010** : 4-11.<https://www.ar-I.ch/Docs/mercan.pdf>.

Références bibliographique

- ❖ **Mosawy, S. (2015).** Effect of the flavonolquercetin on human platelet function: a review. *Food and Public Health*, 5(1), 1-9.051/oc1.2011.0370.14(5):278.<http://dx.doi.org/10.1>

N

- ❖ **Nakai N, Fujii Y, Kobashi K, et al. (1985)** Aldose reductase inhibitors: flavonoids, alkaloids, acetophenones, benzophenones, and spirohydantoin of chroman. *ArchBiochemBioph* 239 (2): 491-6
- ❖ **Ngene, J-P., Ngoule, C. C., Pouka, K. C-M., Mvogo, O. B., Ndjib, R. C., Dibong., S. D., Mpondo, M. E., (2015)** .Importance dans la pharmacopée traditionnelle des plantes à flavonoïdes vendues dans les marchés de Douala est (Cameroun).*Journal of Applied Biosciences*, 88, 8194– 8210.
- ❖ **Nijveldt RJ, van Nood E, van Hoorn DEC, et al. (2001)** Flavonoids: a review of probable mechanisms of action and potential applications. *Am J Clin Nut* 74 (4): 418-25
- ❖ **Novaes, M. R. C. G., Novaes, L. C. G., Melo, A. L., &Recôva, V. L. (2007).**Avaliação da toxicidadeaguda do cogumeloAgaricussylvaticus. *Comun. ciênc. saúde*, 18(3), 227-1236.

O

- ❖ **Organisation Mondiale de la Santé (OMS), (2002).** Stratégie de l'OMS pour la médecine traditionnelle pour 2002- 2005, Genève. p 78.
- ❖ **Ono, E., Hatayama, M., Isono, Y., Sato, T., Watanabe, R., Yonekura-Sakakibara, K., Fukuchi-Mizutani, M., Tanaka, Y., Kusumi, T., Nishino, T., Nakayama, T. (2006).**Localization of a flavonoid biosynthetic polyphenol oxidase in vacuoles. *Plant J*, 45: 133-43.
- ❖ **OSAWARU M.E., OGWU M.C., CHIME A.O., AMORIGHOYE A.R. (2012).** Morphological evaluation and protein profiling of three accessions of Nigerian *Corchorus*Linn.Species. *Bayero Journal of Pure and Applied Sciences*. 5 (1) : 26-32.
- ❖ **Özdenefe M. S., Muhammed A., Süer K., Güler E., Aysun H., and Takcı M .2018.** Determination of Antimicrobial Activity of *Corchorusolitorius* Leaf Extracts. *Cyprus Journal of Medical Sciences* 3(3):159-163.

P

- ❖ **Pastre, C. (2005).** Intérêt de la supplémentation en antioxydants dans l'alimentation des carnivores domestiques. Thèse de doctorat d'université. Toulouse : Université Paul-Sabatier, 110 p.

R

- ❖ **Robertis F A, Robertis E M H. (1995).**Cell and molecularbiology, London, UK Saunders, 239-45.
- ❖ **Rupeshkumar M., Kavitha K, &Basu SK. (2012).** Antioxidant and Hepatoprotective Effect of flavanone from *Cardiospermumhalicacabum* N. against Acetaminophen induced Hepatototoxicity in Rats. *Journal of Pharmacy Research*. 5(1): 544-547.

S

- ❖ **Sanchez-Venegas JR, Dinamarca J, Moraga AG, & Gidekel M. (2009).** Molecular characterization of a cDNA encoding Cu/Zn superoxide dismutase from *Deschampsia Antarctica* and its expression regulated by cold and UV stresses. *BMC Research Notes*. 2: 1-7.
- ❖ **Sayre LM, Moreira PI, Smith MA, Perry G. (2005).** Metal ions and oxidative protein modification in neurological disease. *Ann Ist Super Sanita*. 41 (2): 143-164.
- ❖ **Seeram, N.P., Henning, S.M., Zhang, Y., Suchard, M., Li, Z., Heber, D. (2006).** Pomegranate juice ellagitannin metabolites are present in human plasma and some persist in urine for up to 48 hours. *J. Nutr*, 136 (10): 2481-5.
- ❖ **Sies, H. (2015).** Oxidative stress: a concept in redox biology and medicine. *Redox biology*, 4, 180–183. <https://doi.org/10.1016/j.redox.2015.01.002>

V

- ❖ **Valko M., Rhodes C.J., Moncol J., Izakovic M., Mazur M. (2006).** Free radicals, metals and antioxidants in oxidative stress-induced cancer. *Chemico-Biological Interactions*; 160:1-40
- ❖ **Vermerris W., Nicholson R., 2006.** Phenolic Compound. USA : Springer Nueva York, EELadoh Yemeda, C.F., Dibong, S.D., Nyegue, M.A., Djembissi Talla, R.P., Lenta Ndjakou, B., Mpondo Mpondo, E., Yinyang, J., Wansi, J.D., (2014). Activité antioxydante des extraits méthanoliques de *Phragmantheracapitata* (Loranthaceae) récoltée sur *Citrus sinensis*. *Journal of Applied Biosciences*, 84, 7636–7643. UV ; 3(16) : 151-153.
- ❖ **Vincent HK, Taylor AG. (2006).** Biomarkers and potential mechanisms of obesity induced oxidant stress in humans. *Int J Obesity*; 30, 400-418.

Y

- ❖ **Yeon SC, Hyon GJ, Kun HS, et al. (2001)** Effects of naturally occurring prenylated flavonoids on enzymes metabolizing arachidonic acid: Cyclooxygenases and lipoxygenases. *Biochem Pharmacol* 62 (9): 1185-91
- ❖ **Yu Z. And Dahlgren R.A. (2005).** Evaluation of methods for measuring polyphenols in copper foliage. *J. Chem. Ecol* ; 26, 2119-2140.

Annexes

Annexe 1: Résultats du dosage des phénols totaux

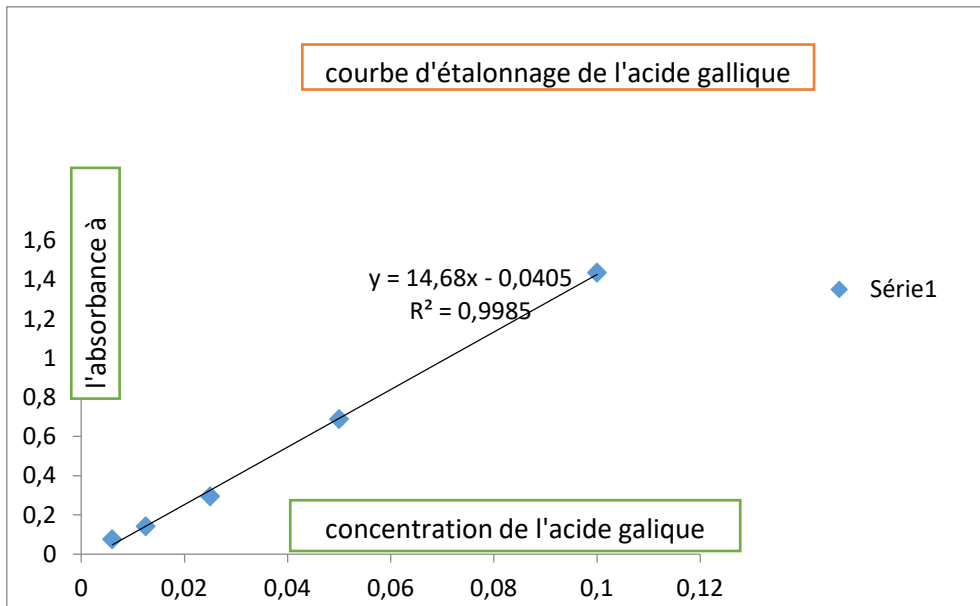


Figure 11: courbe d'étalonnage de l'acide gallique pour le dosage des polyphénols totaux

Annexe 2: Résultats du dosage des flavonoïdes

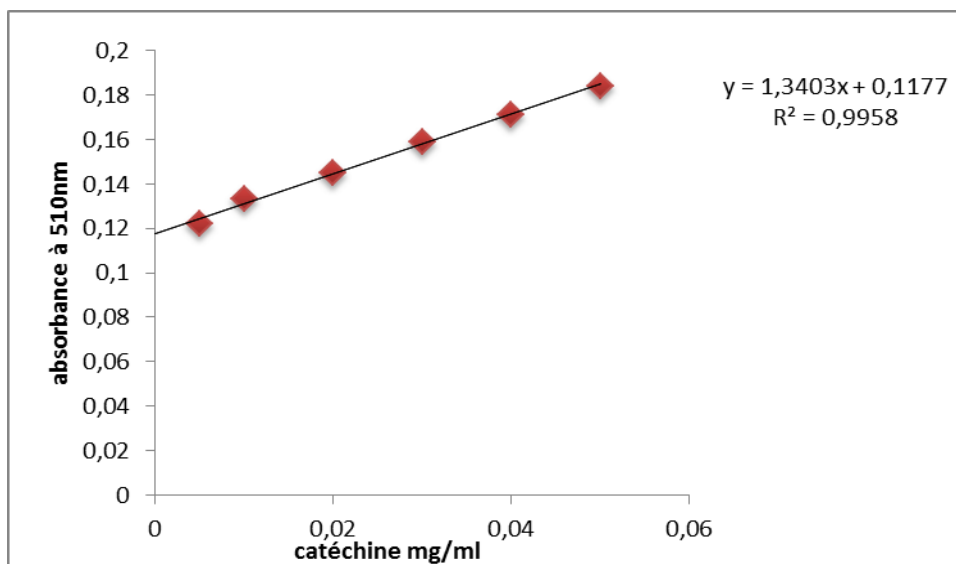


Figure 12: Courbe d'étalonnage de la catéchine pour le dosage des flavonoïdes

Annexe 3: Résultats du dosage de l'activité antioxydante totale (CAT)

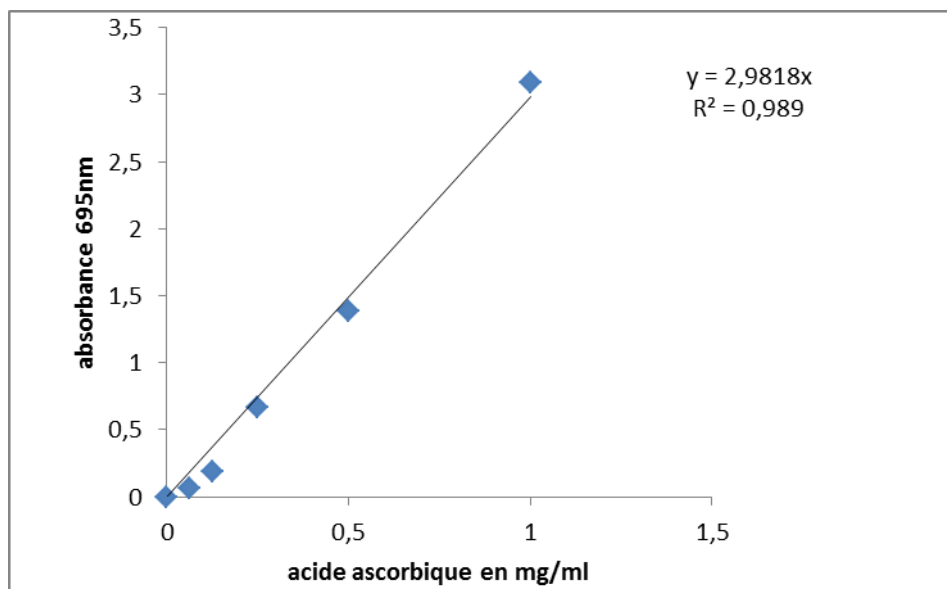


Figure 13: Courbe d'étalonnage de l'acide ascorbique pour l'évaluation de la capacité antioxydante totale