

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLICUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
جامعة عمار ثليجي بالاغواط
UNIVERSITE AMAR TELIDJI LAGHOUAT
كلية العلوم
FACULTE DES SCIENCES
قسم علوم المادة
Département des Sciences de la Matière



Mémoire de Master

Domaine : Sciences de la matière

Filière : Chimie

Option : Chimie organique appliquée

Présenté Par:

M^{elle} Zemala Maroua & M^{elle} Djebrit Zehor

THEME

Capacité Antioxydante des Extraits de Sons du Blé dur, de l'Orge, de Frick et du Mermez des régions de : Sidi Makhlouf-Laghouat-et M'Sila

Soutenu publiquement le 04 juillet 2021 devant le jury composé de :

HADBAOUI Zineb	M.C.B	Présidente
BELHADI Bedreddine	M.C.A	Examineur
BENALIA Mohamed	M.C.B	Encadreur

Année Universitaire : 2020- 2021

Remerciements

Nous tenons d'abord Allah tout puissant qui nous a donné la force et patience pour accomplir ce modeste travail ;

La réalisation de ce travail a été achevée au Laboratoire des Sciences Fondamentales LSF à l'université de Laghouat sous la direction du directeur de ce laboratoire professeur **Mohamed Yousfi** ; à qui nous adressons notre gratitude et notre profonde reconnaissance.

Malgré les apparences, cette page est la plus difficile à rédiger. En effet, comment dire en si peu de mots toute nos reconnaissances aux personnes qui ont toujours nous encouragé. Malgré tout, ces quelques lignes sont une occasion pour nous de remercier les responsables et les personnes qui, de près ou de loin, nous ont soutenus de diverses manières et sans qui, ce travail n'aurait pas abouti.

Nos remerciements particulièrement vont à notre encadreur ; le docteur **Mohamed BENALIA** pour l'honneur qu'ils nous ont fait en nous encadrant et pour l'aide précieuse qu'il nous a apportée, pour ses remarques et ses conseils avisés qui nous ont permis de mener à bien ce travail.

Nous adressons également, un grand merci à Mademoiselle **Djahida BEY**, doctorante en troisième cycle au département de biologie à l'université de Laghouat pour son aide inestimable, sa contribution judicieuse, sa gentillesse et sa main tendue dans les bons et les moins bons moments.

Ainsi, nous adressons notre gratitude et notre honneur respect:

-A Madame **HADBAOUI Zineb**, Maître de conférences à l'université de Laghouat, pour avoir accepté de présider le jury de mon mémoire. Nous aimerons la remercier

-A Monsieur **BELHADI Bedreddine**, Maître de conférences à l'université de Laghouat, d'avoir accepté d'évaluer ce manuscrit de mémoire ainsi que d'avoir bien voulu être membre de notre jury de soutenance. Qu'il trouve ici le témoignage de notre gratitude.

Enfin, nous remercions toute l'équipe administrative et pédagogique du département des sciences de la matière de d'université Amar Telidji et à tous ceux qui nous ont apporté leurs soutiens et encouragement durant la réalisation de ce travail



Dédicace

À Mes très chers parents ; sans vos affections, vos conseils, vos sacrifices, vos encouragements, vos prières et vos efforts que vous avez déployés durant toute ma vie, ce travail n'aurait jamais pu être réalisé. Je vous présente ma pleine gratitude et mon profond respect, j'espère que Dieu vous donne la longue vie et la bonne santé, je vous aime énormément.

*À mes frères ;abd el hafid ,moâad, yousef
À mes chères sœurs ;fatima, nacira, nadia, romissa
et le petit fils-unique de la famille houdaifa
J'espère que Dieu vous garde.*

À toute ma famille

*À mes Amies: aroua, soaad, fatima , hafsa ,khawla.
Je tiens à remercier M^{elle} Bey Jahida pour son soutien et
son aide*

À mon cher binôme zehor



Maroua



Dédicace :

*A l'aide de Dieu tout puissant, qui m'a tracé le chemin de
ma vie, que j'ai pu réaliser ce travail. Je dédie :*

♥ À mes très chers parents ♥

♥ À ma famille : samira, bachira, mohamed, zakaria,

Roumissa, Aicha et Ahmed billal ♥

♥ A mes amis : chahinez , safa , aroua ,souad , samiha

et ma chère amie de la cité universitaire et scolaire

maroua ♥

Zehor



Liste des abréviations

AAO	Activité antioxydante
ABTS⁺	2,2'-azino- <i>bis</i> (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)
Ac	Acétone
Ac/H₂O	Hydro –acétone
Aq	Aqueux
DMSO	Diméthylsulfoxyde.
EAG	Equivalent en acide gallique.
FRAP	Capacité de réduction ferrique du plasma (Ferric Reducing Ability of Plasma)
MeoH	Méthanol
MeOH //H₂O	Hydro-méthanol
mg EAG/ 100g Mv	milligramme d'équivalents d'acide gallique par100 gramme de matière végétale.
MV	Matière végétale.
OH[•]	Radical hydroxyle
PI	Pouvoir d'inhibition
TPTZ	Tri-pyridyl-triazine
UV	Ultraviolet – visible.
VCEAC	Capacité Antioxydant Equivalent en Vitamine C
Vit C	Vitamine C.

Liste des figures

N°	Titre	page
Figure 1	Schéma récapitulatif du protocole expérimental	05
Figure2	Photos de Blé : Blé (Blé dur et Frick) ; récolté en 2019	07
Figure3	Photos de l'Orge ; l'orge (l'Orge et Mermez) récolté en 2019	08
Figure 4	Schéma récapitulatif de préparation des échantillons.	10
Figure5	Complexe de Biuret	13
Figure6	Mécanisme réactionnel général associé à la méthode du test FRAP.	15
Figure7	Forme réduite d'ABTS et forme du radical cation ABTS ^{•+}	16
Figure8	Tests phytochimiques des flavonoïdes	25
Figure9	Test phytochimique des tannins	26
Figure10	Courbe d'étalonnage d'acide gallique	21
Figure11	courbe d'étalonnage d'albumine par dosage de protéines totales	26
Figure12	Courbe d'étalonnage de la vitamine C par test de FRAP	30
Figure 13	Courbe d'étalonnage du pouvoir d'inhibition la vitamine C (test d'ABTS ^{•+})	34

Liste des tableaux

Tableau	Titre	Page
Tableau 1	Description et classification et photos de blé dur	07
Tableau 2	Description et classification et photos de l'orge	08
Tableau 3	Produits chimiques et réactifs utilisés dans ce travail.	09
Tableau 4	Les rendements d'extraction des extraits	20
Tableau 5	les teneurs en phénols totaux des 40 extraits dans les deux régions (Sidi Makhlouf et M'Sila)	22
Tableau 6	Les teneurs en protéines totales des deux régions	26
Tableau 7	Capacité Antioxydante Equivalent en Vitamine C (mg EVC /gMV) des extraits par le test FRAP.	31
Tableau 8	Capacité Antioxydante Equivalent en Vitamine C (mg EVC / g MV) des extraits par test ABTS ^{•+}	35

Sommaire

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

I. Introduction générale.	01
II. Matériel et méthodes.	
II.1. Matériel.	07
II.1.1 Matériel végétal et réactifs chimiques.	07
II.1.1.1 Matériel végétal.	07
II.1.1.1 description botanique et classification botanique.	07
II.1.1.2 Standard et réactifs chimiques.	09
II.2. Méthodes.	
II.2.1. Préparation des échantillons.	10
II.2.2. Préparation des extraits.	11
II.2.2.3. Dosage des phénols totaux.	11
II.2.2.4. Tests phytochimiques des flavonoïdes.	12
II.2.2.5. Test phytochimique des tannins.	13
II.2.3. Dosage des protéines totales	13
II.2.4. Activités antioxydantes des extraits.	14
II.2.4.1. Test de FRAP	14
II.2.4.2. Test d'ABTS ^{•+}	16
III. Résultats et discussion.	
III.1. Rendement d'extraction	20
III.1.1. Quantification des composés phénoliques.	21
III.1.2. Teneurs en phénols totaux	22
III.2.2. Tests phytochimiques des flavonoïdes	26
III.2.3. Test phytochimique des tannins	27
III.3. Teneurs en protéines totales	28
III.4. Evaluation de l'activité antioxydante	31

III.4.1. Test de réduction du fer (FRAP)	31
III.4.2. Test ABTS ^{•+}	35
III.5. Etude des corrélations	39
IV. Conclusion générale.	41
Références bibliographiques.	44
Annexes.	48



Introduction Générale

I. Introduction générale :

La biodiversité représente la vie sur terre. Ce concept désigne la variété des formes de vie comprenant les plantes, les animaux et les micro-organismes, les gènes qu'ils contiennent et les écosystèmes qu'ils forment (Levêque et Mounolou, 2001). Depuis qu'il a développé l'agriculture, l'homme s'est approprié une partie de la biodiversité naturelle pour créer des plantes adaptées à ses besoins. (Raymond *et al.*, 2006).

Les produits des céréales à paille constituent la base de l'alimentation de la quasi-totalité des peuples de la planète. Les céréales se répartissent en deux catégories, les céréales primaires et les céréales secondaires. (Anonyme, 2007).

L'orge est la deuxième céréale secondaire après le Sorgho, elle représente 6 % de la production totale de céréales secondaires. C'est une importante ressource énergétique en alimentation animale mais pauvre en protéines elle demande à être complétée. En alimentation humaine son principal débouché est la brasserie et la distillerie. (Anonyme, 2004).

Quant au blé, il constitue l'aliment de base d'un tiers de l'humanité, lui fournissant calories et protéines, plus que toute autre plante cultivée. Le blé tendre représente neuf dixièmes de la production mondiale. Le statut de céréale majeure a été acquis par le blé au détriment de sa diversité génétique, en particulier lorsque les variétés locales ont été remplacées à grande échelle par un petit nombre de variétés à haut potentiel de production. (Raymond *et al.*, 2006). (SOUILAH, 2009).

La filière céréalière constitue une des principales filières de la production agricole en Algérie. Les produits céréaliers occupent une place stratégique dans le système alimentaire et dans l'économie nationale et maghrébine. Cette caractéristique est perçue d'une manière claire à travers toutes les phases de la filière. (Djermoun, 2009).

Sous une surface totale de 937 millions d'hectares en Algérie, seulement 3.3% est utilisé pour l'agriculture dont 38% de ces terres sont occupées par les céréales (Benbelkacem, 2007).

La production des céréales constitue pour l'Algérie un enjeu capital du fait même de son importance tant sur le plan de l'alimentation que celui de l'agriculture, mais cette production ne couvre pas les besoins nationaux. La production moyenne annuelle de 18 millions de quintaux ne couvre que 50% de la demande nationale, ce qui engendre le recours à l'importation (Benbelkacem, 2007).

L'action de la phytothérapie sur l'organisme dépend de la composition des plantes, depuis le XVIII^e siècle, au cours duquel des savants ont commencé à extraire et à isoler les substances chimiques qu'elles contiennent, on considère les plantes et leurs effets en fonction de leurs principes actifs, la recherche des principes actifs extraits des plantes est d'une importance capitale car elle a permis la mise au point de médicaments essentiels (Iserin, 2001).

Les composés phénoliques, ou polyphénols sont des phytomicronutriments synthétisés par les Végétaux et qui appartiennent à leur métabolisme secondaire. Ils participent à la défense des Plantes contre les agressions environnementales (Gee et Johnson, 2001). Ces molécules Jouent un rôle majeur au niveau de la croissance des végétaux et dans la lutte contre des agents pathogènes et des infections. La couleur des fruits, des fleurs et des feuilles est une des caractéristiques d'une sous-classe des flavonoïdes (El Gharras, 2009).

Les polyphénols, qui forment une immense famille de plus de 8000 composés naturels, sont divisés en plusieurs catégories: les flavonoïdes qui représentent plus de la moitié des polyphénols, les tanins qui sont des produits de la polymérisation des flavonoïdes; les acides Phénoliques, les coumarines, les lignanes et d'autres classes existent en nombres considérables (Dacosta, 2003). de nombreuses études sont en faveur d'un impact positif de leur consommation sur la santé.

En effet, les polyphénols pourraient permettre de prévenir de nombreuses pathologies comme le cancer (Brown *et al.*1998), les maladies dégénératives et cardio-vasculaires. (Paganga *et al.*, 1999). Un encouragement à la consommation d'aliments d'origine végétale riches en composés phénoliques constitue désormais une des principales recommandations en santé publique. Parmi les antioxydants végétaux, les composés phénoliques apparaissent parmi les plus efficaces quant à leurs effets protecteurs dans l'organisme (Gee et Johnson, 2001). L'élément structural fondamental qui caractérise les composés phénoliques est la présence d'au moins un noyau benzénique auquel est directement lié au moins un groupement Hydroxyle ainsi que des groupes fonctionnels (ester, méthyle ester, glycoside...) (Bruneton, 1999). Les composés phénoliques sont commodément classés selon le nombre d'atomes de carbone dans le squelette de base (BOUCHOUKA, 2016).

les protéines des céréales ont une composition particulière elles sont la seule source végétale riche en acides aminés soufrés associées lors d'un repas avec d'autres sources

protéiques comme les légumineuses riches en lysine elles permettant d'apporter tous les acides aminés indispensables au bon fonctionnement du corps .

Le terme protéine qui veut dire étymologiquement "premier" caractérisé de la matière première primitive, ce sont en effet des substances de base commune à toute forme de vie. Elles sont des principaux constituant des cellules animales et végétales .Les protéines sont des polymères linéaires synthétisées à partir des 20 α -aminoacides protéiques qui, après condensation, forment des liaisons peptidiques, elles sont des principaux constituants des cellules animales et végétales (**BENALIA, 2016**).

Les protéines ont un grand et large rôle dans l'organisme des êtres vivants, on peut citer comme exemples :

- ❖ la catalyse enzymatique car la protéine peut augmenter la vitesse d'une catalyse d'un facteur de 10^6 .
- ❖ Le transport membranaire, ou dans l'organisme de l'être vivant.
- ❖ La protection immunitaire (anticorps).
- ❖ Le support mécanique (collagène).
- ❖ Le mouvement (les protéines musculaire comme l'actine et la myosine).
- ❖ La création et la transmission de l'influx nerveux (système nerveux).
- ❖ Le contrôle de la croissance et la différenciation cellulaire (information génétique, hormones...) (**Hadbaoui, 2012**).

Les antioxydants jouent un rôle important dans le métabolisme humain. Les réactions biochimiques qui ont lieu dans notre organisme produisent des radicaux libres initiant des réactions d'oxydation en chaîne qui ont une action néfaste sur les cellules de notre corps, en les abîmant et en accélérant le processus de vieillissement. Normalement, le corps humain maintient l'équilibre entre les antioxydants et les radicaux libres en produisant simultanément les deux types de substances dans le processus métabolique. Le déséquilibre entre ces deux types de composés conduit à un phénomène appelé stress oxydatif. L'initiation des phénomènes de réactions d'oxydations en chaîne dans l'organisme humain peut conduire à des pathologies comme l'athérosclérose, le cancer, l'infarctus, les allergies, les rhumatismes et d'autres.

L'utilisation des molécules antioxydantes de synthèse est actuellement remise en cause en raison des risques toxicologiques potentiels. Désormais, de nouvelles sources végétales d'antioxydants naturels sont recherchées (**Suhaj, 2006 ; Tadhani et al, 2007**).

En effet, les polyphénols sont des composés naturels largement répandus dans le règne végétal qui ont une importance croissante notamment grâce à leurs effets bénéfiques sur la santé (Koechlin-Ramonatxo, 2006).

Afin de combattre l'action oxydante des radicaux libres, notre organisme possède une armée d'antioxydants de nature protéique, d'enzymes et d'agents oxydables. Ceux-ci agissent, non pas comme de petits soldats, mais comme des éboueurs qui nettoient notre corps des radicaux indésirables. Ces éboueurs sont classés dans trois catégories : la prévention à temps plein (La prévention passive); la détoxification active suite à un stress oxydatif; la détoxification passive (Hadbaoui, 2012).

Ce travail rentre dans le programme de recherche de notre laboratoire **LSF** (Laboratoire des Sciences Fondamentales). C'est un axe qui s'intéresse à la valorisation des plantes à caractères médicinales. Nous nous sommes intéressés à caractériser qualitativement et quantitativement quelques métabolites bioactifs de l'orge et du blé dur ainsi leurs dérivés (Mermez et Frick) dont les composés phénoliques et les protéines, restent des familles importantes dans la classification des métabolites secondaires et des métabolites primaires successivement.

Nous nous sommes intéressé dans ce présent travail à découvrir la présence ou non des composés phénoliques ainsi le dosage spectrophotométrique des protéines dans les sons de céréales : le blé dur, l'orge, le Mermez et le Frick récoltées de la région de Sidi Makhoulouf (Wilaya de Laghouat) et de la région de la Wilaya de M'Sila à évaluer l'effet des extraits des sons de ces céréales vis-à-vis l'activité antioxydante des extraits par le test de FRAP et le test d'ABTS⁺.

Notre travail sera donc réparti en deux parties (figure 1):

La première partie est consacrée aux matériels et méthodes utilisés dans les différentes manipulations qui s'appuient sur deux axes. Le premier axe est porté sur la préparation des extraits par cinq différents systèmes d'extraction et la détermination des teneurs en phénols totaux, les tests phytochimiques et des teneurs en protéines totales par voie spectrophotométrique des différents échantillons. Le second axe se concentre sur l'évaluation de l'activité antioxydante des extraits obtenus, de leur capacité réduire le complexe ferrique (test FRAP) et leur effet scavenger du radical ABTS⁺⁺ (test d'ABTS).

La deuxième partie comporte l'interprétation et la discussion de nos résultats obtenus.

Enfin nous terminons notre étude par une conclusion générale et des perspectives.

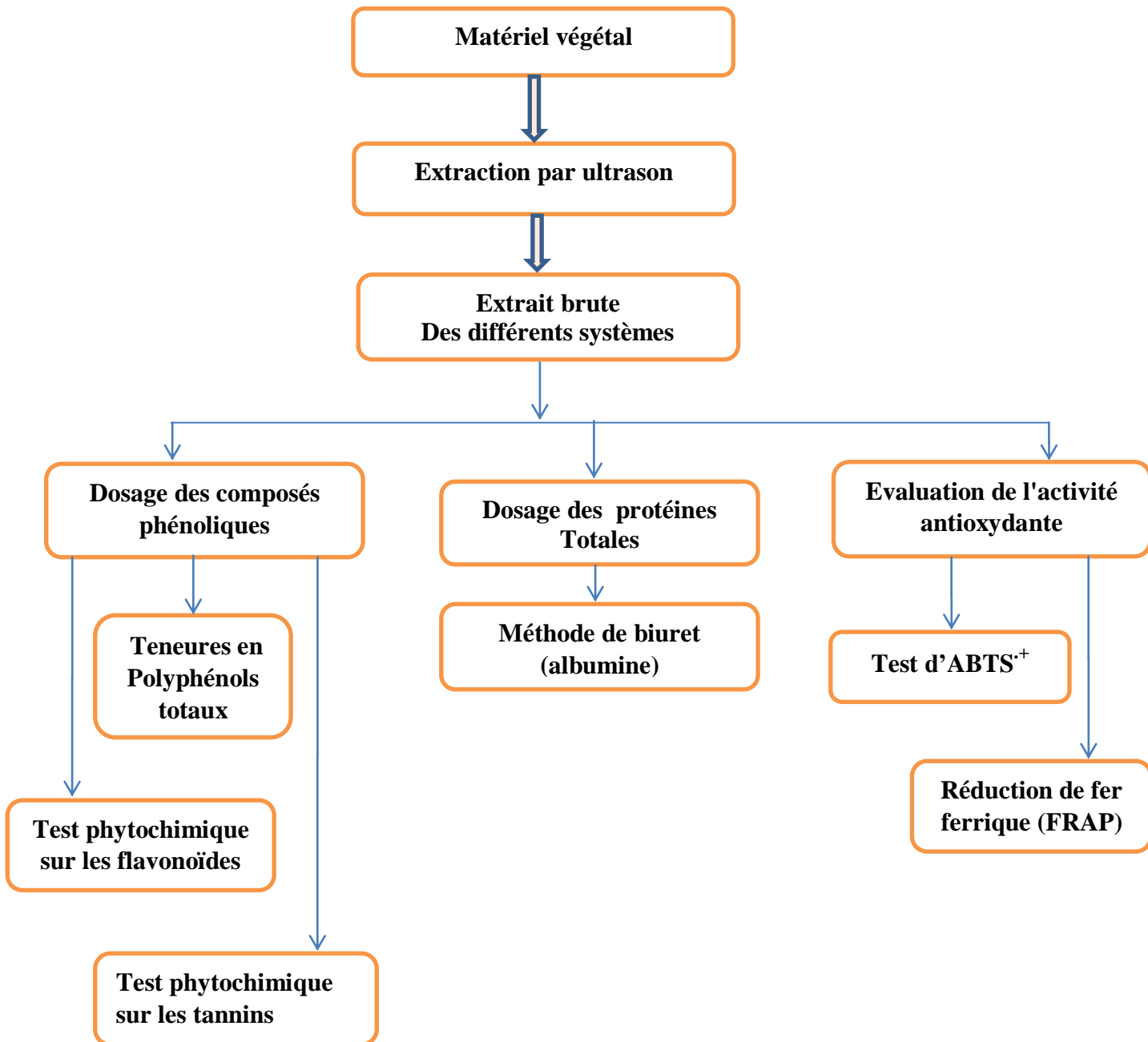


Figure 1: Schéma récapitulatif du protocole expérimentale



Matériel et Méthodes

II. Matériel et méthodes :

II.1 Matériel végétal et réactifs chimiques :

II.1.1. Matériel végétal :

Les matériels végétaux utilisés dans notre étude sont : le **Blé dur**, le **Frick**, l'**Orge** et le **Mermez** cultivés dans la région de Sid Makhlouf (40 Km au nord-Est de Laghouat) et dans la région de M'Sila durant l'année 2019, le matériel végétal est séché à l'abri de la lumière et l'humidité puis broyé.

II.1.1.1 description et classification bothanique :

a) **Tableau 1** : Description et classification et photos de blé dur


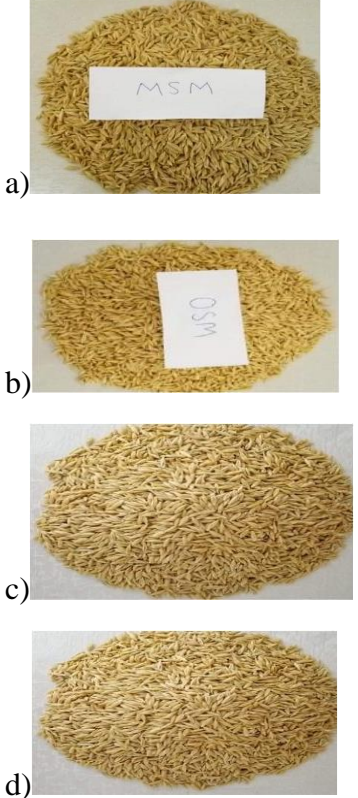
Description botanique	Classification botanique	Photo
<p><u>Blé dur (القمح الصلب):</u></p> <p>Le grain de blé se présente sous forme d'un ellipsoïde allongé, constitué de trois parties essentielles l'enveloppe l'albumen et le germe</p> <p><u>L'intérêt thérapeutique :</u></p> <p>Le blé dur contient des antioxydants qui aident à éliminer les toxines et les radicaux libres de votre corps. En outre, elle contient des composés phénoliques qui aident à éliminer les toxines, les carcinogènes les radicaux libres et autres produits chimiques nocifs présents dans le sang.(Alex.S.2016)</p>	<p>Règne : <i>plantae</i></p> <p>Règne : <i>tracheobionta</i></p> <p>Division : <i>Magnoliophyta</i></p> <p>Classe : <i>liliopsida</i></p> <p>Sous. Classe : <i>commelinidae</i></p> <p>Ordre : poale</p> <p>Famille : <i>poaceae</i></p> <p>Genre : <i>Triticum</i></p> <p>Espèce : <i>Triticum turgidum.</i></p> <p>(Feillet,2000)</p>	 <p>a) Blé (sidi Makhlouf)</p> <p>b) Blé de M'Sila</p> <p>c) Frick (Sidi Makhlouf)</p> <p>d) Frick (M'Sila)</p>

Figure 2 : Photos de Blé (Blé dur et Frick) récoltés en 2019.

b) Tableau 2 : description et classification et photo de l'orge

Description botanique	Classification	Photo
<p><u>L'orge (الشعير):</u></p> <p>Le grain, lors de la récolté et entouré d'une enveloppe et se trouve sur épi , comme le blé. Contient des trois principales parties : endosperme, enveloppe et germe.</p> <p><u>L'intérêt thérapeutique :</u></p> <p>La diminution du risque d'affection cardiaques, et contient d'activité anti cancérogènes avec des propriétés anticancéreuses, la consommation plus importante de fibres (le son) et entraine une diminution du risque de développent d'un diabète.</p> <p>(Salfer G.A et al2002)</p>	<p>Règne : <i>Plantae</i></p> <p>Division : <i>Magnoliophyta</i></p> <p>Classe : <i>Liliopsida</i></p> <p>S/Classe : <i>Commelinidae</i></p> <p>Ordre : <i>Poale</i></p> <p>Famille : <i>Poaceae</i></p> <p>S/Famille : <i>Hordeoideae</i></p> <p>Tribu : <i>Hordeae</i></p> <p>S/Tribu : <i>Hordeinae</i></p> <p>Genre : <i>Hordeum</i></p> <p>Espèce : <i>Hordeum vulgare</i> L.(SOUILAH,2009)</p>	 <p>a) l'orge (Sidi Makhoulf)</p> <p>b) l'Orge (M'Sila)</p> <p>c) Mermez Sidi Makhoulf</p> <p>d) Mermez(M'sila)</p> <p>Figure 3: Photos de l'Orge (Orge et Mermez) récoltés en 2019</p>

II.1.2 Standard et réactifs chimiques :

Les produits chimiques utilisés dans ce travail, sont résumées dans le tableau 3.

Tableau 3 : Produits chimiques utilisés dans ce travail.

Produits →	Firme
<p>Dosage de phénol totaux: Acide gallique ($C_6H_2(OH)_3COOH$) ; Carbonate de sodium (Na_2CO_3) ; Folin Ciocalteu ; Diméthylsulfoxyde (DMSO) .</p> <p>Dosage de protéine → Tartrate double de potassium et de sodium ($C_4H_4KNaO_6$) ; Hydroxyde de sodium (NaOH) ; albumine et sulfate de cuivre ;($CuSO_4 .5H_2O$).</p> <p>FRAP → TPTZ (2.4.6-tri2pyridile-striazine$C_{18}H_{12}N_6$) ; trichlorure de fer ($FeCl_3.6 H_2O$).</p> <p>Solution tampon :acétate de sodium (CH_3COONa) Acide chlorhydrique (HCl).</p> <p>ABTS⁺ → Persulfate de potassium ($K_2S_2O_8$) , ;ABTS ;</p> <p>Hydrogénophosphate de sodium douze hydraté ($Na_2HPO_4.12H_2O$) ; di-drogénophosphate de sodium di hydraté ($NaH_2PO_4,2H_2O$) ; acide ascorbique (vitamine C).</p>	Sigma-Aldrich (Allemagne)
; iode de potassium (KI) ; chlorure de sodium (Na Cl).	
Trichlorure d'aluminium($AlCl_3$) ; Acétone ; Ammoniac(NH_3) , acide sulfurique (H_2SO_4)	VWR (France)

II.2. Méthodes :

II.2.1. Préparation des échantillons :

Les huit échantillons « quatre » de Sidi Makhlouf et « quatre » de M'Sila, cités précédemment ont été traités (élimination des impuretés) et séchés à l'abri de la lumière et de l'humidité ensuite broyés à l'aide d'un moulin à main traditionnel. A l'aide d'un tamis (200µm), le matériel végétal a été séparé en deux parties : farine et son (figure 4). Notre travail était sur la partie superficielle de la graine de céréale (le son).

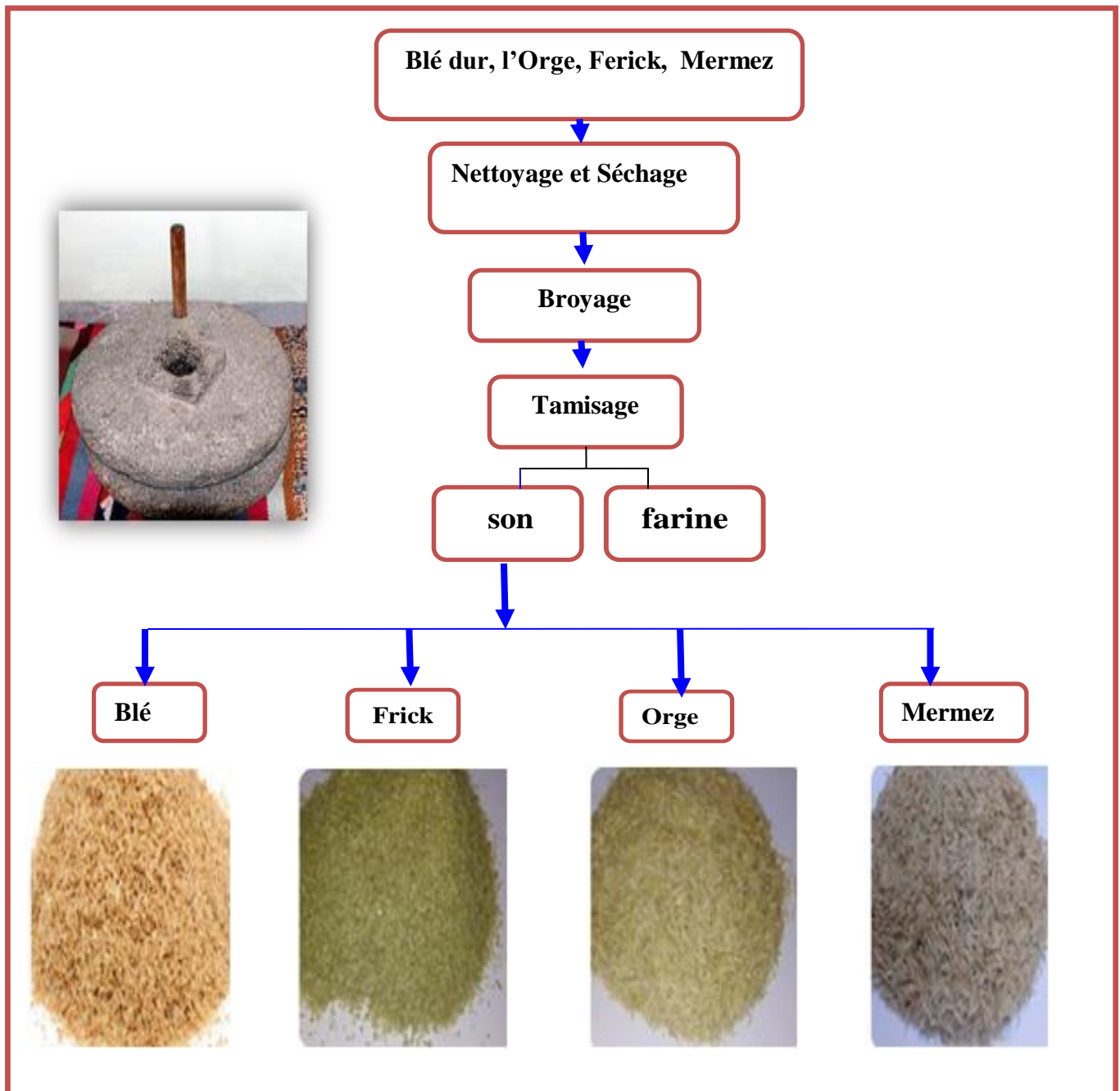


Figure 4 : Schéma récapitulatif de préparation des échantillons.

II.2.2. Préparation des extraits :

Dans le processus d'extraction, nous avons utilisé la méthode d'extraction par ultrasons (sonication) qui est une méthode simple, efficace et peu coûteuse, où les ondes ultrasons ont une fréquence allant de 16 KHz à 1GHz et sont inaudibles par les humains. Ses avantages les plus significatifs sont liés à l'augmentation du rendement d'extraction et une accélération de la cinétique par rapport à une extraction classique. Les vibrations dues aux ultrasons sont la source d'énergie permettant le relargage des métabolites dans les matrices complexes. Le phénomène principal durant la sonication est la création de cavités (plus particulièrement la création et l'effondrement de ces cavités), la friction et l'accroissement des débits de diffusion.

5 g de matière végétale (le son) de chacun des 8 échantillons étudiés (les deux régions), ont été extraits par 50 ml de 5 différents systèmes de solvants à savoir : un mélange hydro-alcoolique (méthanol/eau ; 80/20 : V/V), un mélange hydro-cétonique (acétone/eau ; 70/30 : V/V), acétone pur, méthanol pur et l'eau pure pour une durée d'une heure, à une température de 50°C. Les extraits ont été filtrés puis transférés dans des flacons hermétiquement fermés. Ce qui nous a donc permis d'obtenir 40 extraits bruts. Ils sont ensuite conservés au réfrigérateur jusqu'à leur analyse.

II.2.2.3. Dosage des phénols totaux :

Cette méthode est basée sur les réactions d'oxydoréduction, le réactif de Folin- Ciocalteu, acide de couleur jaune, est utilisé comme oxydant, il est constitué par un mélange d'acide phosphotungstique ($H_3PW_{12}O_{40}$) et d'acide phosphomolybdique ($H_3PMO_{12}O_{40}$). Lors de l'oxydation des polyphénols, le Folin est réduit en un mélange bleu d'oxyde de tungstène (W_8O_{23}) et de molybdène (MO_8O_{23}) et ça en présence de carbonate de sodium.

L'intensité de la coloration est proportionnelle aux taux des polyphénols présents dans les extraits (Ribereau-Gayon, 1968). La coloration produite, dont l'absorption est maximale (760 nm) est proportionnelle à la quantité de polyphénols présents dans les extraits.

Protocole expérimental:

Le dosage des phénols totaux a été fait à l'aide d'une courbe d'étalonnage, réalisée dans les mêmes conditions opératoires que celles des échantillons en utilisant l'acide gallique comme standard. Cette courbe d'étalonnage a été établie au préalable en préparant une gamme de solution d'acide gallique de concentration variant de 0,09 à 0,3 g/l. Par la suite, un volume de 500 µl du réactif de Folin-Ciocalteu (dilué 10 fois par l'eau distillée) est mélangé avec 100µl de chaque solution préparée, après 2 min d'incubation, 2 ml de carbonate de sodium Na₂CO₃ (2%) sont ajoutés. Les tubes sont ensuite agités et maintenus à l'obscurité pendant 30 mn à température ambiante.

L'absorbance de chaque solution a été mesurée à 760 nm contre un blanc sur un spectrophotomètre UV-Visible de type UV/Vis (Shimadzu 1800).

II.2.2.4. Tests phytochimiques des flavonoïdes :

Les analyses phytochimiques sur les extraits des végétaux est une étape préliminaire et d'une grande importance, puisqu'elle révèle la présence des constituants connus par leur activités physiologiques et possèdent des vertus médicinales.

Nous avons utilisé des tests phytochimique simples, utilisant des solvants des polarités différentes, la présence et/ou l'absence des différentes familles des métabolites secondaires (flavonoïdes et tanins) existant dans le son de ces céréales.

Protocole expérimental:

Nous avons utilisé deux tests phytochimiques simples :

- Un volume de 200µl de chaque solution diluée est mélangé avec 2 ml d'eau distillée puis 1 à 3 gouttes de solution de tri-chlorure d'aluminium 40µl. Par la suite, les solutions ont été maintenues à l'obscurité pendant 15 min. La présence des flavonoïdes est mise en évidence sur une couleur jaune (HARRAT, 2020).
- Traiter 1 ml de l'extrait aqueux avec 1 ml de NH₃ dilué et du H₂SO₄. La présence des flavonoïdes est mise en évidence sur une couleur rose ou rouge. (Hadjali ,2017) .

II.2.2.5. Test phytochimique des tanins:

La réaction au chlorure ferrique (FeCl_3) a permis de caractériser les tanins. A 200 μl de chaque d'extrait, nous avons ajouté 2 ml d'eau distillée puis 1 à 3 gouttes de solution de chlorure ferrique 40 μl).

Un test positif est révélé par l'apparition d'une couleur bleu noir caractéristique des tanins hydrolysables, ou d'une couleur brune verdâtre caractéristique des tanins condensée (Trease et Evans., 1987).

II.2.3. Dosage des protéines totales (méthode de Biuret) :

Sous l'action d'une solution alcaline forte de sulfate de cuivre, les protéines donnent un complexe coloré bleu à violet pourpre (figure5) .Cette réaction, dite du Biuret (BENALIA, 2016).

Cette méthode a été développée par Gornall et al 1949 qui ont appliqué la réaction du Biuret à cause la simplicité, et la rapidité, et relativement spécifique de la liaison peptidique qui forme avec le réactif de Gornall un complexe stable de coloration violette qui absorbe de la lumière visible à 540 nm.

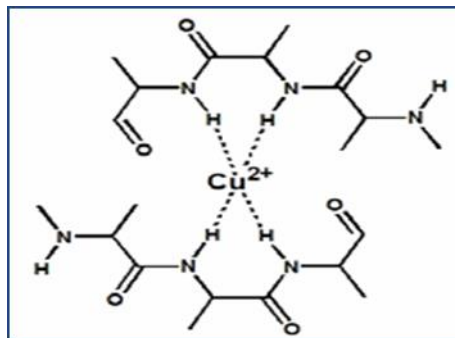


Figure 5 : Complexe de Biuret

Protocole expérimental :

Le réactif de Gornall composé de sulfate de cuivre (coloration bleu du réactif due aux ions Cu^{2+}), hydroxyde de sodium et le tartrate double de sodium et potassium qui chélate les ions de Cu^{2+} pour éviter leur précipitations, en milieu très alcalin d'hydroxyde de cuivre insoluble et en présence de l'iodure de potassium pour éviter la réduction du cuivre (BENALIA, 2016).

Tout d'abord nous établissons une courbe d'étalonnage de l'albumine. A partir d'une solution mère d'albumine de concentration 10 g/l préparé dans une solution de NaCl à 3M, on a préparé des solutions fille à des concentrations bien connues, a une quantité 300 µl de chaque solution et 900 µl de réactif de Gornall après incubation pendant 30 min à l'obscurité d'un spectrophotomètre à 540 nm. Une courbe d'étalonnage a été obtenue en traçant la variation de l'absorbance en fonction de la concentration.

II.2.4. Activité antioxydante des extraits :

L'activité antioxydante (AAO) a été étudiée par de nombreux auteurs, au travers d'une grande diversité de principes actifs, de drogues, de molécules, de modes d'action et de grande variété de tests susceptibles de mettre en évidence cette activité. Les phénomènes caractérisant l'AAO ont été surtout abordés vis-à-vis des corps gras qui sont un des principaux champs d'application des produits à effet antioxydant. Il y a donc une multitude de résultats concernant ce type d'étude. Ces derniers ne sont malheureusement pas toujours corrélés entre eux (BENALIA, 2016).

Les tests d'évaluations la capacité antioxydante, sont basés sur l'un et l'autre des deux mécanismes et compte tenu de la complexité des processus d'oxydation, il n'existe pas de méthode unique qui permettrait de refléter le profil antioxydant d'un échantillon, c'est pourquoi, différents tests chimiques *in vitro* à savoir : le test FRAP (ferric reducing antioxydant power) qui détermine le pouvoir réducteur des antioxydants et le test d'ABTS qui basé sur la capacité d'un antioxydant à stabiliser le radical cationique ABTS^{•+}.

Les résultats sont exprimés par le paramètre VCEAC (Vitamine C Equivalent Antioxydant Capacity) qui est défini comme étant la masse de la vitamine C possédant la capacité antioxydante équivalente d'un gramme de son de la matière végétale, nous ont servis à déterminer le paramètre VCEAC pour les différents extraits.

II.2.4.1. Test FRAP:

Le test FRAP (Ferric Reducing Ability of Plasma, ou Ferric Reducing Antioxidant Power) est une technique qui vise la détermination du pouvoir antioxydant total qui sera interprétée et exprimée au moyen de la capacité réductrice des antioxydants (Benzie et Strain 1999).

Le mécanisme associé à cette méthode est représentée dans la figure 6. Quand le complexe Fe^{3+} -TPTZ est réduit à la forme Fe^{2+} par un antioxydant dans un milieu acide, une couleur bleue intense avec un maximum d'absorption va être développé à 593 nm. Par conséquent, l'effet antioxydant (pouvoir réducteur) peut être évalué en suivant la formation du complexe Fe^{2+} -TPTZ en adoptant un spectrophotomètre (J K Moon et T I Shibamoto, 2009).

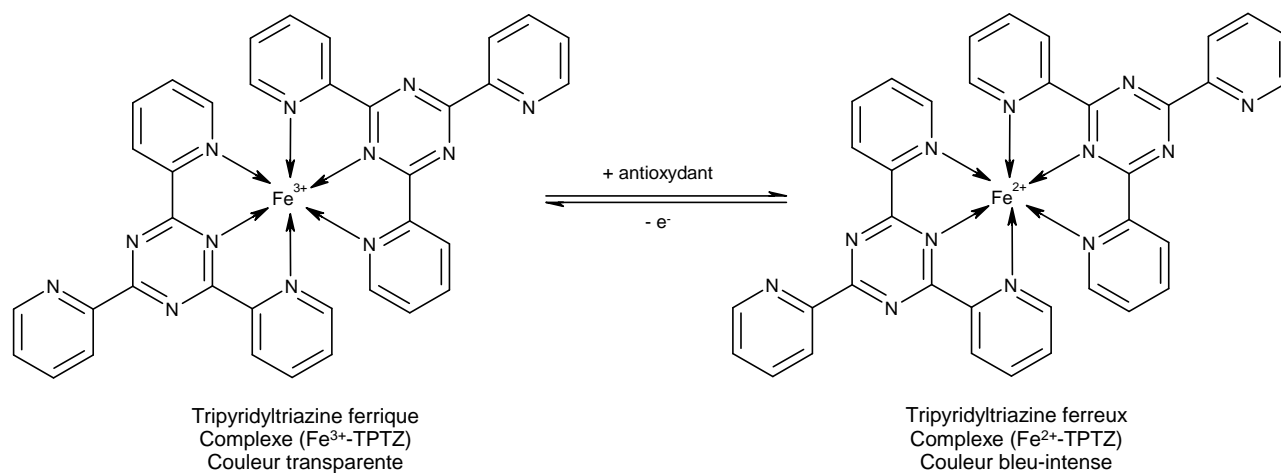


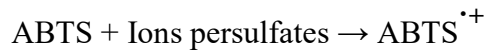
Figure 6: Mécanisme réactionnel général associé à la méthode du test FRAP.

Protocole expérimental :

Le test FRAP a été réalisé selon la méthode de Benzie et Strain (1996) avec quelques modifications. La solution de travail FRAP est préparée en mélangeant dans un rapport de volume 10:1:1 les trois solutions suivantes : une solution tampon d'acétate de sodium à 300 mM (pH= 3.6), une solution TPTZ à 10 mM (HCl 40 mM comme solvant) et une solution de FeCl_3 à 20 mM respectivement. La solution de travail FRAP est maintenue dans un bain thermostaté à 37°C. Le test consiste à faire réagir, dans des tubes à hémolyse en verre, 50 μl de chaque extrait avec 1ml de la solution de travail FRAP fraîchement préparée. L'absorbance du mélange réactionnel a été mesurée à 593 nm contre un blanc après 7 minutes et après 20 min pour confirmer les résultats obtenus à la température ambiante.

II.2.4.2. Test d'ABTS^{•+}:

Ce test est basé sur la capacité d'un antioxydant à stabiliser le radical cationique ABTS^{•+} de coloration vert bleu en le transformant en ABTS incolore. Le radical préformé ABTS^{•+} est généré en présence des ions persulfates.



En présence d'un antioxydant, le passage du radical ABTS^{•+} à la forme non radicalaire s'accompagne de la disparition de la coloration vert bleu intense qui peut être suivie par la mesure de la densité optique à une longueur d'onde de 734 nm (Chen *et al.*, 1997). Ce test est simple, opérationnel, reproductible, et peut être utilisé dans différents milieux. (BOUCHOUKA, 2016)

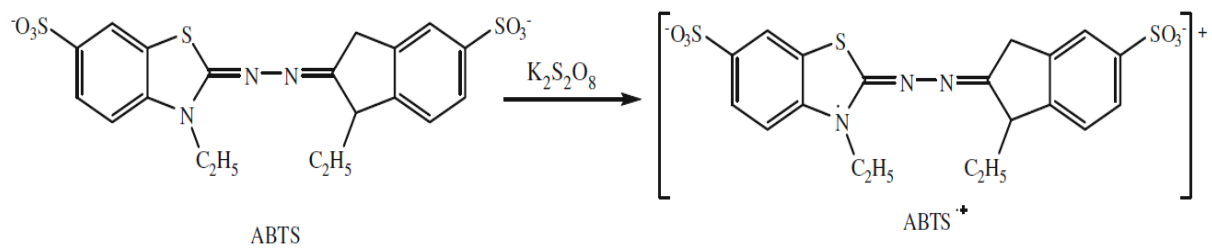


Figure7: Forme réduite d'ABTS et forme du radical cation ABTS^{•+}

Protocole expérimental:

Pour pouvoir générer le radical cationique ABTS^{•+}, nous avons préparé trois solutions différentes constituées ; d'une solution aqueuse d'ABTS^{•+} (20mM) ; 0.1ml d'une solution aqueuse de persulfate de potassium (70Mm).incubée à l'obscurité pendant 24 heures à la température ambiante.

Le mélange des trois solutions avec un rapport (10 : 1 : 1) présente une coloration vert-bleue correspondant à la formation du radical cationique ABTS^{•+}.

1ml de cette solution est dilué dans 25 ml d' une solution tampon aux phosphates (PBS), (pH=7.4) préparée en pesant (0.35g) de hydrogénophosphate de sodium douze fois hydraté (0.39g) de dihydrogénophosphate de sodium di hydraté et (4.5g) de chlorure de sodium se dissolvant dans un litre d'eau distillée ,puis la densité optique de la solution incubée à 37C° pendant 15 min est ajustée à une valeur de densité optique égale à 0.7(±0.02) à 734nm.

A 20 μ l de chaque extrait dilué on ajoute 2 ml du radical ABTS^{•+} pour aboutir à un taux d'inhibition de 20 à 80%.

Le pouvoir d'inhibition de l'ABTS^{•+} pour chaque extrait a été calculé selon la formule ci-dessous :

$$PI\% = \left(1 - \left[\frac{A_{\text{extrait}}}{A_{\text{temoin}}} \right] \right) \times 100$$

Où

A_{temoin} : est l'absorbance initiale en absence de composé à tester.

A_{extrait} : est l'absorbance mesurée après 5 min de mise en présence avec l'extrait.



Résultats et discussion

Résultats et discussion :

III.1. Rendement d'extraction :

Les valeurs des rendements en extraits bruts (40 échantillons) de sons de ces céréales sont regroupées dans le tableau 4. D'après les résultats obtenus dans le tableau ci-dessus, nous remarquons que les rendements des extraits du système d'extraction varient entre 0,8% et 14,9%. La valeur du rendement d'extraction la plus faible a été enregistrée pour l'orge des deux régions (Sidi Makhoulf et M'Sila) et pour le Mermez de la région de M'Sila dans le système acétonique (0,8%). La plus grande valeur du rendement d'extraction a été attribuée au Frick de la région de Sidi Makhoulf de système aqueux (14.9%).

Dans tous les systèmes d'extraction, le Frick de la région de Sidi Makhoulf a enregistré les rendements les plus élevés. Les mêmes observations sont remarquées pour le Frick de la région de M'Sila dans les systèmes : acétonique, hydroacétonique et méthanolique.

Par contre Les plus faibles rendements dans les deux régions sont marqués pour l'orge.

Le rendement est calculé selon la formule suivante :

$$\text{Rendement \%} = (m_0 / m_1) \times 100$$

m_0 : Masse en gramme de résidu.

m_1 : Masse en gramme de la matière végétale initiale.

Tableau 4 : les rendements d'extraction des extraits

solvant(s) d'extraction	Echantillons	Rendement % Sidi Makhlouf	Rendement % M'Sila
Acétone	Blé	2,5	2,5
	Frick	4,8	5,7
	Orge	0,8	0,8
	Mermz	0,9	0,8
Acétone/eau	Blé	6,6	6,3
	Frick	6,8	6,4
	Orge	4,8	3,5
	Mermez	5,1	5,3
Méthanol/eau	Blé	8,1	9,8
	Frick	8,8	7,1
	Orge	7,2	4,8
	Mermez	6,0	7,4
Méthanol	Blé	4,7	5,9
	Frick	6,6	7,9
	Orge	3,3	2,1
	Mermez	3,5	4,4
Eau	Blé	9,8	6,3
	Frick	14,9	6,1
	Orge	6,3	4,0
	Mermez	5,4	4,2

III.2. Quantification des composés phénoliques :

Les extraits préparés ont été analysés quantitativement par spectrophotomètre UV-visible, pour leurs contenus en polyphénols totaux. Tandis que les flavonoïdes et les tanins condensés ont été testés phytochimiquement.

Afin de caractériser les extraits préparés à partir des sons de ces céréales, un dosage des polyphénols totaux a été effectué. La raison principale pour le choix de ces substances réside dans le fait que la majorité des propriétés antioxydantes des matières végétales sont attribuées à ces substances (Gulcin *et al*, 2010). La méthode de dosages des polyphénols totaux est celle de Singleton-Rossi en utilisant le réactif Folin-Ciocalteu. L'acide gallique a été utilisé comme phénol étalon (Figure 8)

III.2.1. Teneurs en phénols totaux :

La teneur en composés phénoliques de chaque extrait de son a été alors calculée à partir de la courbe d'étalonnage (Figure 8) et exprimée en milligrammes équivalent en acide gallique (EAG) par 100 gramme de la matière végétale (MV).

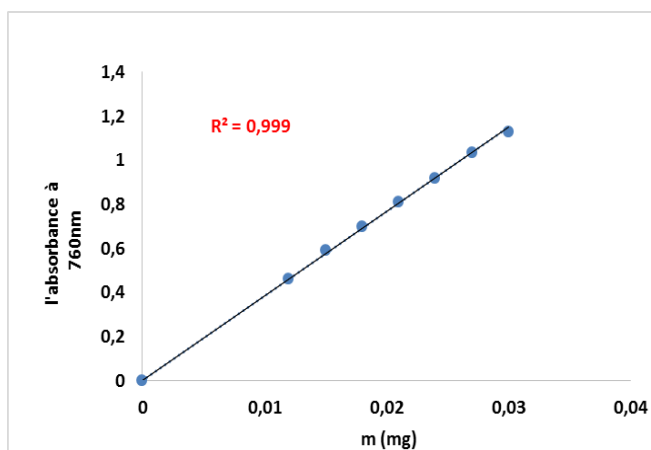


Figure 8: courbe d'étalonnage de l'acide gallique.

Ces valeurs représentent la moyenne de trois essais réalisés en parallèle \pm SD. Les résultats obtenus sont représentés dans le (Tableau 5).

Tableau.5 les teneurs en phénols totaux des 40 extraits dans les deux régions (Sidi Makhloof et M'Sila).

solvant(s) d'extraction	Echantillons	Teneur en phénols totaux (mg EAG /100gMV) Sidi Makhloof	Teneur en phénole totaux (mg EAG /100g MV) M'Sila
Acétone	Blé	19,85 ±1,87	10,28 ±1,26
	Frick	7,28 ±0,22	33,03±0,52
	Orge	12,66 ±1,22	18,73±0,71
	Mermz	6,44 ±0,12	8,8±0,50
Acétone/eau	Blé	58,94 ±0,11	69,28±0.22
	Frick	171,78 ±1,25	152,11 ±4,11
	Orge	142,43 ±2,59	167,11 ±1,40
	Mermez	147,23 ±1,67	180,26 ±4,7
Méthanol/eau	Blé	124,57 ±0,58	351,07 ±5,34
	Frick	191,83 ±6,20	208,74 ±4,07
	Orge	283,74 ±2,73	78,66 ±4,84
	Mermez	222,00 ±1,04	200,62 ±4,08
Méthanol	Blé	58,61 ± 0,33	71,23 ±3,86
	Frick	85,02 ± 0,96	157,21 ±0,00
	Orge	109,24 ±2,52	54,69 ±1,75
	Mermez	92,25 ±0 ,60	94,92 ±0,31
Eau	Blé	243,29 ±1,71	100,70 ±3,89
	Frick	227,87 ±1,50	94,36 ±0,31
	Orge	165,72 ±1,81	95,62 ±0,74
	Mermez	107,63 ± 3,93	72,57 ±3,93

D'après la synthèse de l'ensemble des résultats obtenus lors de la quantification des phénols totaux, on peut constater que les teneurs en composés phénoliques varient entre 6,44±0,12

(Mermez de Sidi Makhlouf) dans le système acétonique et $351,71 \pm 5,34$ (mg EAG/100gMV) pour le Blé de M'Sila dans le système hydrométhanolique.

Dans les extraits issues de la région de Sidi Makhlouf, le taux en composés phénoliques

S' étale entre ($6,44 \pm 0,12$ et $283,74 \pm 2,73$ mg EAG /100g MV). L'extrait hydro -méthanolique représente la teneur la plus élevée en phénols totaux ($283,74 \pm 2,73$ mg EAG /100gMV) pour l'Orge. Tandis que la plus faible teneur est remarquée chez le système acétonique ($6,44 \pm 0,12$ mg EAG/100g MV) pour le Mermez.

Par contre M'Sila, le taux en composé phénoliques varie entre ($8,8 \pm 0,50$ et $351,71 \pm 5,34$ mg EAG /100g MV). L'extrait hydro -méthanolique représente la teneur la plus élevée en phénols totaux ($283,74 \pm 2,73$ mg EAG /100gMV) pour Blé. Tandis que la plus faible teneur est remarquée chez le système acétonique ($8,8 \pm 0,50$ et mg EAG/100g MV) pour le Mermez.

Si on compare les teneurs en phénols totaux par solvants pour chaque échantillon on constate que les teneurs sont remarquées dans :

Le taux des composés phénoliques le plus élevé dans les extraits acétoniques de la région de Sidi Makhlouf est attribué au Blé ($19,85 \pm 1,87$ mg EAG/100g MV) suivi par l'extrait de l'Orge ($12,16 \pm 1,22$ mg EAG /100 g MV) ensuite l'extrait du Frick ($7,28 \pm 0,22$ mg EAG /100g MV). La faible valeur a été retrouvée chez l'extrait de Mermez ($6,44 \pm 0,12$ mg EAG /100g MV).

Pour la région de M'Sila et dans le système acétonique, la teneur la plus élevée a été enregistrée dans l'extrait de Frick ($33,03 \pm 0,52$ mg EAG /100gMV) suivi par l'orge ($18,73 \pm 0,71$ mg EAG /100gMV) ensuite par l'extrait de Blé ($10,28 \pm 1,26$ mg EAG /100gMV) et la plus faible teneur a été obtenue dans l'extrait de Mermez ($8,8 \pm 0,50$ mg EAG /100gMV).

Concernant les extraits hydro-acétonique : Dans la région de Sidi Makhlouf, la teneur plus élevée est enregistrée pour le Frick ($171,78 \pm 1,25$ mg EAG /100gMV), suivi par le Mermez ($147,23 \pm 1,67$ mg EAG /100gMV) ensuite par l'Orge ($142,43 \pm 2,59$ mg EAG /100gMV) est finalement par le Blé ($58,94 \pm 0,11$ mg EAG /100gMV). Tandis que dans la région de M'Sila, la teneur la plus élevée est attribuée au Mermez ($180,26 \pm 4,7$ mg EAG /100gMV), suivi par l'Orge ($167,11 \pm 1,4$ mg EAG /100gMV), ensuite par l'extrait du Frick ($152,11 \pm 4,11$ mg EAG /100gMV), enfin par l'extrait de Blé ($69,28 \pm 0,22$ mg EAG /100g MV).

Dans le système hydro-méthanolique de la région de Sidi Makhlouf, la meilleure teneur est observée chez l'extrait de l'Orge ($283,74 \pm 2,73$ mg EAG /100gMV) suivi par le Mermez ($222 \pm 1,04$ mg EAG /100gMV), ensuite le Frick ($191,83 \pm 6,2$ mg EAG /100gMV), et enfin la valeur la plus faible est dans l'extrait du Blé ($124,57 \pm 0,58$ mg EAG /100gMV). Par contre dans la région de M'Sila, la teneur plus élevée a été enregistrée dans l'extrait du Blé ($351,07 \pm 5,34$ mg EAG /100gMV), suivi par le Frick ($208,74 \pm 4,07$ mg EAG /100gMV) ensuite par l'extrait de Mermez ($200,62 \pm 4,08$ mg EAG /100gMV) et la plus faible teneur a été obtenue dans l'extrait de l'Orge ($78,66 \pm 4,84$ mg EAG /100gMV).

À propos des extraits méthanoliques de la région de Sidi Makhlouf, la teneur plus élevée est retrouvée dans le Frick ($109,24 \pm 2,52$ mg EAG /100gMV) suivi par le Mermez ($92,25 \pm 0,60$ mg EAG /100gMV), ensuite par le l'Orge ($85,02 \pm 0,96$ mg EAG /100gMV), enfin par le Blé ($58,61 \pm 0,33$ mg EAG /100gMV). Or que dans la région de M'Sila on remarque que la teneur la plus élevée est obtenus par l'extrait de l'Orge ($157,21$ mg EAG /100gMV) suivi par le Mermez ($94,92 \pm 0,31$ mg EAG /100gMV) ensuite par le Blé ($71,23 \pm 3,86$ mg EAG /100gMV), et la plus faible teneur est attribuée au Frick ($54,69 \pm 18,27$ mg EAG /100gMV).

Finalement dans les régions Sidi Makhlouf, système aqueux on retrouve la teneur la plus élevée dans l'extrait de Blé $243,29 \pm 1,71$ mg EAG /100gMV suivi par le Frick ($227,87 \pm 1,50$ mg EAG /100gMV) ensuite l'Orge $165,72 \pm 1,81$ mg EAG /100gMV et la plus faible teneur est attribuée au Mermez $54,69 \pm 1,75$ mg EAG /100gMV.

Par contre de régions M'Sila on retrouve la teneur la plus élevée dans l'extrait de Blé $100,70 \pm 3,89$ mg EAG /100gMV. suivi par l'Orge $95,62 \pm 0,74$ mg EAG /100gMV) ensuite le Frick $94,36 \pm 0,31$ mg EAG /100gMV) et la plus faible teneur est attribuée au Mermez $72,57 \pm 3,93$ mg EAG /100gMV.

De manière générale, nous notons que les extraits acétoniques ont enregistré les plus faibles quantités de phénoliques par rapport aux extraits hydrométhanoliques qui ont enregistré les plus élevées. Ceci est dû à la polarité du solvant.

Cette variation est expliquée par la différence de la composition chimique entre les tissus des végétaux des échantillons d'une part et le stade de maturation non abouti. En fait, la solubilité des polyphénols est conditionnée par le type de solvant utilisé et par la matière végétale.

Le son d'Orge a été marqué par ses teneurs les plus élevées par rapport aux extraits de son de Blé dans les extraits : hydro-méthanolique, hydro-acétonique et méthanolique . Ce classement est en accord avec les résultats de plusieurs chercheurs, dans les quels l'Orge se classe en premier dont leur teneur en composé phénolique. (Ivanisova et al., 2012 ; Amarowicz et al., 2007).

L'inconvénient majeur de ce dosage est que le réactif du Folin-Ciocalteu, n'est pas spécifique aux composés phénoliques, mais il réagit avec tous composés qui contiennent un groupement hydroxyle (OH) comme les sucres, les protéines et les pigments parce qu'une telle extraction ne donne pas que les composés phénoliques (Djeridane et al., 2007).

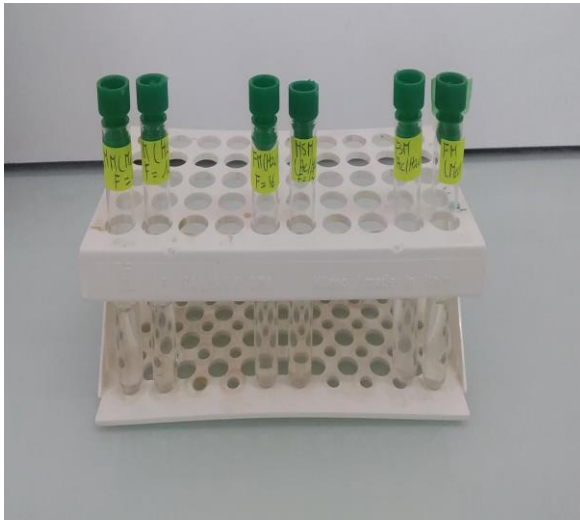
III.2.2. Tests phytochimiques des flavonoïdes :

L'examen phytochimique permet de détecter la présence ou l'absence des constituants chimiques essentiellement les composés phénoliques, existants dans une partie quelconque de la plante par des réactions de précipitation ou de coloration en utilisant des réactifs spécifique à chaque famille de composés.

La mise en évidence s'effectue par des tests phytochimiques réalisés, généralement sur des extraits déjà préparés par épuisement à chaud. Ils sont basés sur:

- les essais de solubilité, des constituants de la plante, vis-à-vis des solvants organiques de polarité différente: l'eau, l'éthanol et l'éther diéthylique;
- réaction de coloration et de précipitation.

Les résultats des deux tests phytochimiques ont révélé l'absence des flavonoïdes dans tous nos échantillons (tests négatifs) (Figure 9).



a) avant l'incubation



b) après l'incubation (15 min)

Figure 9: tests phytochimiques des flavonoïdes

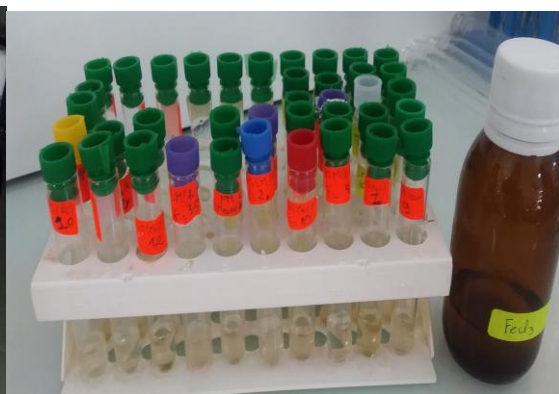
III.2.3. Test phytochimique des tannins :

Rappelons ici qu'un test positif est révélé par l'apparition d'une couleur bleu noir caractéristique des tanins hydrolysables, ou d'une couleur brun verdâtre caractéristique des tanins condensés (HADJALI, 2017)

Les tests phytochimiques effectués sur les différents extraits révèlent l'absence des tanins hydrolysables et les tanins condensés (Figure 10).



a) Avant l'incubation



b) après l'incubation (15 min)

Figure 10: test phytochimique des tannins.

III.3. teneurs en protéines totales :

La quantité des protéines dans nos extraits a été déterminée à partir la courbe d'étalonnage de l'albumine (Figure 11), est exprimée en milligrammes équivalent en albumine par gramme de la matière végétale (MV). Ces valeurs représentent la moyenne de trois essais réalisés en parallèle \pm SD. Les résultats obtenus sont représentés dans le tableau 6.

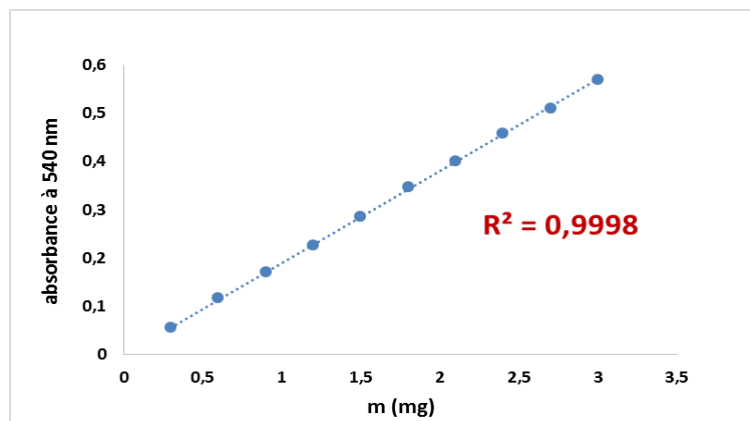


Figure11 : courbe d'étalonnage de l'albumine

Tableau 6: Les teneurs en protéines totales des deux régions

Solvant d'extraction	Echantillon	(mg albumine/g MV)Sidi Makhlouf	(mg albumine/g MV) M'Sila
Acétone	Blé	48,35 ±0,59	68,69±1,64
	Frick	27,44±1,20	120,47±0,28
	Orge	24,44±0,89	12,92±1,44
	Mermez	17,85±0,23	10,40±0,06
Acétone/eau	Blé	88,39±3,95	182,62±2,06
	Frick	180,57±7,41	102,50±2,03
	Orge	6,48±0,77	162,27±0,00
	Mermez	18,74±0,81	17,35±0,41
Méthanol /eau	Blé	100,23±2,55	148,71±6,00
	Frick	107,28±0,20	115,22±0,17
	Orge	14,13±0,66	12,37±2,77
	Mermez	13,9±0,28	23,32±2,27
Méthanol	Blé	82,45±1,88	31,26±1,29
	Frick	123,55±8,28	12,80±1,92
	Org	7 ,02±0,63	32,51±0,49
	Mermez	12,82±0 ,08	76,47±0,52
Eau	Blé	13,20±2,07	13,93±0,80
	Frick	47,67±1,71	23,15±0,87
	Orge	13,17±0,54	6 ,87±1,10
	Mermez	6,80±0,79	17,30±1,92

Les valeurs trouvées sont très variables d'un échantillon à un autre et elles sont en fonction de la nature du solvant d'extraction utilisé. La quantité des protéines ne varie pas dans le même sens.

Les résultats obtenus à travers le dosage des protéines totales par la méthode de biuret, révèle une richesse remarquable en composés protéiques par ces céréales. En effet il est préférentiellement de quantifier les composés protéiques dans le son de ces céréales à travers de leurs extraits obtenus par des solvants adoptés aux protéines.

Pour les sons des céréales des deux régions, les extraits présentent des proportions majoritaires qui varient entre $6,48 \pm 0,77$ et $182,62 \pm 2,06$ mg Albumine /g MV.

Dans la région de Sidi Makhoul les teneurs les plus élevées enregistrées en Frick dans les systèmes hydroacétonique, hydrométhanolique, méthanolique et aqueux sont de $180,57 \pm 7,41$, $107,28 \pm 0,20$, $123,55 \pm 8,28$ et $47,67 \pm 1,71$ g albumine /g MV respectivement, et dans la région de M'Sila on remarque que les teneurs les plus élevées sont attribuées au Blé dans les systèmes hydroacétonique et hydrométhanolique $182,62 \pm 2,06$ - $148,71 \pm 6$ mg Albumine /gMV respectivement et au Frick dans les solvants acétonique ($120,47 \pm 0,28$) et aqueux ($23,15 \pm 0,8700$ mg Albumine /gMV).

Par contre les plus faibles teneurs de la région de Sidi Makhoul ont été enregistrées chez le Mermez dans les trois systèmes d'extraction : acétonique , hydrométhanolique et aqueux avec les valeurs de $17,85 \pm 0,23$, $13,9 \pm 0,28$ et $6,80 \pm 0,79$ mg Albumine /g MV) respectivement , et de même dans la région de M'sila les plus faibles teneurs sont accordées au Mermez dans le système acétonique ($10,40 \pm 0,06$) et hydroacétonique ($17,35 \pm 0,41$ mg Albumine /gMV).

Nous notons que les extraits acétonique et aqueux possèdent les plus faibles teneurs en protéines par rapport aux extraits des autres systèmes d'extraction où le système d'extraction hydrométhanolique renferme les valeurs les plus élevées en protéines.

III.4. Evaluation de l'activité antioxydante :

Le stress oxydant réfère à une perturbation de l'équilibre endogène entre radicaux libres et antioxydants de courte ou longue durée (berger M. M, 2006). La génération des radicaux libres accable le système de défenses antioxydantes, que ce soit par une production accru d'oxydants et/ou par une défense antioxydante défailante (Sorg O, 2004).

Pour échapper aux conséquences du stress oxydant, il est nécessaire de rétablir l'équilibre oxydant / antioxydant afin de préserver les performances physiologiques de l'organisme. Les antioxydants font l'objet de nombreuses études car, en plus d'un certain dans la conservation des denrées comestibles, ils pourraient s'avérer utiles dans la prophylaxie des maladies dans lesquels le stress oxydant est incriminé. Les risques et les effets néfastes des antioxydants synthétiques utilisés comme additifs alimentaires ont été questionné au cours des dernières années et la nécessité de le substituer par des antioxydants naturels, issus de plantes, est apparente (Contini M. et al, 2008).

Deux tests ont été utilisés pour évaluer la capacité antioxydante *in vitro* des extraits bruts des sones de céréales étudiés dans ce travail, il s'agit du pouvoir piègeur du radical cationique ABTS^{•+} et du pouvoir réducteur du fer FRAP.

III.4.1. Test FRAP :

La méthode de FRAP (Ferric Reducing Antioxydant Power) mesure l'aptitude des agents antioxydants en milieu acide à réduire le complexe ferrique-triperidyltriazine (Fe^{3+} - TPTZ) en un complexe ferreux-triperidyltriazine (Fe^{2+} - TPTZ) de couleur bleu intense mesurable à 593 nm (Ghaisas M.M et al, 2008). N'importe quel composé ayant un potentiel redox inférieur à celle de la paire (Fe^{2+} - TPTZ) peut réduire Fe^{3+} en Fe^{2+} .

Les résultats obtenus pour cette méthode sont présentés sous forme de courbe d'étalonnage de la vitamine C nous ont aidées à évaluer l'activité antioxydante des déférentes extrait mentionné dans le tableau 7, ces valeurs représente la moyenne de trois essais réalisés en parallèle.

L'évaluation de l'activité antioxydante de nos extraits est faite par rapport à l'acide ascorbique utilisé comme antioxydant dans l'industrie agroalimentaire. Il est nécessaire de mettre en

évidence l'efficacité de cet antioxydant de référence à ce test, et cela en traçant une courbe d'étalonnage (Figure 12).

A partir de la valeur de l'absorbance du milieu mesurée en présence de l'extrait antioxydant, de la pente de la courbe d'étalonnage de l'acide ascorbique obtenues à 593 nm effectuées dans un spectrophotomètre UV Visible de type Shimadzu 1601, nous avons déterminé les coefficients de l'activité antioxydante des extraits étudiés exprimée en valeur VCEAC (AAEAC) (Ascorbic acid Equivalent Antioxidant Capacity)

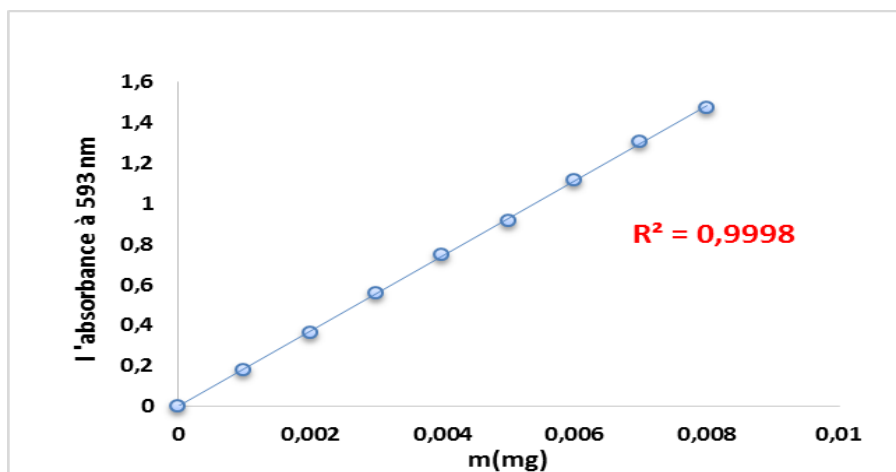


Figure.12: Courbe d'étalonnage de la vitamine C (test de FRAP)

Tableau 7: VCEAC (Capacité Antioxydante Equivalent en Vitamine C) (mg EVC / g MV) des extraits par le test FRAP

Solvant d'extraction	Echantillon	VCEAC	VCEAC
		(mg EVC/g MV) Sidi Makhlouf	(mg EVC/g MV) M'Sila
Acétone	Blé	0,22±0,005	0,18±1,85
	Frick	0,20±0,0026	0,17±0,085
	Orge	0,19±0,12	0,098±0,015
	Mermez	0,13±0,003	0,13±0,004
Acétone/eau	Blé	1,35±0,343	0,85±0,013
	Frick	1,28±0,03	1,13±0,03
	Orge	1,14±0,025	1,21±0,005
	Mermez	1,66±0,023	0,95±0,018
Méthanol /eau	Blé	0,8±0,023	0,76±0,008
	Frick	1,24±0,01	1,13±0,047
	Orge	1,86±0,025	0,57±0,014
	Mermez	1,59±0,05	1,05±0,0008
Méthanol	Blé	0,51±0,02	0,57±0,057
	Frick	0,74±0,04	1,08±0,019
	Org	0,84±0,027	0,43±0,0009
	Mermez	1,09±0,024	0,53±0,02
Eau	Blé	1,06±0,04	0,24±0,001
	Frick	0,95±0,04	0,72±0,002
	Orge	1±0,002	0,39±0,01
	Mermez	0,6±0,002	0,35±0,015

L'ensemble des extraits étudiés révèle des propriétés réductrices intéressantes qui se traduisent par les valeurs VCEAC des deux régions Sidi Makhoulouf et M'Sila et qui s'intercalent entre $0,098 \pm 0,015$ pour l'Orge de M'Sila dans le système acétonique et $1,86 \pm 0,025$ mg EVC /g MV pour l'Orge de la région de Sidi Makhoulouf dans le système hydrométhanolique.

les extraits testés qui possèdent un potentiel antioxydant important sont l'extrait de l'Orge en système hydro-méthanolique ($1,86 \pm 0,025$ EVC/gMV) et l'extrait hydroacétonique de Mermez ($1,66 \pm 0,023$ mg EVC /g MV) de la région de Sidi Makhoulouf.

Tandis que les plus faibles valeurs du VCEAC sont enregistrées dans les extraits acétoniques de l'Orge de la région M'Sila et dans l'extrait du Mermez de la région de Sidi Makhoulouf du même système d'extraction : $0,098 \pm 0,015$ et $0,13 \pm 0,003$ mg EVC /g MV respectivement.

La comparaison du pouvoir antioxydant des extraits dans les cinq systèmes d'extraction dans les deux régions, révèle que :

- Dans le système d'extraction acétonique, les activités réductrices les plus élevées sont attribuées aux extraits du Blé avec des valeurs de $0,22 \pm 0,005$ et $0,18 \pm 0,005$ des régions de Sidi Makhoulouf et M'Sila respectivement, alors que les plus faibles activités sont enregistrées dans l'extrait du Mermez de la région de Sidi Makhoulouf ($0,13 \pm 0,003$) et dans l'extrait de l'Orge $0,098 \pm 0,015$ mg EVC /g MV pour la région de M'Sila.
- Dans le système hydroacétonique, les activités réductrices les plus grandes sont remarquées dans l'extrait du Mermez de la région de Sidi Makhoulouf ($1,66 \pm 0,023$) et dans l'extrait de l'Orge de la région de M'Sila ($1,21 \pm 0,005$ mg EVC /g MV). les plus faibles valeurs du VCEAC sont observées dans l'extrait de l'Orge de la région de Sidi Makhoulouf ($1,14 \pm 0,025$) et dans l'extrait du Blé de la région de M'Sila ($0,85 \pm 0,013$ mg EVC /g MV).
- Concernant le système d'extraction hydrométhanolique, les capacités antioxydantes les plus élevées sont observées dans l'extrait de l'Orge ($1,86 \pm 0,025$) dans la région de Sidi Makhoulouf et l'extrait de Frick de la région de M'Sila ($1,13 \pm 0,047$ mg EVC /g MV). Tandis que les plus faibles valeurs de l'activité réductrice ont été enregistrées dans l'extrait du Blé de la région de Sidi Makhoulouf ($0,8 \pm 0,023$) et dans l'extrait de l'Orge de la région de M'Sila ($0,57 \pm 0,014$ mg EVC /g MV).
- Dans le système d'extraction méthanolique, on remarque que les activités réductrices les plus intéressantes sont remarquées dans l'extrait du Mermez ($1,09 \pm 0,024$) de la

région de Sidi Makhlouf et dans l'extrait de Frick ($1,08 \pm 0,019$ M'Sila mg EVC /g MV) de la région de M'Sila. Les plus faibles activités sont attribuées au extrait de Blé de la région de Sidi Makhlouf ($0,51 \pm 0,02$) et dans l'extrait de l'Orge de la région de M'Sila ($0,43 \pm 0,0009$ mg EVC /g MV).

- Finalement dans le système d'extraction aqueux, la capacité antioxydante la plus haute est attribuée à l'extrait du blé de la région de Sidi Makhlouf ($1,06 \pm 0,04$) et à l'extrait de Frick de la région de M'Sila ($0,72 \pm 0,002$ mg EVC /g MV). Les plus faibles valeurs de la capacité antioxydante ont été enregistrées chez l'extrait du Mermez de la région de Sidi Makhlouf ($0,6 \pm 0,002$) et chez l'extrait du blé de la région de M'Sila ($0,24 \pm 0,001$ mg EVC /g MV).

En revanche, on note que dans la majorité des systèmes d'extraction, les extraits de Blé et de Frick possèdent des activités antioxydantes réductrices plus importantes par rapport aux extraits du Mermez et de l'Orge.

Les résultats obtenus par ce test révèlent que les extraits hydrométhanolique et hydroacétonique des sons de ces céréales étudiés sont doués d'une importante activité antioxydante réductrice, par contre les plus faibles valeurs du VCEAC sont remarquées chez les extraits acétoniques. Les mêmes observations sont enregistrées dans la quantification des teneurs en phénols totaux. Ceci, semble être dû à la nature des composés phénoliques qui existent à savoir qui peuvent participer à rehausser les valeurs de leur pouvoir antioxydant réductrice.

III.4.2. Test ABTS^{•+} :

En présence d'un antioxydant (extraits phénoliques), le passage du radical ABTS^{•+} à la forme non radicalaire s'accompagne de la disparition de la coloration vert-bleu intense qui peut être suivie par mesure de la densité optique à une longueur d'onde de 734 nm (Chen *et al*, 2004). La courbe d'étalonnage (figure12) nous a aidées évaluer l'activité antioxydante des différents extraits par le test ABTS^{•+}.

Les résultats obtenus sont représentés dans le tableau 8

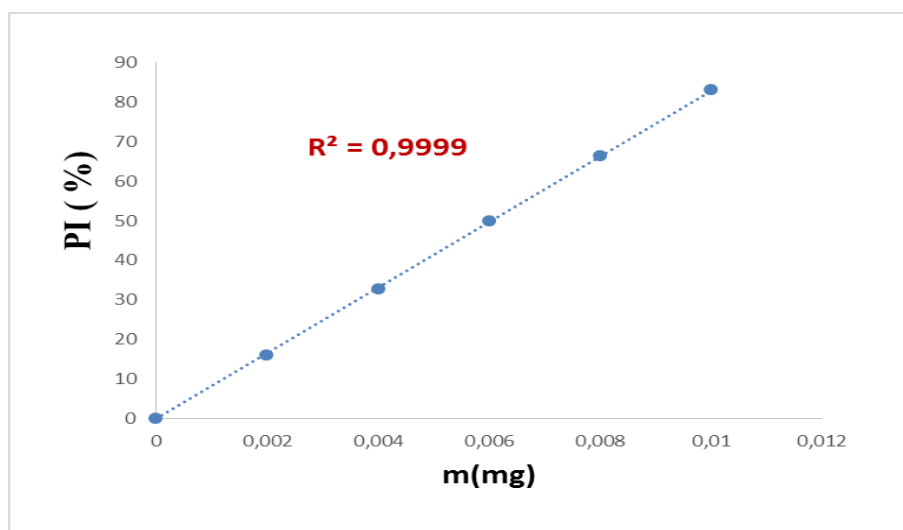


Figure 13: Courbe d'étalonnage du pouvoir d'inhibition la vitamine C (test d'ABTS⁺)

Tableau 8: VCEAC (Capacité Antioxydante Equivalent en Vitamine C) (mg EVC / g MV) des extraits par test ABTS⁺

Solvant d'extraction	Echantillon	VCEAC (mg EVC/gMV)	VCEAC (mg EVC/gMV)
		Sidi Makhoulouf	M'sila
Acétone	Blé	0,45±0,011	0,33±0,01
	Frick	0,54±0,011	0,84±0,003
	Orge	0,11±0,001	0,15±0,016
	Mermez	0,09±0,003	0,076±0,002
Acétone/eau	Blé	1,91 ±0,02	1,31±0,1
	Frick	1,74±0,04	2,93±0,04
	Orge	2,61 ±0,06	2,60±0,03
	Mermez	3,64±0,03	2,82±0,02
Méthanol /eau	Blé	1,56±0,02	1,46±0,04
	Frick	1,95±0,03	2,77±0,05
	Orge	3,00±0,02	2,72±0,01
	Mermez	3,07±0,02	2,31±0,11
Méthanol	Blé	0,83±0,04	1,17±0,16
	Frick	1,53±0,05	2,24±0,14
	Org	0,94±0,02	1,46±0,002
	Mermez	1,82±0,06	1,17±0,01
Eau	Blé	1,34±0,02	0,49±0
	Frick	2,58±0,31	2,01±0,02
	Orge	1,6±0,03	1,04±0,04
	Mermez	1,2±0,05	0,69±0,03

Les résultats de l'activité antiradicalaire déterminée à l'aide du test de l'ABTS sont résumés dans le Tableau 8. De même comme dans le test FRAP, nous avons déterminé les coefficients de l'activité antioxydante des extraits étudiés exprimée en valeur VCEAC (AAEAC) (Ascorbic acid Equivalent Antioxidant Capacity).

L'ensemble des résultats montre que les valeurs du VCEAC varient entre $0,076\pm 0,002$ pour l'extrait du Mermez de la région de M'Sila et $3,64\pm 0,03$ mg EVC/ g MV aussi pour l'extrait du Mermez de la région de Sidi Makhlof, dans le système d'extraction hydro-acétonique.

Les extraits de Mermez de la région de Sidi Makhlof, possèdent un potentiel antioxydant important dans les systèmes hydro acétonique, dans le système hydrométhanoliques dans le système méthanoliques avec des valeurs de VCEAC $3,64\pm 0,03$, $3,07\pm 0,02$ et $1,82\pm 0,06$ mg EVC/ g MV respectivement. Dans la région de M'sila, l'extrait du Frick possède le potentiel antioxydant le plus élevé dans chaque système d'extraction.

Par contre les plus faibles activités sont enregistrées dans les extraits du Mermez de la région de Sidi Makhlof pour le système d'extraction acétonique $0,076\pm 0,002$ mg EVC/g MV et aqueux $1,2\pm 0,05$ mg EVC/g MV et dans les extraits du Blé pour le système d'extraction hydrométhanolique ($1,56\pm 0,02$ mg EVC/g MV) et le système d'extraction méthanolique ($0,83\pm 0,04$ mg EVC/ g MV). Aussi les extraits du blé de région de M'Sila ont révélés des faibles capacités antiradicalaires dans les quatre systèmes d'extraction : hydroacétonique ($1,31\pm 0,1$ mg EVC/g MV), hydrométhanolique ($1,46\pm 0,04$ mg EVC/g MV), méthanolique ($1,17\pm 0,16$ mg EVC/g MV) et aqueux ($0,49\pm 0$ mg EVC/ g MV).

On note que les extraits de Frick ont enregistré une activité antioxydante plus importante que l'activité des autres extraits.

Les extraits hydroacétoniques et hydrométhanoliques présentent les activités anti-radicalaires les plus élevées, par contre les plus faibles activités sont attribuées aux extraits acétoniques.

A la lumière des résultats obtenus par le test du FRAP et le test d'ABTS, on peut constater, que les sons de céréales étudiés, renferment des capacités anti-radicalaires plus puissantes que des capacités réductrices et notamment dans les extraits hydroacétoniques et hydrométhanoliques.

III.5. Étude de corrélations :

Afin de déterminer les éventuelles corrélations existantes entre les variables suivantes: activités antioxydants (deux tests) FRAP et ABTS^{•+}, phénol totaux et protéines totales, une corrélation matricielle basée sur la détermination du coefficient de corrélation a été déterminée à l'aide du logiciel XLSTAT.

Corrélation entre teneur en polyphénols totaux et activité antioxydante:

Une bonne corrélation positive a été enregistrée entre les quantités en phénols totaux et l'activité antioxydante réductrice de FRAP avec un coefficient de corrélation égale à 0,73. Cette valeur montre que 73% des activités antioxydantes dans le test de FRAP dans nos échantillons, indique que l'effet réducteur de ces extraits est probablement attribué à leur richesse et spécifié en composés phénoliques.

L'analyse de la relation entre le radical ABTS^{•+} et les phénols totaux présente une moyenne corrélation positive avec un coefficient de corrélation égale à 0,65. Cette valeur montre que 65% des activités anti-radicalaires, indique que l'effet anti-radicalaire de ces extraits est probablement attribué à leur composition en phénols totaux (principes actifs).

Corrélation entre les protéines totales et l'activité antioxydante :

Des faibles corrélations ont été enregistrées entre les protéines totales et l'activité antioxydante réductrice (Test de FRAP) d'une part et l'activité anti-radicalaire (test d'ABTS^{•+}) d'autre part . Le coefficient de corrélation des protéines vis à vis le test FRAP est égal à 0,13. Cette valeur montre que 13% des protéines totales sont corrélées avec l'activité réductrice.

Le coefficient de corrélation des protéines totales vis-à-vis le test d'ABTS est égale à 0,07. Cette valeur montre que 0,7% des protéines totales sont très faiblement corrélées avec l'activité anti- radicalaire de ces extraits.



Conclusion générale

VI. Conclusion générale :

Ce travail s'inscrit dans le cadre des travaux de recherches du laboratoire des sciences fondamentales (LSF), de l'Université de Laghouat dont l'objectif principal est de déterminer les teneurs en composés phénoliques et protéines totales des différents extraits de sons des céréales (le Blé dur, l'Orge, le Mermez et le Frick) des deux régions de Sidi Makhoulouf (Laghouat) et M'Sila et d'évaluer leurs activités antioxydantes par deux tests FRAP et ABTS^{•+}.

Tout d'abord, les extractions de sons des céréales choisis ont été réalisées par sonication (ultrason) en utilisant cinq systèmes d'extraction différents (méthanol, acétone, eau, hydrométhanolique et hydroacétonique), nous en avons permis d'obtenir 40 extraits. Après cette étape, nous avons quantifié la matière végétale en phénols totaux et en protéines totales existants dans nos extraits. Les résultats montrent que les teneurs des composés phénoliques dans les différents extraits dépendent de l'influence du solvant d'extraction. Les teneurs en phénols totaux s'étalent entre $6,44 \pm 0,12$ mg EVC / g MV Mermez de la région de Sidi Makhoulouf dans le système acétonique et $351,71 \pm 5,34$ mg EVC / g MV pour Blé de la région de M'Sila dans le système hydrométhanolique. Les taux en composés phénoliques totaux les plus élevés ont été détectés dans les extraits hydrométhanoliques et hydroacétonique dans les deux régions. Par contre, les teneurs les plus faibles en phénols totaux distinguées dans les extraits acétoniques dans les deux régions.

Les tests phytochimiques des flavonoïdes et les tannins, révèlent l'absence de ces familles dans la composition des phénols totaux.

Les teneurs des protéines totales sont remarquables dans nos extraits des sons des céréales pour les deux régions. Les extraits présentent des proportions majoritaires qui varient entre 6,48 et 182,62 mg d'Albumine /g MV.

Nous sommes intéressées à l'évaluation de l'activité antioxydante. Pour ce faire, avec la vitamine C est prise comme un antioxydant de référence, en mesurant le pouvoir anti-radicalaire vis-à-vis le radical libre ABTS^{•+} et le pouvoir réducteur du fer par le test de FRAP. Les résultats obtenus révèlent des activités assez proches pour les 40 extraits, avec une prédominance de la capacité anti-radicalaire par rapport à la capacité réductrice de ces extraits.

Les valeurs de VCEAC dans le test de FRAP s'intervalles entre $0,098 \pm 0,015$ mg EVC/ g MV pour l'extrait acétonique de l'Orge de la région de M'Sila et $1,86 \pm 0,025$ mg EVC/ g MV pour l'extrait hydrométhanolique de l'Orge de la région de Sidi Makhoulf.

Les valeurs de VCEAC obtenues s'échelonnent entre $0,07 \pm 0,002$ mg EVC/g MV pour l'extrait acétonique du Mermez de la région de M'Sila et $3,64 \pm 0,03$ mg EVC/ g MV pour l'extrait hydro acétonique du Mermez de la région de Sidi Makhoulf.

Une bonne corrélation positive a été enregistrée entre les quantités en phénols totaux et l'activité antioxydante réductrice de FRAP avec un coefficient de corrélation égale à 0,73. Ce résultat indique que l'effet réducteur de ces extraits est probablement attribué à leur richesse et spécificité en composés phénoliques.

L'analyse de la relation entre le radical $ABTS^{\cdot+}$ et les phénols totaux présente une moyenne corrélation positive avec un coefficient de corrélation égale à 0,65, ce qui indique que l'effet anti-radicalaire de ces extraits est probablement attribué à leur composition en phénols totaux (principes actifs).

De faible corrélation a été enregistrée entre les protéines totales et l'activité antioxydante réductrice (Test de FRAP) avec un coefficient de corrélation des protéines vis à vis le test FRAP égal à 0,13

Le coefficient de corrélation des protéines totales vis-à-vis le test d'ABTS est égal à 0,07. Cette valeur montre que 0,7% des protéines totales sont très faiblement corrélées avec l'activité anti-radicalaire de ces extraits.

Cette espèce pourrait être considérée donc comme une source importante d'antioxydants naturels qui peuvent être utilisés pour des fins médicinales.

Ces résultats restent préliminaires, il serait intéressant d'approfondir l'étude par :

- L'analyse qualitative et quantitative des composés phénoliques (autre que les flavonoïdes et les tanins) par des méthodes chromatographiques.
- Le dosage les protéines obtenues à travers des solvants adoptés à ce type de métabolites. d'élargir le panel de ce travail pour étudier ces espèces et d'autres variétés dans différentes régions avec un nombre élevé d'échantillons pour des calculs statistiques. Elargir le panel des tests d'activité antioxydante par des tests biologiques



Références bibliographiques

Références :

Alex Simposon, (2016). Qu' est-ce que l'agropyre ou herbe de blé 4 Bienfaits nutritionnels par Camille Thiebaut dans compléments alimentaires.

Benalia Mohamed. (2016). Etude de la fraction lipidique de quelques graines de cucurbitacée. Thèse de doctorat en science. UNIVERSITE KASDI MERBAH- OUARGLA.

Benbelkacem,A.(2007). Les triticales cultures, performances et différentes possibilités d'utilisation en Algérie. Journée techniques sur le culture du triticales en zone semi aride et son utilisation par les animaux domestique: OUM ELBOUAGUI-ELKHROUB.

berger M. M. (2006). Manipulations nutritionnelles du stress oxydant : état des connaissances. Nutrition clinique et Métabolisme. Volume 20, p 48 – 53.

Bouchouka Elmouloud .(2016). Extraction des polyphénols et étude des activités antioxydante et antibactérienne de quelques plantes Sahariennes. Thèse de doctorat en science. UNIVERSITE BADJI MOKHTAR –ANNABA.

Brown, J. E., Khodr H., Hider, R. C. et Rice-Evans, C. (1998). Structural dependence of flavonoid interactions with Cu²⁺ ions. Biochem. J, volume 330: 1173-1178.

Bruneton, J. (1999) Pharmacognosie et phytochimie des plantes médicinales. 3ème édition livre volume 1.

Contini M ; Baccelloni S ; Massantini R and Anelli G. (2008). Extraction of natural antioxydants from hazelnut (*Corylus avellana* L) shell and skin wastes by long maceration at room temperature. Journal food chemistry, volume 110, p 659 – 669.

Dacosta, Y. (2003). Les phytonutriments bioactifs. Ed Yves Dacosta. Paris. diplôme de magister, en Biologie Végétale UNIVERSITE DE MENTOURI DE -CONSTANTINE.

Djeridane A, Yousfi M, Nadjmi B, Vidal N, Lesgards JF and Stocker P. (2007). Screening of some Algerian medicinal plants for the phenolic compounds and their antioxydant activity. Eur. Food Res. Technol. ,Volume, 224 , 801-809.

Djermoun, A. (2009). La production céréalière en Algérie: les principales caractéristiques. Nature & Technology, volume, (1)-45. du Pistacia lentiscus L. Thèse de doctorat en science. UNIVERSITÉ KASDI MERBAH- OUARGLA .

El Gharras, H. (2009). Polyphenols: Food sources, properties and applications - international Journal of Food Science and Technology, volume 44, 2512-2518.

Feillet, P(2000) le grain de blé . composition et utilisation . institut national de la recherche agronomie 147, rue de l'université Paris cedex 07. P 58-75 ; p 196-198.

Gee, J.M. et Johnson, I.T. (2001). Polyphenolic compounds: interactions with the gut and implications for human health. Current Medicinal Chemistry. volume 8: 1-182

Ghaisas M M ; Navghare V V ; Takawale A R ; Zope V S and Deshpande A D. (2008). In vitro antioxydant activity of *Tectona grandis* Linn. *Pharmacologyonline*, volume 3 p 296 – 305.

Gulcin I., Huyut Z., Elmastas M and Aboul-Enein H.Y. (2010). Radical scavenging and antioxydante activity of tannicacid. *Arabian Journal of Chemistry* .volume 3, 43-53.

Hadbaoui Zineb .(2012). Evaluation de l'activité antioxydante des fractions lipidique, protéique et phénolique de Sorgho et de Mil de Ain Saleh. Thèse de doctorat en sciences. UNIVERSITE KASDI MERBAH- OUARGLA.

Hanane Benyahia .(2017).Etude phytochimique et dosage de quelques composés phénoliques des fruits d'*Elettaria cardamomum* et évaluation de son activité antioxydante . Mémoire de master en biologie. UNIVERSITE ABOU-BAKR-BELKAÏD TLEMCEM.

Hadjali . (2017). Contribution à l'étude phytochimique des métabolites secondaires (tanins, flavonoïdes et alcaloïdes) des feuilles de *Carlina acaulis* L. (Tafgha) de la région de Tlemcen. Mémoire de Master en Biologie .UNIVERSITE ABOU-BEKR BELKAÏD DE TLEMCEM.

Iserin P. (2001). Larousse encyclopédie des plantes médicinales. Identification, Préparations, soins. 2nd edition, Dorling Kindersley Limited, Londres.

Koechlin-Ramonatxo C. (2006) .Oxygen, oxidative stress and antioxidant supplementation, or another way for nutrition in respiratory diseases. *Nutrition Clinique et Métabolique* ,volume , 20, 165- 177.

Levêque C. et Mounolou J-C.(2001). Biodiversité. Dynamique biologique et conservation. SSON Sciences. DUNOD. 248p.

Mohamed Harrat.(2019). Étude de l'activité antioxydante des extraits des feuilles

Paganga, G, Miller, N, Rice-Evans, C. A. (1999). The polyphenolic content of fruit and

Raymond R., Moore C. et Wagner K. (2006). Les parents sauvages des plantes cultivées. Biodiversity international. UNEP- GEF. 28p.

Sorg O. (2004). Oxidative stress: a theoretical model or a biological reality?. *Comptes rendus Biologies*, volum 327, p 649 – 662.

Souilah Nabila .(2009) Diversité de 13 génotypes d'orge (*Hordeum vulgare* L.) et de 13 génotypes de blé tendre (*Triticum aestivum* L.) : Etude² des caractères de production et d'adaptation, mémoire de magister , Université mentouri Constantine

Suhaj, M.(2006). Spice antioxidants isolation and their antiradical activity: a review.*Journal of Food Composition and Analysis*, volume, 19, 531–537.

Tadhani, M.B., Patel, V.H., et Subhash, R.(2007). In vitro antioxidant activities of Stevia rebaudiana leaves and callus. Journal of Food Composition and Analysis. ,Volume, 20, 323-329.

Trease E & Evans WC. (1987). Pharmacognosy.Billiare. Tindall.Londone 13 th Edn; pp;

Vegetables and their antioxidant activities. Free Radic Res,Volume, 30: 62-153



Annexes

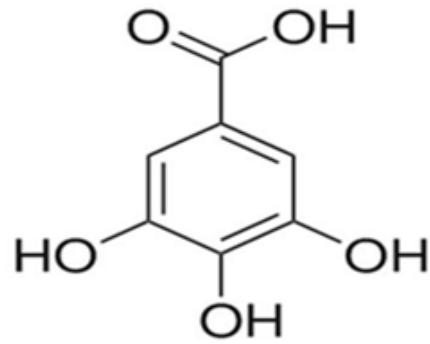


Figure 1 : Structure de l'acide gallique

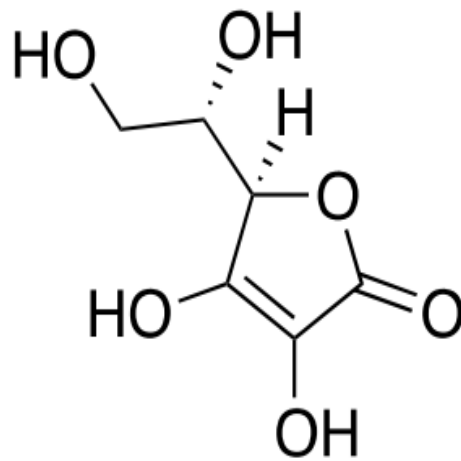


Figure 2 : Structure de l'acide ascorbique (vitamine C)

المخلص

تهدف هذه الدراسة إلى التقدير الكمي والنوعي للمركبات الفينولية والبروتينية لمستخلصات نخالة القمح الصلب، الشعير، الفريك والمرمز لمنطقتي سيدي مخلوف و المسيلة. تمت معايرة مستخلصات النخالة المائية، الاسيتونية، الميثانولية، الهيدرو ميثانولية، والهيدرو اسيتونية. وتحديد فعاليتها المضادة للأكسدة بواسطة الاختبارين FRAP و⁺ABTS أظهر الحساب الاجمالي للمركبات الفينولية باستخدام Folin-Ciocalteu أن القيم تتراوح بين 6,44 و 351,71مغ من حمض الغاليك /100غ من المادة النباتية . أما التقدير الكمي للبروتينات الكلية بطريقة Biuret فقد بين أن القيم محصورة بين 6,48 و 182,62 مغ من الالبومين /غ من المادة النباتية . كما بينت النتائج التي تم الحصول عليها باختبار (FRAP) و (⁺ABTS) أن نخالة البقوليات المدروسة تملك قدرات مضادة للجذور الحرة أقوى من القدرات الإرجاعية المضادة للأكسدة خاصة في مستخلصات الهيدرواسيتون والهيدروميثانول . من خلال نتائج الارتباط المحصل عليها إستنتجنا أن كمية المركبات الفينولية عامل مهم في النشاط المضاد للأكسدة مما سمح لنا بمعرفة الدور الذي تلعبه هذه العينات في الحفاظ على المواد الغذائية والوقاية من الامراض التي تسببها الجذور الحرة

الكلمات المفتاحية : البقوليات ، اجمالي المركبات الفينولية ،المركبات البروتينية ، النشاط المضاد للأكسدة ، إختبار FRAP ، إختبار ⁺ABTS

Résumé

Cette étude a pour objectif l'estimation quantitative et qualitative des composés phénoliques et composés protéiques contenus dans les extraits des sons des céréales de Blé dur, de Frick, de l'Oge et de Mermez de deux régions (Sidi Makhoulf et de M'sila) obtenus par les solvants d'extraction (aqueux, méthanolique, acétonique, hydrométhanolique et hydroacétonique). Le dosage des phénols totaux a été effectué à l'aide du réactif de Folin-Ciocalteu où les résultats ont montré que les valeurs variaient entre 6,44 et 351,71 mg EAG/100gMV. L'estimation quantitative des protéines totales a été effectuée par la méthode de (Biuret), dont les teneurs sont variables et comprises entre 6,48 et 182,62 mg d'albumine/1 g MV. L'activité antioxydante a été estimée par deux tests (FRAP) et (⁺ABTS). Les résultats obtenus par les tests FRAP et ⁺ABTS ; ont également montré que les sons des grains étudiés possèdent des capacités anti-radicalaires plus fortes que les capacités réductrices, notamment dans les extraits d'hydroacétoniques et d'hydrométhanolique. A travers les résultats obtenus ; nous avons conclu que les composés phénoliques est un facteur important pour l'activité antioxydante, ce qui nous a permis de connaître le rôle joué par ces échantillons dans la préservation des nutriments et la prévention des maladies causées par les radicaux libres.

Mots clés : Céréales, composés phénoliques, composés protéiques, activité antioxydante, test FRAP, test ⁺ABTS

Abstract

This study aims to estimate quantitatively and qualitatively the phenolic and protein compounds of the bran extracts of durum wheat, Frick, barley and Mermez cereals from two regions of Sidi Makhoulf and M'sila. Five extraction systems (aqueous, methanolic, acetonic, hydromethanolic and hydroacetonic) have been used for all four types of samples. Antioxidant activity was estimated by two tests (FRAP) and (⁺ABTS); total phenols were determined using Folin-Ciocalteu reagent), the results showed that the values varied between 6.44 and 351.71 mg EAG/100gMV. The quantitative estimation of the total proteins was carried out by the method of (Biuret), it presents contents with variable proportions, between 6.48 and 182.62 mg of albumin/ g MV.

. The results obtained by the FRAP and ⁺ABTS tests; have also shown that the brans of the studied grains have stronger anti-radical abilities than reducing capabilities. In particular; in hydroacetonic and hydromethanolic extracts. Through the results obtained, we concluded that the amount of phenolic compounds is an important factor in antioxidant activity, This allowed us to learn about the role played by these samples in preserving nutrients and preventing diseases caused by free radicals.

.Key words: grain, total phenolic compounds, protein compounds, antioxidant activity, FRAP test. ,⁺ABTS test.