



UNIVERSITÉ MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة محمد البشير الإبراهيمي برج بوعريش

Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi B.B.A.
كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الارض والكون

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

Département d'Agronomie

Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences agronomiques

Spécialité : Amélioration des plantes

Thème

Etude des paramètres d'extraction des composés phénoliques
du poireau sauvage *Allium sp* et activité antioxydante.

Présenté par : Melle Benchennaf Khaoula
Melle Babouche Khouloud

Devant le jury :

Président : F. FELLAH MCB. (Université de BBA)

Promoteur : R. DJENIDI Professeur (Université de BBA)

Examineur 1 : Y. BELLIK MCA (Université de BBA)

Examineur 2 : A. DHIAFAT MCA (Université de BBA)

Année universitaire : 2017/2018

SOMMAIRE

Remerciements

Dédicaces

Liste des tableaux

Liste des figures

INTRODUCTION.....01

1. PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

1.1. Le poireau sauvage *Allium sp*.....02

1.1.1. Classification et utilisation.....02

1.1.2. Description de la plante.....02

1.2. Le stress oxydatif.....03

1.2.1. Définition.....03

1.2.2. Les conséquences moléculaires du stress oxydatif03

1.2.2.1. L'oxydation de l'ADN.....03

1.2.2.2. L'oxydation des protéines.....03

1.2.2.3. L'oxydation enzymatique.....04

1.3. Définition des antioxydants.....04

1.3.1. Antioxydants naturels.....04

1.3.2. Sources naturelles d'antioxydants.....05

1.3.3. Toxicité des antioxydants.....05

1.3.4. Les antioxydants dans l'industrie agro alimentaire.....05

1.4. Les composés phénoliques.....06

1.4.1. Définition.....06

1.4.2. Classification des composés phénoliques.....06

1.4.2.1. Les acides phénoliques.....06

1.4.2.2. Les flavonoïdes.....06

1.4.2.3. Les tanins.....07

1.4.3. Propriétés des polyphénols.....07

1.4.3.1. Propriétés industrielles.....07

1.4.3.2. Propriétés thérapeutiques.....08

1.4.3.3. Pouvoir réducteur : FRAP (Ferric Reducing Antioxydant Power).....08

2. MATERIEL ET METHODES

2.1. Matériel biologique.....	09
2.2. Position systématique du poireau sauvage.....	09
2.3. Récolte.....	09
2.4. Choix du matériel végétal.....	09
2.5. Préparation de la poudre.....	10
2.5.1. Séchage.....	10
2.5.2. Broyage.....	10
2.5.3. Tamisage.....	11
2.6. Extraction.....	11
2.7. Dosage des polyphénols.....	12
2.8. Détermination du pouvoir réducteur.....	13
2.9. Courbe d'étalonnage.....	14
2.10. Analyse statistique.....	15
2.11. Protocole expérimentale	16

3. RESULTATS

3.1. Droite d'étalonnage de l'acide gallique.....	17
3.2. Choix du solvant d'extraction.....	18
3.2.1. Teneur en polyphénols totaux (PPt).....	18
3.1.3.2. Pouvoir réducteur.....	19
3.3. Fixation de la concentration du solvant.....	21
3.3.1. Les polyphénols.....	21
3.3.2. Pouvoir réducteur.....	22
3.4. Fixation de quantité du poudre (rapport solide /liquide).....	23
3.4.1. Impact sur l'extraction des polyphénols.....	23
3.4.2. Impact sur le pouvoir réducteur	24
3.5. Température d'extraction	25
3.5.1. Polyphénols.....	25
3.5.2. Pouvoir réducteur.....	26
3.6. Durée d'agitation.....	27
3.6.1. Polyphénols.....	27
3.6.2. Pouvoir réducteur.....	28

4. DISCUSSION.....	29
CONCLUSION ET PERSPECTIVES.....	32
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	
RESUMES.....	

Liste des abréviations

MS : matière sèche

PPT : poly phénols totaux

Na₂CO₃ : carbonate de sodium

ml : millilitre

mg : milligramme

g : gramme

T : température

TCA : acide trichloracétique

EAG : équivalent acide gallique

CAT : capacité antioxydante totale

PV : partie verte

PB : partie blanche

PR : pouvoir réducteur

Introduction

Introduction

L'utilisation des plantes à des fins thérapeutiques est une pratique courante depuis des millénaires. Ce phénomène a un intérêt avec les premières recherches sur les propriétés antioxydantes de plantes utilisées en médecine traditionnelle.

Le genre *Allium* comprend plusieurs légumes, parmi lesquels le poireau est le plus important au niveau mondial. On l'utilise à l'état cuit. Le produit consiste en une fausse tige cylindrique, développée grâce à une plantation profonde et à un buttage. Les feuilles vertes peuvent s'utiliser pour la soupe. On trouve souvent du poireau déshydraté en fines tranches pour cet usage. Les caïeux sessiles d'ail à grosse tête peuvent remplacer l'ail, mais leur saveur à l'état cru est moins satisfaisante, inconvénient qui disparaît à la cuisson. Les feuilles de kurrat sont utilisées en salade ou comme légume cuit pour condimenter les mets. Les "oignons-perles" sont confits au vinaigre.

Le poireau sauvage a été décrit et dénommé par Carl Linnaeus en 1750. Selon Pelloté (2008), il est originaire des pays africains et européens situés dans la région méditerranéenne (Afrique du Nord, Ethiopie, France, Péninsule ibérique et Péninsule apennine) et il est naturalisé sur les îles britanniques, la Normandie et en 1909, au sud de l'Australie (Cuthbertson, 1992). En Algérie, il est surtout commun au Tell et assez rare à l'Ouest (Quezel et Santa, 1963; Baba Aissa, 1999).

Notre recherche sera focalisée sur les composés phénoliques de la plante *Allium* sp extraits par la méthode de macération dite conventionnelle. Une étude comparative sur les propriétés antioxydantes des différents extraits phénoliques de la partie blanche et de la partie verte obtenus, sera rapportée afin de choisir les paramètres d'extraction les plus efficaces.

L'ensemble du matériel biologique et de laboratoire, et des méthodes utilisées dans cette étude sera ensuite décrit. Puis les principaux résultats seront présentés et discutés.

Enfin une conclusion générale synthétisant le travail et ses perspectives est proposée. Est-ce que les paramètres d'extraction des composés phénoliques du poireau sauvage *Allium* sp et activité antioxydante.

3. Le poireau sauvage *Allium sp*

3.1. Classification et utilisation

Le poireau sauvage est une plante herbacée appartenant au genre *Allium*. C'est une plante à fleurs monocotylédones (Angiospermes) (**Quezel et Santa, 1963**).

Le genre *Allium* renferme 450 espèces largement distribuées dans l'hémisphère nord. Ce genre est riche en espèces d'usage alimentaire telles que : l'ail cultivé (*Allium sativum*), l'ail rocambole (*Allium scorodoprasum*), l'oignon (*Allium cepa*), l'échalote (*Allium ascalonicum*), la ciboule (*Allium fistulosum*), la ciboulette (*Allium schoenoprasum*) et le poireau (*Allium porrum*). Mais on connaît aussi des espèces sauvages dont certaines ont des vertus médicinales tels que l'*Allium ursinum* et l'*Allium roseum* L. et d'autres ayant été utilisées pour des motifs culinaires et ornementaux tel que l'ail triquètre (*Allium triqutrum* L.) (**Corea et al., 2003 ; Dugravot, 2004 ; Lanzotti, 2006 ; Najjaa et al., 2011 ; Zouari et al., 2013**). Selon **Corea et al. (2003)**, ce dernier est utilisé en Italie comme ingrédient principal dans les salades, les soupes et les tourtes.

En Kabylie, ses fleurs sont employées pour cicatrifier les plaies et ses feuilles sont utilisées pour aromatiser les galettes de pain ou assaisonner les salades. Les jeunes feuilles et le cœur des racines se mangent crus ou cuits à la vapeur et ils peuvent accompagner d'autres légumes dans le couscous (**Baba Aissa, 1999**).

Le jus du poireau sauvage est utilisé comme insectifuge et il possède des propriétés antiseptiques propres à toutes les espèces du genre *Allium*. Selon **Deroeck (2014)**, cette plante a des vertus antiseptique, bactéricide, dépurative, diurétique, hypotensif et stimulant.

3.2. Description de la plante

Le poireau sauvage est une plante vivace, herbacée d'une hauteur de 15-50 centimètres qui varie en fonction de la provenance et des conditions environnementales.

Le nombre de feuilles diffère et chaque plante se compose généralement de 2-5 feuilles et de 1-3 tiges florifères par bulbe. Les feuilles sont larges de 5-15 millimètres, vertes, planes, glabres, lancéolées, caduc ayant une odeur d'ail forte lorsqu'elles sont coupées ou écrasées.

Partie bibliographique

Les bulbes et les bulbilles sont généralement ovoïdes, blanc-crèmes avec une odeur forte d'ail. Ils forment la jeune plante de la prochaine saison de croissance. Avant sa croissance, il a la forme d'un petit bulbe tunique ou d'un groupe de bulbilles avec une grappe de racines blanches charnues. La longueur des racines varie selon la saison et le type du sol.

4. Choix du matériel végétal

Le choix du matériel végétal est basé sur plusieurs critères qui sont :

- Exploitation des ressources naturelles ;
- Utilisation du poireau sauvage dans l'assaisonnement de certains aliments donc sa non-toxicité ;
- Recherche de certaines propriétés biologiques de cette espèce en particulier les pouvoirs antioxydant et antimicrobien de ses polyphénols ;
- Aptitude de valorisation de cette plante par son incorporation comme additif alimentaire (conservateur) dans des conserveries.

Le stress oxydatif

1- Définition

Le stress oxydatif est défini comme étant le déséquilibre entre la génération des espèces réactives de l'oxygène et la capacité du corps à neutraliser et à réparer les dommages oxydatifs (**Boyd et al., 2003**).

2- Les conséquences moléculaires du stress oxydatif

La production excessive des radicaux libres provoque des lésions directes de molécules biologiques : oxydation de l'ADN, des protéines, des lipides et des glucides, mais aussi des lésions secondaires dues au caractère cytotoxique et mutagène des métabolites libérés notamment lors de l'oxydation des lipides (**Favier, 2003**). Les principales cibles radicalaires sont:

2-1- L'oxydation de l'ADN

Les radicaux libres peuvent induire des effets mutagènes ou l'arrêt des réplifications de l'ADN. Ils agissent en provoquant des altérations de bases et des pontages ADN protéines (**Krippel-Drews et al., 1994**). L'attaque radicalaire peut être directe et entraîner l'oxydation des bases, ce qui donne naissance à un grand nombre de bases modifiées. Des dommages indirects peuvent résulter de l'attaque des lipides dont la peroxydation génère des aldéhydes mutagènes, formant des adduits sur

Partie bibliographique

les bases de l'ADN de type MDA-guanine ou éthénodérivés. Les radicaux libres peuvent aussi attaquer les protéines qui sont très nombreuses à entrer en contact avec l'ADN pour le protéger (histones) ou pour le lire (enzymes et facteurs de la réplication ou de la transcription), entraîne des pontages des protéines. comme ils peuvent attaquer la liaison entre la base et le désoxyribose, créant un site abasique, ou attaquer le sucre lui-même, créant une coupure de chaîne simple brin (**Favier, 2003 ; Rehman et al., 1999**).

2-2- L'oxydation des protéines

L'action des radicaux libres a lieu sur les chaînes latérales de certains acides aminés comme le thiol des cystéines. A proximité des sites de liaison d'ions métalliques peuvent se dérouler des réactions d'oxydation qui produisent des acides aminés anormaux. Les radicaux libres sont également responsables de la formation de ponts disulfures qui modifient la conformation des protéines et nuisent à leur activité biologique (activité enzymatique, transduction d'un signal ou système de transport) (**Jacques et André., 2004**).

2. 3. Oxydation enzymatique

Divers enzymes tissulaires, les lipoxygénases, peuvent aussi, en présence d'oxygène, oxyder les restes d'acides gras insaturés. Il s'agit généralement d'une oxydation limitée qui peut se dérouler simultanément à l'auto-oxydation (**Fuhrer et al., 2005**).

1- Définition des antioxydants

Un antioxydant est défini comme étant toute substance qui peut retarder ou empêcher l'oxydation des substrats biologiques (**Boyd et al., 2003**). Les antioxydant sont des composés qui réagissent avec les radicaux libres et les rendent ainsi inoffensifs (**Dupin et al., 1992 ; Neye, 1995**). La raison pour laquelle les antioxydants sont importants vient du fait que l'oxygène est un élément potentiellement toxique puisqu'il peut être transformé en formes plus réactives telles que le superoxyde ($O_2^{\cdot -}$), le peroxyde d'hydrogène (H_2O_2), l'oxygène singulet (1O_2) et les radicaux hydroxyles (HO^{\cdot}), collectivement connus sous le nom d'oxygène actif (**Boyd et al., 2003 ; Hadi, 2004**) Selon **Neye (1995)** et **Berger (2006)**, la stabilité de la structure des antioxydants leur permet d'agir pour former des produits finis non radicaux en :

- réagissant rapidement avec un radical d'acide gras avant que celui-ci ne puisse réagir avec un nouvel acide gras;

- absorbant l'énergie excédentaire de l'oxygène singulet pour la transformer en chaleur;

Partie bibliographique

- s'oxydant lui-même plus rapidement qu'un substrat à risque d'oxydation.

2. Antioxydants naturels

Plusieurs substances peuvent agir en tant qu'antioxydant *in vivo*. Elles incluent le bêta-carotène, l'albumine, l'acide urique, les œstrogènes, les polyamines, les flavonoïdes, l'acide ascorbique, les composés phénoliques, la vitamine E, etc. Elles peuvent stabiliser les membranes en diminuant leur perméabilité et elles ont également une capacité de lier les acides gras libres (**Svoboda et Ampson, 1999** *In Mohammedi, 2006*)

2.1. Sources naturelles d'antioxydants

Il est bien évident qu'une alimentation saine et équilibrée assure un apport considérable d'antioxydants naturels pour le bon fonctionnement de l'organisme humain, surtout lors de la consommation de fruits, de végétaux, de céréales, de la viande et du poisson. Il existe d'autres sources de composés antioxydants intéressantes, dont l'application peut s'étendre à des domaines comme la pharmacologie, la microbiologie médicale et clinique, la phytopathologie et la conservation des aliments (**Daferera et al., 2000**).

3- Toxicité des antioxydants

Les premières indications des effets possibles des antioxydants sur la santé datent des années 1970, alors que des chercheurs ont constaté que l'incidence réduite de certains cancers et de maladies coronariennes allait de pair avec une diète riche en fruits, légumes et herbes. Or, il s'avère que ces végétaux regorgent d'antioxydants (**Berger, 2006**). L'intégration de molécules d'antioxydants à des denrées alimentaires constitue tout de même un défi. On reconnaît la fragilité à la chaleur de la vitamine C, qui est par ailleurs l'un des plus puissants antioxydants (**Lehucher-Michel et al., 2001**).

L'ajout de vitamine E peut également poser des problèmes si on n'a pas prévu un emballage qui prévient l'oxydation par la lumière. De plus la surconsommation d'antioxydants peut entraîner une déficience des systèmes naturels de protection de l'organisme (système immunitaire) et cela peut nuire la santé en altérant de nombreuses fonctions vitales. Certains antioxydants sont responsables aussi à des

Partie bibliographique

réactions allergiques, des hypersensibilités, des troubles digestifs, etc. (**Roberfroid, 2002**).

4. Antioxydants dans l'industrie agro alimentaire

L'industrie agro alimentaire a développé l'utilisation des antioxydants naturels, parmi lesquels on trouve dans une grande mesure les polyphénols. La recherche de molécules extraites de sources naturelles et leur incorporation dans les huiles avance dans un rythme compétitif afin de les protéger contre l'oxydation, surmonter les problèmes liés à leur conservation (**Chiou et al., 2009**), et ainsi présenter au consommateur un produit meilleur pour sa santé.

5. Les composés phénoliques

1. Définition

Les polyphénols sont des molécules synthétisées par les végétaux. Ils appartiennent à leur métabolisme secondaire et participent à leur défense contre les agressions environnementales. Les métabolites secondaires sont divisés principalement en trois grandes familles: les polyphénols, les terpènes et les alcaloïdes (**Marouf et Reynaud 2007**). L'expression de «composés phénoliques» ou «polyphénols» est utilisée pour toute substance chimique possédant dans sa structure un noyau aromatique, portant un ou plusieurs groupements hydroxyles.

2. Classification des composés phénoliques

Les composés phénoliques constituent le groupe le plus nombreux et le plus largement distribué dans le royaume des végétaux, avec plus de 8000 structures phénoliques connues (**Lugasi et al., 2003**).

Selon leurs caractéristiques structurales, les polyphénols se répartissent dans différentes familles : anthocyanes, coumarines, flavonoïdes, lignanes, tanins, acides phénols, xanthones, etc. Ces espèces sont des monomères, des polymères ou des complexes dont la masse molaire peut atteindre 9000 KDa (**Monpon et al., 2009**).

2.1. Les acides phénoliques

Les acides phénoliques font partie des formes les plus simples des composés phénoliques et se séparent en deux grands groupes distincts : les acides

Partie bibliographique

hydroxybenzoïques (C6-C1) dérivés de l'acide benzoïque et les acides hydroxycinnamiques (C6-C3) dérivés de l'acide cinnamique.

Ces composés ont été trouvés dans les différentes parties des espèces du genre *Allium* tels que : l'acide protocatéchique, l'acide gallique, l'acide cinnamique, l'acide ρ -coumarique, l'acide caféique et l'acide férulique (**Singh et al., 2009 ; Simin et al., 2013**).

2.2. Les flavonoïdes

Ils constituent la plus grande famille des polyphénols. Plus de 4000 flavonoïdes ont été décrits (**Middleton et Kandaswami, 1994**). Ils possèdent une structure commune, constituée de deux anneaux aromatiques liés par 3 carbones formant le plus souvent un noyau hétérocyclique (**Herman, 1988**).

Les flavonols sont les plus répandus dans les aliments et leurs principaux représentants sont la quercétine et le kaempférol. Les flavones sont beaucoup moins communs que les flavonols et ils consistent principalement en glycosides de lutéoline et d'apigénine. Les anthocyanes existent sous différentes formes chimiques, colorées ou incolores en fonction du pH. De ce fait, ils sont considérés comme des pigments de fleurs et de fruits, auxquels ils donnent des couleurs allant du bleu-violet au rouge en passant par l'orange et le jaune. Les flavanones (naringénine), les isoflavones et les flavanols (catéchine) ainsi que les dihydroflavonols (dihydrokaempférol, dihydroquercétine) et les dihydroflavan-3,4-diols (leucopélargonidol, leucocyanidol) sont considérés comme des flavonoïdes minoritaires en raison de leur distribution naturelle restreinte (**Havsteen, 2002 ; Macheix et al., 2006**).

Selon les études réalisées sur les flavonoïdes des espèces appartenant au genre *Allium*, les flavonols et les flavones sont les plus répandus (**Lanzotti, 2006 ; Bonaccorsi et al., 2008 ; Beesk et al., 2010 ; Dziri et al., 2013**).

2.3. Les tanins

Les tanins constituent un groupe complexe de polymères naturels, ils sont utilisés dès l'antiquité pour le traitement des peaux d'animaux. Leur poids moléculaire varie de 500 jusqu'à 3000 Dalton. Ils possèdent la capacité de précipiter la gélatine et d'autres protéines en solution (**Mehancho, 1987**). Sur le plan structural,

Partie bibliographique

les tanins sont divisés en deux groupes : les tanins condensés (tanins catéchiques) et les tanins hydrolysables.

3. Propriétés des polyphénols

3.1. Propriétés industrielles

Les polyphénols ont un rôle essentiel dans les interactions des végétaux avec leur environnement et dans leurs qualités organoleptiques et nutritionnelles (couleur, astringence, amertume et qualité nutritionnelles). En outre, leur propriété antioxydante est importante dans la stabilité des produits alimentaires et dans les mécanismes de défense des systèmes biologiques (**Catherine *et al.*, 1997; Dicko *et al.*, 2006; Macheix *et al.*, 2005**). L'activité antioxydante des composés phénoliques se manifeste par leur grande réactivité en perdant un proton pour donner un radical libre fortement stabilisé inhibant ainsi l'oxydation de façon indirecte en désactivant l'oxygène singulier ($1O_2$) ou en chélatant les métaux (**Boubekri, 2014; Gómez-Caravaca *et al.*, 2006**), ce qui favorise le vieillissement cellulaire en interrompant le passage du stress oxydatif et interceptant le message de l'apoptose (**Macheix *et al.*, 2005**).

3.2. Propriétés thérapeutiques

L'action antimicrobienne est liée à leur capacité de dénaturer les protéines et, agissent en provoquant la fuite cytoplasmique des constituants (les protéines, le potassium et le phosphore), qui est peut-être due à la perturbation du peptidoglycane de la cellule (**Sousa *et al.*, 2006**). Les polyphénols adhèrent aussi, à la surface de la membrane plasmique et pénètrent à l'intérieur de la cellule bactérienne, inactivant ainsi certaines enzymes telles que les perméases, qui sont impliquées dans le transport des substrats (aminoacides et des polysaccharides), ce qui peut entraîner une modification de la perméabilité cellulaire, induisant la lyse de la cellule bactérienne (**Łojkowska et Hołubowska, 1992**).

3. Pouvoir réducteur, FRAP (Ferric Reducing Antioxydant Power) :

Le pouvoir réducteur (PR) est la capacité d'un extrait à donner un électron et à réduire le Fer. De nombreux auteurs considèrent la capacité réductrice d'un composé comme indicateur significatif de son pouvoir antioxydant (**Bourgou *et al.*, 2008 ; Karagozler *et al.*, 2008 ; Li *et al.*, 2009**).

MATERIEL ET METHODES

1. Matériel biologique

Le matériel biologique utilisé au cours de cette expérimentation est le poireau sauvage *Allium sp* qui pousse en altitude dans le Nord-Est algérien et dont les populations autochtones font un usage alimentaire pendant la période du printemps où il est disponible.

2. Position systématique du poireau sauvage

Règne : Plantae
Sous-règne : Tracheobionta
Division : Magnoliophyta
Classe : Liliopsida
Sous-classe : Liliidae
Ordre : Liliales
Famille : Alliaceae
Genre : *Allium*
Espèce *Allium sp*

3. Récolte

La récolte des échantillons de poireau sauvage *Allium sp* a été effectuée dans les montagnes de la région de Béni Maouche à une altitude de 800m, dans la wilaya de Béjaia, au lieu-dit El Djabia, durant le mois d'avril 2018.

4. Préparation de la poudre

4.1. Séchage

Après avoir bien nettoyé les plants de poireau récoltés précédemment, on sépare les deux parties : blanche et verte, puis on procède à leur séchage dans une étuve sous une température de 40° C. (Kablan et al., 2008) .



Photographie 01 : Représente la méthode de séchage .

5.2. Broyage

Après le séchage, l'échantillon sec obtenu est broyé à l'aide d'un broyeur électrique jusqu'à l'obtention d'une poudre très fine.



Photographie 02 : Broyage des échantillons de poireau sauvage.

5.3. Tamisage

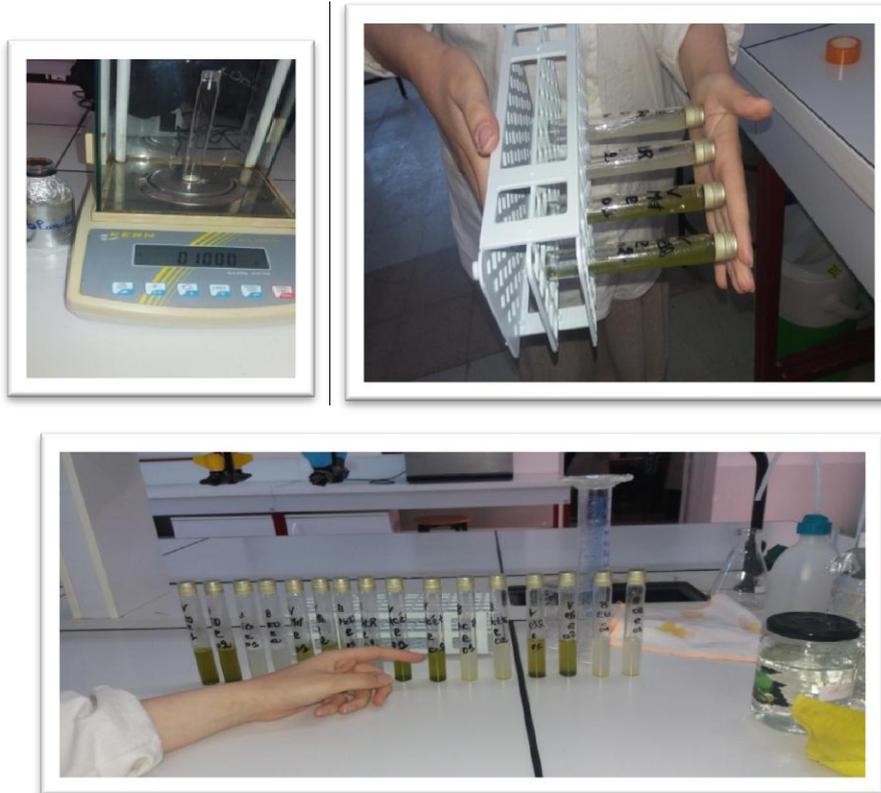
Le tamisage de la poudre a été réalisé avec un tamiseur à 2 tamis dont les diamètres sont : $250\mu\text{m}$ et $125\mu\text{m}$. La poudre ainsi obtenue est conservée dans des flacons en verre, fermés hermétiquement, à l'abri de la lumière pour éviter que la poudre n'absorbe l'humidité, mais aussi pour réduire le taux d'oxydation dû à la lumière. (Kablan et al., 2008)



Photographie 03 : Représente la méthode de tamisage.

6. Extraction

L'extraction se fait par agitation de 100 mg de poudre soit verte, soit blanche, dans 10ml de solvant (eau distillée, acétone, éthanol et méthanol) sous agitation pendant 1 heure. L'extrait obtenu est filtré jusqu'à l'obtention d'une solution limpide et conservé au réfrigérateur.



Photographie04 : Représente la méthode d'extraction.

7. Dosage des polyphénols

Le dosage des polyphénols totaux a été réalisé par la méthode utilisant le réactif de Folin-Ciocalteu, et décrite par **Singleton et Rossi (1965)**.

Le réactif de Folin-Ciocalteu est un acide de couleur jaune constitué par un mélange d'acide phosphotungstique ($H_3PW_{12}O_{40}$) et d'acide phosphomolybdique ($H_3PMO_{12}O_{40}$). Il est réduit, lors de l'oxydation des phénols en un mélange d'oxydes bleus de tungstène et de molybdène (**Kayumba, 2001**)

Une quantité de 0.2ml de l'extrait brut est introduite dans des tubes à essais, puis 1ml du réactif de Folin-Ciocalteu dilué 10 fois. Après 3 à 5 minutes, on ajoute 0,8ml de carbonate de sodium à 7,5%. Les tubes sont agités et incubés pendant 120 minutes. L'absorbance est mesurée à 765nm à l'aide d'un spectrophotomètre dans une cuve en cristal. Une courbe d'étalonnage est réalisée en parallèle dans les mêmes conditions opératoires en utilisant l'acide gallique comme contrôle positif. Les

résultats sont exprimés en milligramme (mg) équivalent d'acide gallique par gramme de matière sèche de poireau sauvage (mg EAG/g MS).



Photographie 05 : Mesure de l'absorbance à 765nm à l'aide d'un spectrophotomètre

8. Détermination du pouvoir réducteur

Le pouvoir réducteur est la capacité des antioxydants à réduire le fer ferrique (Fe^{3+}) en fer ferreux (Fe^{2+}) (Blasovics *et al.*, 2003). En solution, cette forme réduite prend une couleur vert-bleu, dont l'intensité est proportionnelle au pouvoir réducteur des extraits (Ferruzzi *et al.*, 2007).

0,25ml de chaque extrait est mélangé avec 0.25ml de tampon phosphate (0.2M, de pH=6,6) et 0.25ml de ferricyanure de potassium ($\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ à 1%). Après incubation à 50°C pendant 20 minutes, 0,25ml d'acide trichloracétique TCA (10%) sont ajoutés au mélange avant d'être agité. Puis on ajoute 1ml d'eau distillée et 0,2ml de chlorure ferrique (FeCl_3 0,1%). L'absorbance est lue à 700nm.



Photographie 06 : Détermination du pouvoir réducteur .

9. Courbe d'étalonnage

On utilise une courbe de référence, appelée courbe d'étalonnage, pour effectuer un dosage par une méthode physique.

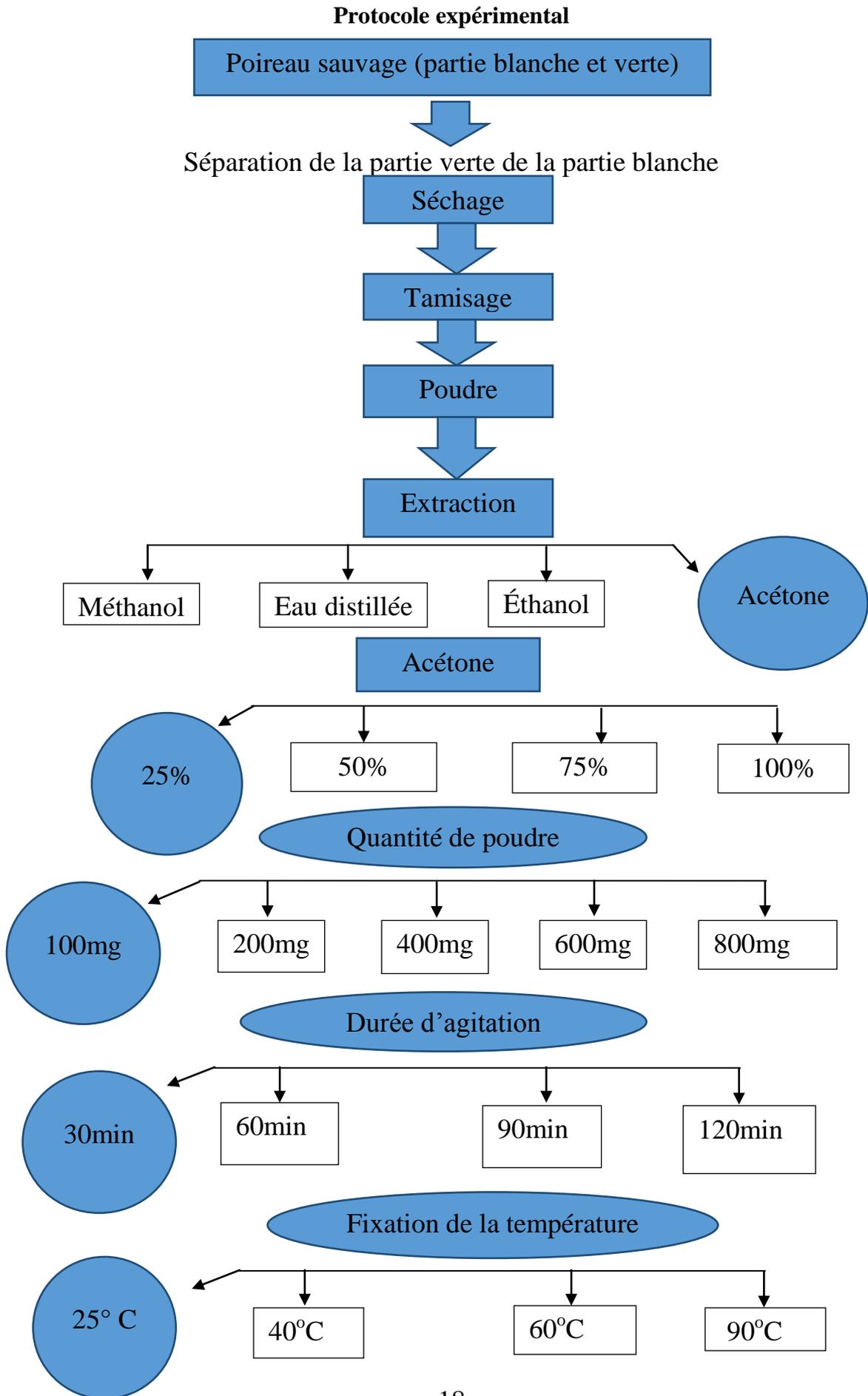
On réalise une série de mesures d'une grandeur physique donnée pour des solutions de concentrations connues afin de tracer la courbe d'évolution de cette grandeur en fonction de la concentration. Cette courbe d'étalonnage permet ensuite de retrouver la concentration inconnue de la solution à doser à partir de la mesure de la grandeur physique choisie.

Pour réaliser un dosage par spectrophotométrie, on trace la courbe d'étalonnage en mesurant l'absorbance de solutions de concentrations connues puis on mesure l'absorbance de la solution à doser.

Cette courbe d'étalonnage permet de retrouver la concentration à partir de l'absorbance.

10. Analyse statistique

Toutes les analyses ont été effectuées en quadruple et les données expérimentales ont été exprimées en moyenne \pm écart type en utilisant le logiciel Prism Graph Pad 7. L'analyse de la variance a été déterminée par l'ANOVA two-way. Le test post hoc de Tukey a été effectué et la différence significative a été détectée à $p < 0,05$.



III.RESULTATS ET DISCUSSION

III.1.RESULTATS

III.1.1. Choix du solvant d'extraction

Dans la première partie de cette étude, quatre solvants ont été employés pour l'extraction des composés phénoliques à partir de la poudre de poireau sauvage *Allium sp.*, à savoir : l'Ethanol a 50%, l'Acétone a 50% ; Méthanol a 50% ; l'Eau distillé.

III.1.1.1. Teneur en polyphénols totaux (PPT)

Les résultats obtenus ont montré que les teneurs en polyphénols totaux (PPT) varient en fonction des solvants utilisés et en fonction du rapport solvant / eau (**Fig. 01**).

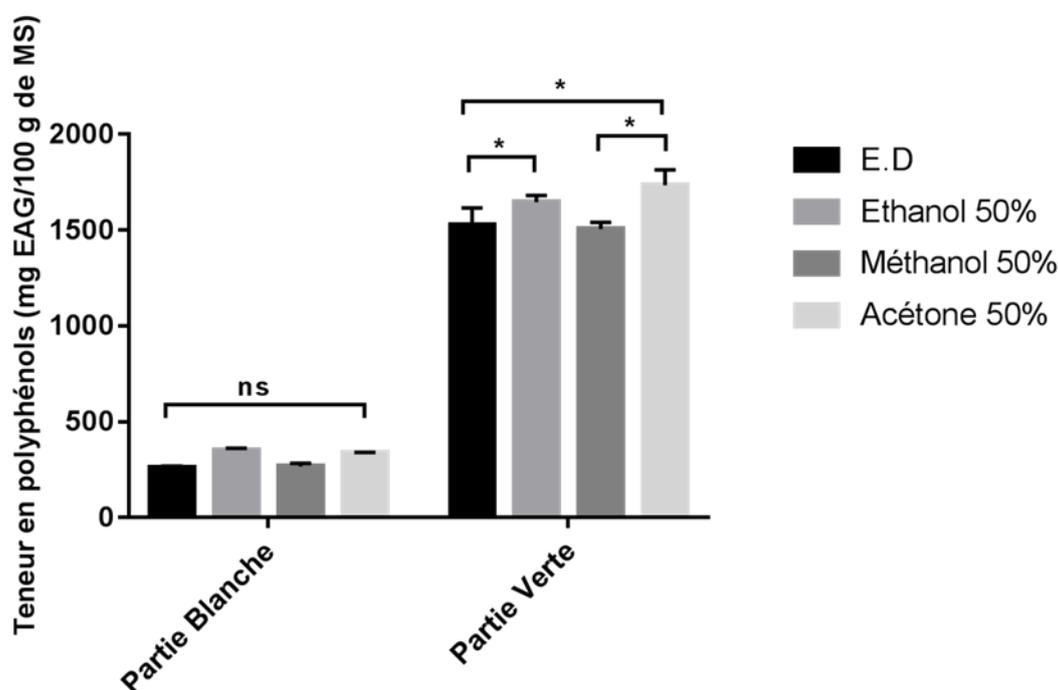


Figure 01 : Dosage des polyphénols totaux en fonction du solvant d'extraction

III.1.1.2. Partie blanche

La teneur en polyphénols totaux est de $352,47 \pm 10,321$ mg EAG/100g MS pour l'acétone 50%; de $338,85 \pm 2,771$ mg EAG/100g MS pour l'éthanol 50%; de $267,08 \pm 16,964$ mg EAG/100g MS pour le méthanol 50%; et de $263 \pm 5,338$ mg EAG/100g MS pour l'eau distillée.

III.1.1.3. Partie verte

III.RESULTATS ET DISCUSSION

La teneur en polyphénols totaux est de $1734,87 \pm 78,917$ mg EAG/100g MS pour l'acétone 50% ; de $1645,75 \pm 34,777$ mg EAG/100g MS pour l'éthanol 50% ; de $1526,27 \pm 88,776$ mg EAG/100g MS pour l'eau distillé ; et de $1506,36 \pm 34,105$ mg EAG/100g MS pour le méthanol 50%.

L'analyse statistique indique une différence non significative entre l'eau distillée et l'acétone pour la partie blanche, et pour la partie verte il existe une différence significative entre : l'eau distillée et l'acétone, l'eau distillée et l'éthanol et entre le méthanol et l'acétone.

III.1.3.2. Pouvoir réducteur

Les résultats obtenus ont montré que le pouvoir réducteur varie en fonction des solvants utilisés et en fonction du rapport solvant / eau distillée (**Fig. 02**)

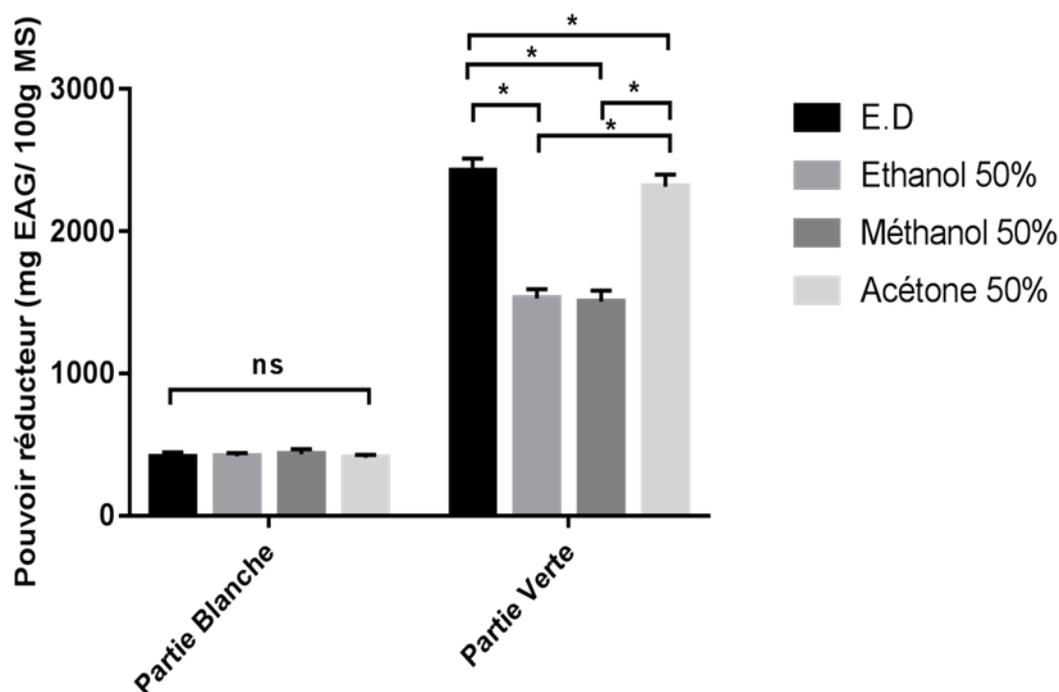


Figure 02 : Pouvoir réducteur en fonction du solvant d'extraction

III.1.3.2.1. Partie blanche

La teneur en pouvoir réducteur est de $434,02 \pm 35,208$ mg EAG/100g MS pour l'acétone 50% ; de $418,94 \pm 22,462$ mg EAG/100g MS pour l'éthanol 50% ; de $414,98 \pm 30,778$ mg EAG/100g MS pour l'eau distillée ; de $409,97 \pm 18,365$ mg EAG/100g MS pour le méthanol 50% ;

III.1.3.2.2. Partie verte

La teneur en pouvoir réducteur est de $2427,15 \pm 84,307$ mg EAG/100g MS pour l'acétone 50%; de $2312,90 \pm 84,897$ mg EAG/100g MS pour l'eau distillée; de $1528,19 \pm 65,967$ mg EAG/100g MS pour l'éthanol 50% ; et de $1506,46 \pm 84,897$ mg EAG/100g MS pour le méthanol 50%.

L'analyse statistique indique une différence non significative entre l'eau distillée et l'acétone pour la partie blanche, et pour la partie verte il y a une différence significative entre l'eau distillée et l'acétone, entre l'éthanol et le méthanol, entre le méthanol et l'acétone, et entre l'éthanol et l'acétone.

III.1.4. Fixation de la concentration du solvant

Les échantillons ont été extraits en utilisant le meilleur solvant et nous avons varié la concentration en utilisant les valeurs suivantes : 25%, 50%, 75% et 100% (Fig.03).

III.1.4.1. Les polyphénols

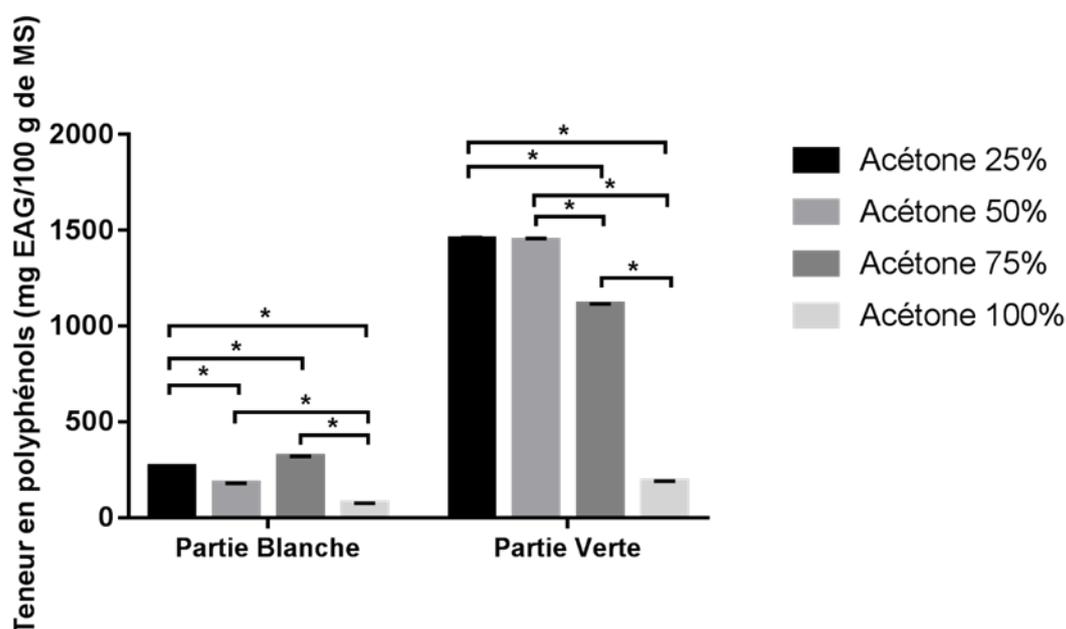


Figure 03 : Dosage des poly phénols totaux suivant la concentration du solvant dans le protocole d'extraction

III.1.4.1.1. Partie blanche

La concentration de 25% est celle qui permet d'obtenir le meilleur taux d'extraction des polyphénols, avec une moyenne de 318.59 ± 2.654 mg EAG/100g MS. Les résultats obtenus avec les autres concentrations sont en moyenne de 176.87 ± 2.126

mg EAG/100g MS pour une concentration de 50% ; de 264.52 ± 0.952 mg EAG/100g MS pour une concentration de 75% ; et de 74.58 ± 0.9 mg EAG/100g MS pour une concentration de 100%.

III.1.4.1.2. Partie verte

Aussi au partie verte La concentration de 25% est celui qui permet d'extraction le meilleur taux de polyphénols, avec une moyenne de 1454.43 ± 8.659 mg EAG/100g MS. Les autres résultats sont de : pour 50% : 1447.29 ± 10.092 mg EAG/100g MS ; pour 75% : 1111.68 ± 4.92 mg EAG/100g MS ; et pour 100% : 188.58 ± 3.074 mg EAG/100g MS.

L'analyse statistique indique une différence significative entre toutes les concentrations testées.

III.1.4.2. Pouvoir réducteur

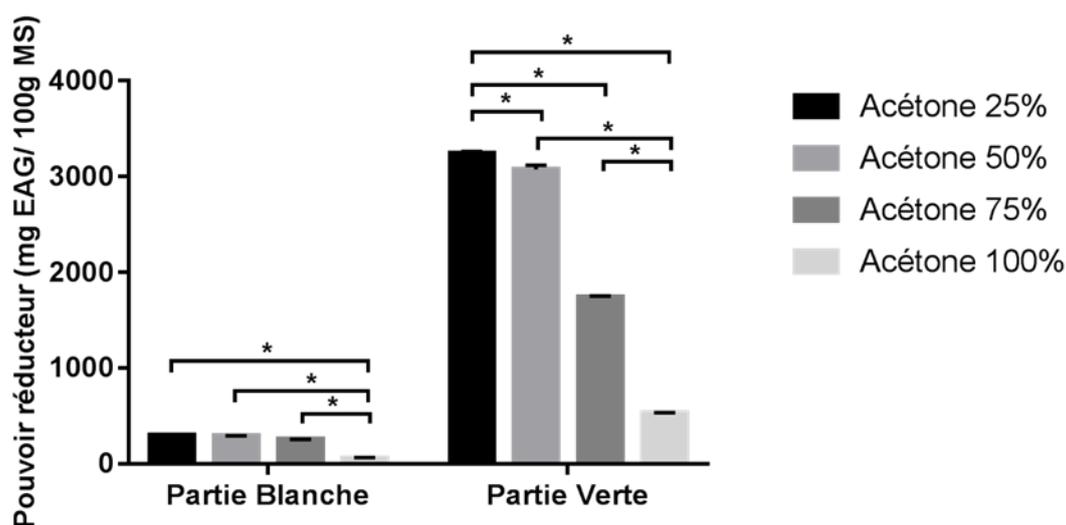


Figure 04 : Pouvoir réducteur obtenu en fonction de la concentration du solvant

III.1.4.2.1. Partie blanche

D'après la **Figure 04**, la concentration de 25% est celle qui permet d'extraire la plus grande quantité de pouvoir réducteur, avec une moyenne de 297.26 ± 2.469 mg EAG/100g MS. Pour les autres concentrations, les moyennes observées sont de : 50% : 289.9 ± 2.629 mg EAG/100g MS ; 75% : 253.86 ± 2.344 mg EAG/100g MS ; et 100% : 56.09 ± 9.749 mg EAG/100g MS.

III.1.4.2.2. Partie verte

III.RESULTATS ET DISCUSSION

La concentration de 25% est aussi celle qui permet la meilleure extraction des pouvoir réducteur, avec une moyenne de 3242.96 ± 19.997 mg EAG/100g MS. Pour les autres concentrations, nous avons obtenu : à 50% : 3073.59 ± 43.675 mg EAG/100g MS; à 75% : 1734.73 ± 17.180 mg EAG/100g MS ; et à 100% : 530.96 ± 4.466 mg EAG/100g MS, la différence étant significative entre les concentrations du solvant.

A ce niveau de l'étude, les 2 paramètres pris en compte sont :

Le meilleur solvant : l'acétone avec concentration de 25%.

III.1.5. Fixation de quantité du poudre (rapport solide /liquide)

L'impact du rapport solide / liquide sur l'extraction des polyphénols et le pouvoir réducteur de *Allium sp* est mesuré suivant les rapports 0.1/10 ; 0.2/10 ; 0.4/10; 0.6/10 ; 0.8/10, P/V (Fig. 05 et 06).

III.1.5.1. La quantité de poudre sur l'extraction des polyphénols

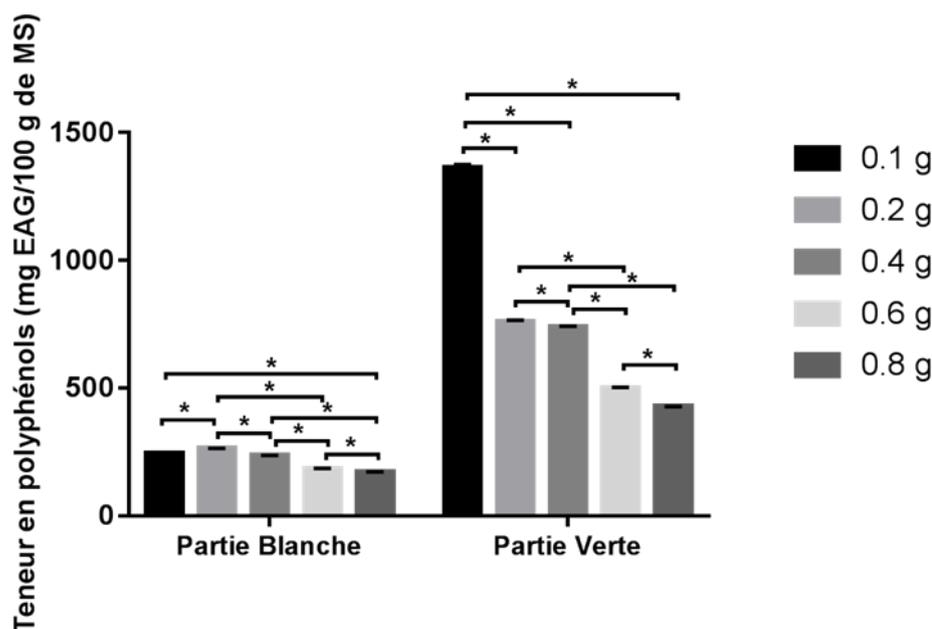


Figure 05 : Fixation de la quantité de poudre pour le dosage des polyphénols)

III.1.5.1.1. Partie blanche

En effet, le rapport solide /liquide de 0.2/10 est celui qui donne le meilleur taux d'extraction des polyphénols, avec en moyenne 263.62 ± 0.919 mg EAG/100g MS, suivi par 0.1/10 avec 244.6 ± 1.963 mg EAG/100g MS puis 0.4/10 avec 236.18 ± 1.054 mg EAG/100g MS ; suivi de 0.6/10 : 183.96 ± 1.133 mg EAG/100g MS ; et enfin 0.8/10 avec 170.83 ± 0.563 mg EAG/100g MS.

III.1.5.1.2. Partie verte

Le rapport solide /liquide de 0.2/10 est aussi celui qui permet d'obtenir le meilleur taux de polyphénols, avec en moyenne 1363.48 ± 10.389 mg EAG/100g MS, suivi par 0.1/10 : 757.94 ± 7.663 mg EAG/100g MS ; puis 0.4/10 : 737.85 ± 3.408 mg EAG/100g MS ; puis 0.6/10 : 499.91 ± 2.769 mg EAG/100g MS et enfin 0.8/10 : 427.62 ± 0990 mg EAG/100g MS.

L'analyse statistique indique une différence significative entre les différents rapports

III.1.5.2. La quantité de poudre sur le pouvoir réducteur

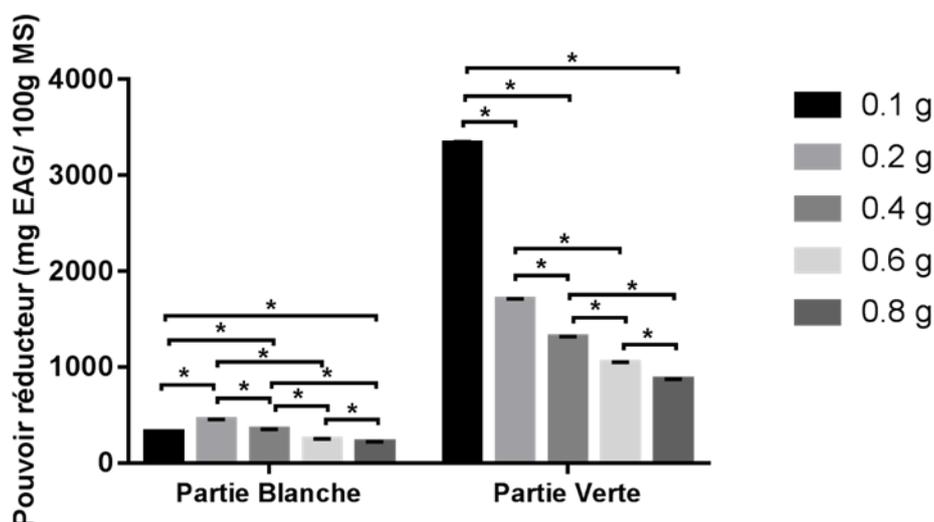


Figure 06 : Fixation de la quantité de poudre pour le pouvoir réducteur

III.1.5.2.1. Partie blanche

Le rapport solide /liquide de 0.2/10 est celui qui permet le meilleur taux d'extraction des pouvoirs réducteurs, avec en moyenne 450.99 ± 5.592 mg EAG/100g MS, suivi par 0.4/10 avec 349.11 ± 3.226 mg EAG/100g MS; puis 0.1/10 avec 321.01 ± 2.682 mg EAG/100g MS ; 0.6/10 avec 246.50 ± 4.833 mg EAG/100g MS et 0.8/10 avec 219.75 ± 2.387 mg EAG/100g MS.

III.1.5.2.2. Partie verte

Ici aussi, le rapport solide /liquide de 0.2 /10 est celui qui permet le meilleur taux d'extraction des pouvoirs réducteurs, avec en moyenne 3333.92 ± 14.177 mg EAG/100g MS, suivi par 0.1/10 : 1703.56 ± 6.594 mg EAG/100g MS ; puis 0.4/10 : 1309.32 ± 10.667 mg EAG/100g MS ; 0.6/10 : 1041.15 ± 10.370 mg EAG/100g MS et 0.8/10 : 871.26 ± 4.274 mg EAG/100g MS.

L'analyse statistique par le test ANOVA One Way indique une différence significative entre les différents rapports.

III.1.6. Température d'extraction

III.1.6.1. Polyphénols

III.1.6.1.1. Partie blanche

La teneur la plus importante de polyphénols totaux extraits (**Fig. 07**) est obtenue à la température de 60°C avec moyenne de $277,81 \pm 4,731$ mgEAG/100g MS. Elle est suivie par la température de 40°C avec $269,30 \pm 0,737$ mgEAG/100g MS, puis celle de 90°C qui donne $262,69 \pm 0,909$ mgEAG/100g MS. Enfin la température de 25°C donne $234,24 \pm 4,140$ mg EAG/100g MS.

III.1.6.1.2. Partie verte

La teneur la plus importante de polyphénols totaux extraits (**Fig. 07**) est obtenue à la température de 60°C avec moyenne de $1485,68 \pm 14,383$ mgEAG/100g MS. Elle est suivie par la température de 90°C avec $1471,53 \pm 28,287$ mgEAG/100g MS. 40°C avec $1354,72 \pm 7,148$ mgEAG/100g MS, puis celle de. La moins importante est 25°C qui donne $1248,72 \pm 12,776$ mg EAG/100g MS .

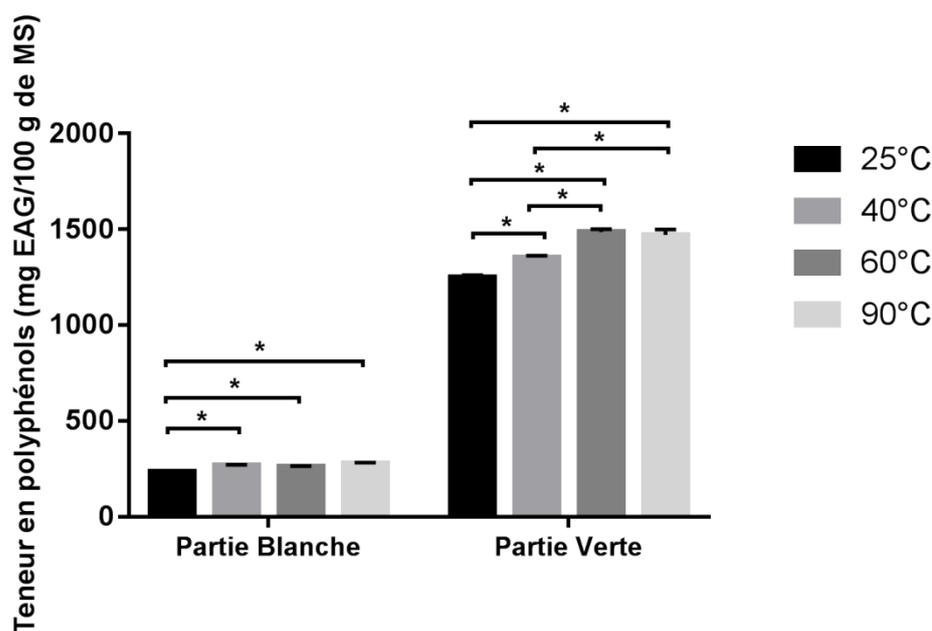


Figure 07 : Fixation de la température d'extraction des polyphénols totaux

Le test ANOVA One Way montre une différence significative concernant la teneur en polyphénols totaux pour les différentes températures testées pour l'extraction.

A ce niveau de l'étude, les 3 paramètres pris en compte sont : l'acétone 25%, 0,200mg de poudre de poireau sauvage et une température de 60°C.

III.1.6.2. Pouvoir réducteur

III.1.6.2.1. Partie blanche

Le meilleur pouvoir réducteur (**Fig. 08**) est obtenue à la température de 60°C qui donne 396,22±4,689 mg EAG/100g MS. Elle est suivie par la température de 40°C avec 379,86±2,508mg EAG/100g MS, puis celle de 90°C avec 367,04±4,786mg EAG/100g MS ,et enfin par la température 25°C avec une moyenne de 345,56±2,032mg EAG/100g MS.

III.1.6.2.2. Partie verte

Selon la **Figure 08**, c'est la température de 60°C qui donne le meilleur pouvoir réducteur avec une moyenne de 3271,56 ±30,929mg EAG/100g MS. Elle est suivie

III.RESULTATS ET DISCUSSION

par la température de 40°C avec 3187,67±29,665mg EAG/100g MS, puis celle de 25°C qui donne 90°C avec 3069,88±66,201mg EAG/100g MS, et en dernier lieu la 2913,16±40,598 mg EAG/100g MS température.

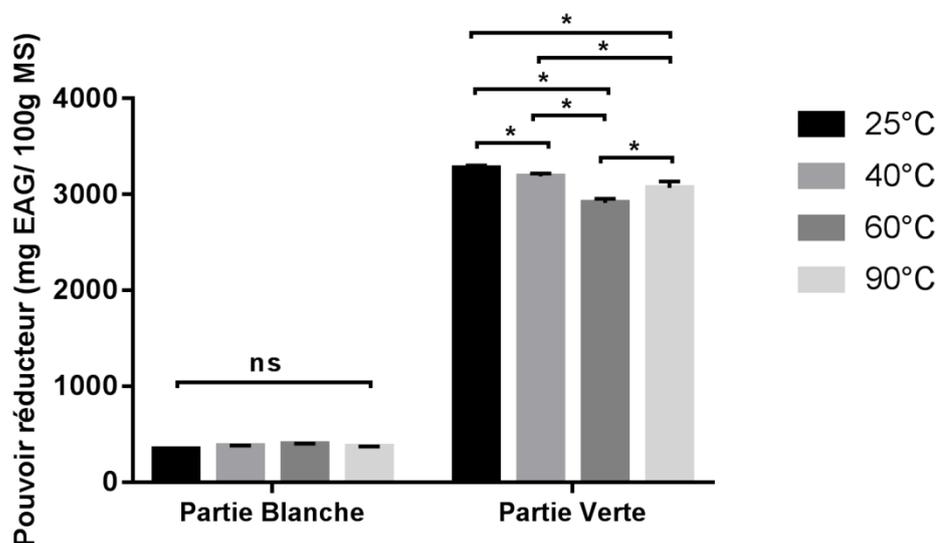


Figure 08 : Fixation de la température d'extraction pour le pouvoir réducteur

L'analyse statistique indique une différence non significative entre 25°C et 90°C pour la partie blanche, et dans la partie verte il y a une différence significative entre 25°C , 40°C , 60°C et 90°C ; et entre 40°C , 60°C et 90°C ; et entre 60°C et 90°C.

III.1.7. Durée d'agitation

III.1.7.1. Polyphénols

III.1.7.1.1. Partie blanche

D'après les résultats illustrés dans la **Figure 09**, le meilleur temps d'extraction est de 30 min, qui a donné la meilleure teneur en polyphénols avec une moyenne de 282,89±1,540mg EAG/100g MS, suivi par le temps de 90 min avec 268,73±5,592mg EAG/100g MS, ensuite 60 min avec 267,09±2,008 mg EAG/100g MS, et enfin 120 min qui donne la plus faible teneur : 264,19±3,082mg EAG/100g MS.

III.1.7.1.2. Partie verte

D'après les résultats de la **Figure 09**, le meilleur temps d'extraction est de 30 min, qui a donné la meilleure teneur en polyphénols avec une moyenne de 1498,84±4,616mg EAG/100g MS, le temps de 60 min donne 1486,32±25,137mg

III.RESULTATS ET DISCUSSION

EAG/100g MS, puis 90 min avec $1489,69 \pm 9,241$ mg EAG/100g MS, et 120 min qui donne la plus faible teneur : $1493,87 \pm 1,536$ mg EAG/100g MS.

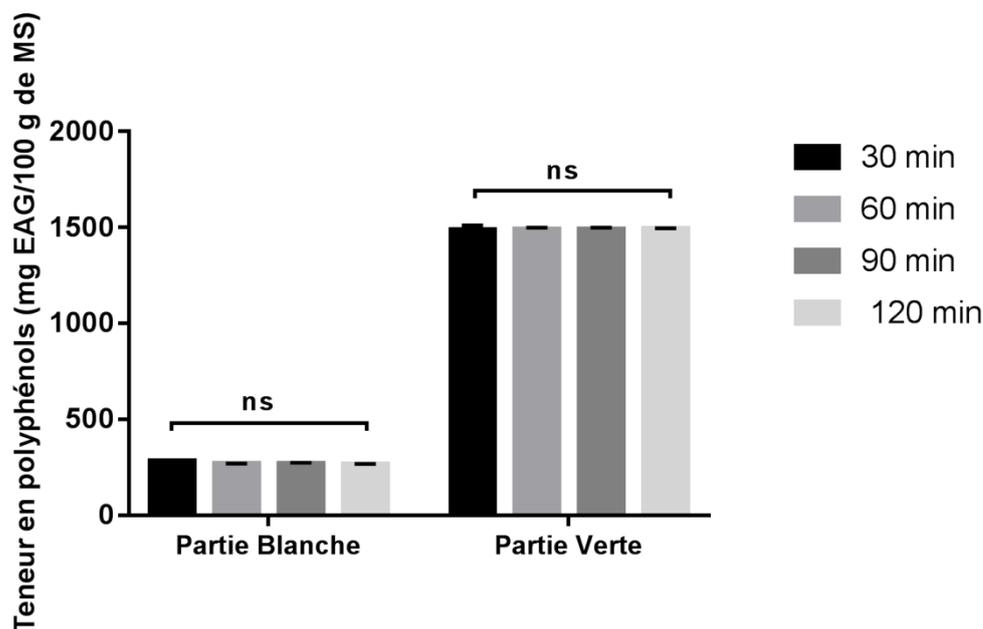


Figure 09 : Fixation du temps d'extraction des polyphénols totaux

L'analyse statistique indique une différence non significative entre pour la partie blanche et même pour la partie verte.

III.1.7.2. Pouvoir réducteur

III.1.7.2.1. Partie blanche

Le pouvoir réducteur obtenu est de $342,97 \pm 5,975$ mg EAG/100g MS ; pour 30 min de $338,12 \pm 4,724$ mg EAG/100g MS pour 60 min ; de $331,88 \pm 2,147$ mg EAG/100g MS pour 90 min ; et de $323,82 \pm 10,541$ mg EAG/100g MS pour 120 min.

III.1.7.2.2. Partie verte

Le pouvoir réducteur est de $3304,20 \pm 87,455$ mg EAG/100g MS pour 30 min ; de $3300,46 \pm 26,604$ mg EAG/100g MS pour 60 min ; de $3247,07 \pm 9,154$ mg EAG/100g MS ; pour 90 min et de $3152,89 \pm 23,191$ mg EAG/100g MS 120 min .

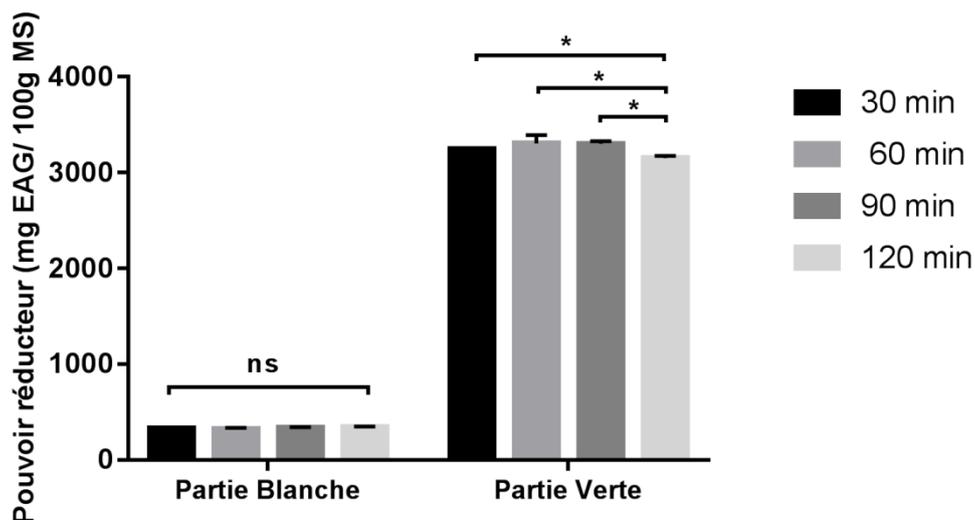


Figure10 : Fixation du temps d'extraction pour le pouvoir réducteur

L'analyse statistique indique une différence non significative pour la partie blanche, et dans la partie verte il y a une différence significative entre 30 min et 120 min ; entre 60 min et 120 min ; et entre 90 min et 120 min.

Enfin, les paramètres finalement fixés sont :

L'acétone à 25%, 0,200 mg de poudre de poireau sauvage, une durée d'extraction de 30 min, et une température de 60°C.

IV. Discussion

L'extraction des composés phénoliques des matrices végétales est une étape cruciale qui dépend de la méthode et du solvant approprié, pour leur quantification et leur classification (**Brun *et al.*, 1992**).

Généralement, divers solvants ont été utilisés pour l'extraction de ces principes actifs englobant l'eau, l'acétone, l'éthanol et le méthanol. Il a été corroboré que les solvants aqueux donnent les meilleurs rendements d'extraction que les solvants absolus (**Koffi *et al.*, 2010 ; Boulekbache *et al.*, 2013 ; Tan *et al.*, 2013**).

L'extraction des polyphénols totaux (PPt) et le pouvoir réducteur chez le poireau sauvage *Allium sp* par différents solvants utilisés pour la partie verte (PV) et la partie blanche (Pb) montrent d'après notre travail que l'acétone est le meilleur solvant pour cette extraction.

Nos résultats sont comparables à ceux obtenus par différents auteurs. Selon **Mohammedi et Atik (2011)** l'utilisation de solvants mixtes aboutit à un fort enrichissement des extraits en polyphénols. La supériorité des solvants mixtes serait due à l'augmentation de la solubilité des composés phénoliques dans les extraits obtenus par des solvants mixtes comparés à ceux obtenus par des solvants purs (**Trabelsi *et al.*, 2010**).

L'éthanol est un solvant généralement le plus appliqué pour des raisons hygiéniques et d'abondance (**Kiassos *et al.*, 2009**). Nos résultats ont montré que la concentration de 25% est la meilleure concentration pour l'extraction (PPt).

D'un autre côté, **Blazovics *et al.*, (2003)** notent que la richesse en polyphénols des extraits (acétonique à 70% et éthanolique à 70%) leur permettent une meilleure activité par rapport aux autres extraits, ceci étant dû au potentiel réducteur élevé des polyphénols présents dans ces extraits.

Les températures élevées influencent la solubilité des composés phénoliques, augmentent la vitesse de diffusion avec un transfert de masse accru. Cependant, il convient de noter que l'augmentation de la température au-delà de

certaines valeurs peut favoriser le risque de dégradation thermique et la décomposition possible des composés phénoliques (**Chan *et al.*, 2009**).

Notre travail montre que 25°C est la meilleure température pour l'extraction et que 30 min est la meilleure condition du temps pour cette expérience.

Le temps d'extraction prolongé conduit à la décomposition des composés actifs (**Liyana-Pathirana et Shahidi, 2005**) en raison de longues expositions à l'environnement, c'est-à-dire à la température, la lumière et l'oxygène, augmentant les chances que les composés phénoliques s'oxydent, ce qui diminue leur pouvoir antioxydant (**Lafka *et al.*, 2007**).

En effet, plusieurs chercheurs ont attiré l'attention sur la possibilité de l'oxydation de ces composés si le temps d'extraction est long (**Talli *et al.*, 2010**).

En outre, des réactions indésirables telles que l'oxydation enzymatique et la polymérisation pourraient être favorisées par un temps d'extraction prolongé (**Biesaga et Pyrzynska, 2013**).

Les travaux d'**Odabasglu *et al.* (2004)**, ont montré qu'il existe une relation, entre la teneur en composés phénoliques et le pouvoir réducteur de plusieurs plantes médicinales. La capacité réductrice de ces plantes est due principalement aux composés phénoliques.

Comparaison entre la partie verte (feuilles) et la partie blanche (bulbes)

La variation de la teneur en PPT en fonction de la partie de la plante est significative, car les feuilles donnent les teneurs les plus élevées (1363,48±10,389mg EAG/100g MS). Cette teneur est environ 5 fois supérieure à celle enregistrée chez les bulbes (244.6±1.963 mg EAG/100g MS). Nos résultats sont supérieurs à ceux des travaux conduits par **Bernaert *et al.* (2012)** sur les 30 cultivars de poireau indiquant des valeurs oscillant de 5 à 15,14 mg EAG/g PS et ceux de **Bozin *et al.* (2008)** rapportant une valeur de 0,18 mg EAG/g PS pour les bulbes d'ail étudiés.

La partie verte donne les meilleurs résultats d'extraction dans tous les paramètres.

Discussion

Nous remarquons, d'après nos résultats, que tous les extraits ont pu réduire le Fer avec des variations d'un extrait à un autre. Ces résultats indiquent que l'absorbance augmente au fur et à mesure que la concentration en extrait s'élève. Les extraits de la partie verte enregistrent les absorbances les plus élevées à des concentrations moindres par rapport à celles de la partie blanche.

Conclusion

Conclusion

A l'issue de ce travail, il apparait que l'opération d'extraction des polyphénols des tissus végétaux revêt une importance capitale, car c'est à partir de l'extraction des substances antioxydantes du matériel végétal que va être conditionné tout le reste des travaux de recherche dans ce domaine. Ainsi la présente recherche a montré que :

-L'extraction par l'acétone à une concentration de 25 % , avec une quantité de poudre de 0.1g, une température ambiante de 25°C pendantt 30 min d'agitation donne les meilleurs résultats d'extraction.

-L'évaluation de l'effet antioxydant des extraits phénoliques a confirmé que les extraits de la partie verte possèdent des propriétés anti oxydantes plus puissantes que celles d'extraits de la partie blanche.

A la suite de ces résultats nous proposons les perspectives suivantes :

- il serait intéressant de mener une étude des polyphénols des autres parties (tige et fleurs) de cette plante spontanée alimentaire en vue d'identifier l'espèce chimique responsable de ses activités. Un essai d'extraction des substances bioactives du poireau sauvage à l'état frais serait plus intéressant.

-l'élargissement des études et la recherche sur le poireau sauvage, et en particulier les espèces qui ne sont pas étudiées comme dans le cas de cette espèce.

- adopter des méthodes d'extraction récentes.

- enfin, nous recommandons une culture des poireaux sauvages médicinaux et alimentaires pour permettre à la population d'avoir des médicaments et des denrées alimentaire moins chers et d'éviter la disparition de certaines espèces intéressantes.

Références bibliographiques

B

Baba Aïssa F. (1999). Encyclopédie des plantes utiles. Flore d'Algérie et du Maghreb. Plus de 800 plantes de la flore d'Algérie et du Maghreb, ainsi que des substances végétales d'Afrique, d'Orient et d'Occident. Edition. Librairie Moderne – Rouiba, Pp. 101.

Beesk N., Perner H., Schwarz D., George E., Kroh L. W. et Rohn S. (2010). Distribution of quercetin-3,4-O-diglucoside, quercetin-4-O-monoglucoside, and quercetin in different parts of the onion bulb (*Allium cepa* L.) influenced by genotype. Food Chemistry. 122: 566–571.

Bernaert N., De Paepe D., Bouten C., De Clercq H., Stewart D., Van Bockstaele E., De Loose M. et Van Droogenbroeck B. (2012). Antioxidant capacity, total phenolic and ascorbate content as a function of the genetic diversity of leek (*Allium ampeloprasum* var. porrum). Food Chemistry. 134: 669–677.

Bonaccorsi P., Caristi C., Gargiulli C. et Leuzzi U. (2008). Flavonol glucosides in *Allium* species. A comparative study by means of HPLC–DAD–ESI–MS–MS. Food Chemistry. 107:1668–1673.

Boubekri, C. (2014). Etude de l'activité antioxydante des polyphénols extraits de *Solanum melongena* par des techniques électrochimiques. Université Mohamed Khider. Biskra. Pp.160.

Boulekbache Makhlof L., Slimani S. et Madani K. (2013). Total phenolic content, antioxidant and antibacterial activities of fruits of *Eucalyptus globulus* cultivated in Algeria. Industrial Crops and Products. 41/ 85– 89.

Bozin B., Mimica-Dukic N., Samojlik I., Goran A. et Igetic R. (2008). Phenolics as antioxidants in garlic (*Allium sativum* L., Alliaceae). Food Chemistry. 111: 925–929 .

Brun N., Jay M., et Merghem R. (1992). A proposition for the study of phenolic and of legumes, In: Proceeding of 1st European Conference on Grain Legumes, Anger, France. 393-394.

C

Chan S., Lee C., Yap C., Mustapha W.A.W., Ho C. (2009). Optimisation of extraction conditions for phenolic compounds from *Limau purut (Citrus hystrix)* peels. *International Food Research Journal*. 16: 203-213.

Chiou A., Kalogeropoulos N., Salta F, Efstathiou P., Andri Kopolous N.K. (2009). Pan frying of french fries in three different edible oils enriched with olive leaf extract: oxidation stability and fate of microconstituents. *Food Science and technology*. 42 : 1090-1097.

Corea G., Fattorusso E. et Lanzotti V. (2003). Saponins and Flavonoids of *Allium triquetrum*. *Journal of Natural Products*, Vol. 66 :11.

D

Dicko M.H., Gruppen H., Traoré A.S., Voragen A.G., van Berkel W.J. (2006). Phenolic compounds and related enzymes as determinants of sorghum for food use. *Biotechnology and Molecular Biology Review*. 1 : 20-37.

Dziri S., Hassenb I., Fatnassia S., Mrabeta Y., Casabiancac H., Hanchid B. et Hosnia K. (2012). Phenolic constituents, antioxidant and antimicrobial activities of rosy garlic (*Allium roseum* var. *odoratissimum*). *Journal of functional food*. 4: 423 – 432.

E

Eichii K. et Genjiro M. (2000). Effect of storage temperatures on flowering of *Allium triquetrum* L. *Environment Control in Biology*. 38: 47-50.

F

Fuhrer F, Limacher A, Mikle H, Truttmann M, Friedli R, Pasquier M, Pfefferli H, Schneller R et Gremaud G. (2005). Graisses comestibles, huiles comestibles et graisses émulsionnées. In : *Manuel suisse des denrées alimentaires*. Pp. 27.

J

Julve P.H. (2017). World vegetation database. Baseveg, 09 février 2017.

H

Hadi M. (2004). La quercétine et ses dérivés : molécules à caractère pro-oxydant ou capteurs de radicaux libres. Etudes et applications thérapeutiques. Thèse Doct Univ. Louis Pasteur.

Herrmann H. (1988). On the occurrence of flavonol and flavone glycosides in vegetables. *Z Lebensm Unters Forsch.* 186:1-5.

G

Garcia-Salas P., Morales-Soto A. et Segura-Carretero A. (2010). Phenolic-Compound-Extraction Systems for Fruit and Vegetable Samples. *Molecules.*15: 8813-8826.

Gómez-Caravaca A., Gómez-Romero M., Arráez-Román D., Segura-Carretero A., Fernández-Gutiérrez A. (2006). Advances in the analysis of phenolic compounds in products derived from bees. *Journal of pharmaceutical and biomedical analysis.* 41: 1220-1234.

K

Kiassos E, Mylonaki S, Makris D. P, Kefalas P. (2009). Implementation of response surface methodology to optimise extraction of onion (*Allium cepa*) solid waste phenolics. *Innovative Food Science and Emerging Technologies.* 10: 246–252.

L

Lanzotti V. (2006). The analysis of onion and garlic. *Journal of Chromatography A.* 1112: 3–22.

Liyana-Pathirana C., Shahidi F., 2005. Optimization of extraction of phenolic compounds from wheat using response surface methodology. *Food Chemistry.* 93: 47-56.

Łojkowska E., Hołubowska M. (1992). The role of polyphenol oxidase and peroxidase in potato tuber resistance to soft rot caused by *Erwinia carotovora*. *Journal of Phytopathology.* 136: 319-328.

Lugasi A., Hovari J., Sagi K. V. et Biro L. (2003). The role of antioxidant phytonutrients in the prevention of diseases. *Acta Biologica Szegediensis* 1-4 : 119-125.

M

Macheix J.J., Fleuriet A., Jay-Allemand C. (2005). Les composés phénoliques des végétaux: un exemple de métabolites secondaires d'importance économique. PPUR. Presses polytechniques.

Macheix J., Fleuriet A., Sarni-Manchado P. (2006). Composés phénoliques dans la plante. Structure, biosynthèse, répartition et rôles. Les polyphénols en agroalimentaire. Edition TEC et DOC. Lavoisier. Paris. 390-399.

Macheix J.J., Fleuriet A. et Sarni-Manchado P. (2006). Les polyphénols en agroalimentaire. Ed Lavoisier Paris. 1-28.

Middleton E. Jr, Kandaswami C. (1994). The impact of plant flavonoids on mammalian biology: implications for immunity, inflammation and cancer. *In: The flavonoids. Advances since 1986.* Harborne JB, editor. London: Chapman and Hall, Pp. 619-645.

Monpon B., Lemaire B., Mengal P. et Surbled M. (2009). Extraction des polyphénols : Du laboratoire à la production industrielle. Ed INRA-Paris.

P

Pelloté F. (2008). L'ail à tige triquètre (*Allium triquetrum*) . <http://www.bretagne-environnement.org/especes-invasives>.

Q

Quezel P. et Santa S. (1963). Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Edition du Centre National de la Recherche Scientifique Paris, Tome I, Pp. 558.

R

Rice-Evans C.A. et Packer L. (1997). Flavonoids in health and disease. Marcel Dekker. Pp. 545.

REMITA H., YOUS L. (2013). Optimisation de l'extraction des composées phénoliques par micro-onde d'*Allium cepa* (oignon rouge), et l'évaluation de leur enrichissement dans les huiles végétales (olive, soja).

S

Sousa A., Ferreira, I.C., Calhella R., Andrade P.B., Valentão P., Seabra R., Estevinho L., Bento A., Pereira J.A. (2006). Phenolics and antimicrobial activity of traditional stoned table olives 'alcaparra'. *Bioorganic & medicinal chemistry*. 14: 8533-8538.

Simin N., Orcic D., Cetojevic-Simin D., Mimica-Dukic N., Anackov G., Beara I., Mitic-Culafic et Bozin B. (2013). Phenolic profile, antioxidant, anti-inflammatory and cytotoxic activities of small yellow onion (*Allium flavum* L. subsp. *flavum*, Alliaceae). *LWT – Food Science and Technology*. 54 : 139-146.

Singh Brahma N., Singh B.R., Singh R.L., Prakash D., Singh D.P, Sarma B.K., Upadhyay G. et Singh H.B. (2009). Polyphenolics from various extracts/fractions of red onion (*Allium cepa*) peel with potent antioxidant and antimutagenic activities. *Food and Chemical Toxicology*. 47 : 1161–1167.

T

Tan M. C., Tan, C. P. et Ho C. W. (2013). Effects of extraction solvent system, time and temperature on total phenolic content of henna (*Lawsonia inermis*) stems. *International Food Research Journal*. 20(6): 3117-3123.

Résumé

Durant cette étude, les différents paramètres d'extraction des composés phénoliques du poireau sauvage *Allium sp* ont été étudiés. Les effets de la nature du solvant (acétone, éthanol, méthanol et eau distillée), de la concentration du solvant (25%, 50% ,75%, 100%), du rapport solide /solvant (0.1/10, 0.2/10, 0.4/10,0.6/10 ,0.8/10 g/ml), de la température (25, 40, 60, 90°C) sur l'extraction des composés phénoliques des extraits ont été évalués. La teneur en polyphénols totaux (PPt) et le pouvoir réducteur ont été déterminés afin d'optimiser les meilleures conditions d'extraction.

D'après nos résultats, les meilleures conditions d'extraction ont été obtenues avec l'acétone comme solvant avec une concentration de 25% et 0.1/10 g/ml du poudre. D'autre part, c'est la température de 25 et un temps d'agitation de 30 min qui ont donné les meilleurs résultats.

D'un autre coté, il a été montré que c'est au niveau de la partie verte de la plante que l'activité antioxydante est la meilleure, aussi bien pour la teneur en polyphénols totaux (PPt) que pour le pouvoir réducteur

Mot clés : Poireau sauvage, Paramètres d'extraction, Composés phénoliques, Pouvoir réducteur, Allium.

Summary

During this study, the different extraction parameters of phenolic compounds from the wild leek *Allium sp* were studied. The effects of the nature of the solvent (acetone, ethanol, methanol and distilled water), the solvent concentration (25%, 50%, 75%, 100%), the solid / solvent ratio (0.1 / 10, 0.2 / 10 , 0.4 / 10.0.6 / 10, 0.8 / 10 g / ml), temperature (25, 40, 60, 90 ° C) on the extraction of phenolic compounds from the extracts were evaluated. The content of total polyphenols (PPt) and the reducing power were determined in order to optimize the best extraction conditions.

According to our results, the best extraction conditions were obtained with acetone as solvent with a concentration of 25% and 0.1 / 10 g / ml of the powder. On the other hand, it is the temperature of 25°C and a stirring time of 30 min that gave the best results.

On the other hand, it has been shown that it is at the green part of the plant that the antioxidant activity is the best, both for the content of total polyphenols (PPt) and for the reducing power.

Keywords: Wild leek, Extraction parameters, Total phenolic compounds, Reducing power, Allium

ملخص

تم القيام بدراسة استخراج المركبات الفينولية من الكراث تم تقييم الاثار المترتبة على طبيعة المذيب

(الاسيتون والايثانول والميثانول والماء المقطر) وتركيز المحلول باستبدال تراكيز مختلفة (25 75 100) وكمية المادة الجافة للنبتة (100 200 400 600 800 مغ) ودرجة الحرارة (25 60 90 درجة س) ووقت الاستخراج (30 60 90 120 دقيقة) على استخراج المركبات الفينولية للمستخلصات. وتم تحديد اجمالي محتوى البوليفينول من اجل تحسين ظروف استخراج أفضل. وفقا لنتائجنا فان أفضل شروط استخراج هي الاسيتون بتركيز 25 وكمية 100 مغ للمادة و25 درجة س و30 دقيقة كوقت استخراج. تقييم النشاط المضاد للأكسدة للمستخلصات تم من خلال طرق تكميلية وهي القدرة الارجاعية واجمالي القدرة المضادة للأكسدة

الكلمات المفتاحية الكراث البرية. شروط الاستخراج. المركبات الفينولية.

النشاط المضاد للأكسدة.