



N° d'ordre :

N° de série :

:

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 الشهيد حمه لخضر الوادي

Université Echahid Hamma Lakhdar EL-OUED

كلية علوم الطبيعة والحياة

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

قسم البيولوجيا الخلوية والجزيئية

Département de Biologie Cellulaire et Moléculaire

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du diplôme de Master Académique

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Biochimie Appliquée

THEME

Contribution à la caractérisation biologique d'huile de germes de blé (*Triticum durum Desf*) issus de région d'El-Oued

Présenté par :

BEN MOUSSA Rahma & SIFI Hadjer

Devant le jury composé de :

Président : : **M. CHOUIKH Atef**

M.C.A,

Université El-Oued.

Examinatrice : **Mme. BOURAS Baya**

M.A.B,

Université El-Oued.

Promoteur : **M. TLILI Mohammed Laid**

M.A.A,

Université El-Oued.

Remerciement

Tout d'abord, louange à « ALLAH » le tout puissant de nous avoir donné la chance d'étudier et de suivre le chemin de la science et qui nous a donné le courage, la volonté et la patience pour réaliser ce modeste travail.

Nous exprimons notre profonde reconnaissance et nos sincères remerciements à notre promoteur Mr " **TLILI Mohammed Laid** " Maitre-assistant A. université El-Oued, qui accepté avec toute modestie de nous encadrer. Nous le remercions pour son aide, sa patience, ses conseils précieux qui ont conduit à l'achèvement ce travail. Qu'il trouve ici l'expression de nos plus profonds respects et notre profonde gratitude.

Nous exprimons notre reconnaissance aux membres du jury le président **M. CHOUIKH. A** Maitre de conférences A. université El-Oued et l'examinatrice **Mme. BOURAS. B.**, Maitre-assistant B. université El-Oued, qui ont accepté de juger ce travail.

Nous ne pouvons bien sur oublier tous nos enseignants de graduation auxquels nous sommes reconnaissantes de nous avoir donné toutes les connaissances et formation toute au long de nos parcours universitaires.

Un grand merci à toute notre famille. Ce travail n'aurait pas été mené à terme sans les concessions et les encouragements de notre famille et notre section de BIOCHIMIE Appliqué. Nous disons merci. Enfin, nos remerciements les plus sincères s'adressent aux nombreuses personnes avec lesquelles nous avons eu l'occasion de travailler et à tous ce qui nous ont aidé de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

A mes parents pour leur amour et leur encouragement qu'ils trouvent le témoignage de ma profonde affection et gratitude.

A mon frère Adel.

A mes sœurs saïssabile et Ibtisam et Malak

Aux fleurs de la maison, «Ibtihal, Roukaya, yakine, badro, Anas

A mon binôme Rahma

A toute la famille *SIFI*

et à mes proches amies Afaf, Achouak, Rahma, Chaima, Safa et zineb.

et à tous les étudiants de notre section BIOCHIMIE Appliqué

Je remercie tous ceux qui m'avaient aidée d'une façon ou d'une autre, ou encouragée au cours de la réalisation de ce mémoire, qui était, pour moi, une expérience inoubliable et enrichissante.

Hadjer

Dédicace

A *ma mère* pour tous ces sacrifices.

A *mon père* pour tous ces encouragements.

A mes très chers frères.

A mes très chères sœurs.

A toute la famille BEN MOUSSA

A mes proches amies Afaf, Achouak et Hadjer.

Rahma

Résumé

Les plantes productrices des huiles et d'extraits ont toujours été utilisées dans le domaine culinaire, la médecine traditionnelle, et la préservation des aliments. La recherche de nouvelles molécules comme substituant aux agents antioxydants ou antimicrobiens de synthèse est l'objectif de ce travail.

La présente étude vise à évaluer l'activité antioxydant, activité antibactérienne et antifongiques d'huile de germe de blé dur (*Triticum durum* Desf.). Le blé a été acheté d'une agriculture locale de wilaya El Oued. L'activité antioxydant d'huile de germe de blé est évaluée par le test antiradicalaire utilisant le DPPH. Les résultats obtenus montrent que l'huile de germe de blé dur possède une faible pouvoir antiradicalaire $67,18 \pm 0,4$ qu'alpha tocophérol (étalon) $0,06 \pm 0,009$. L'évaluation de l'activité antibactérienne contre les bactéries à Gram positif (*Bacillus cereus* et *Staphylococcus aureus*) et les bactéries à Gram négatif (*Salmonella typhimurium* et *Escherichia coli*) est effectuée par la méthode de diffusion sur disque. Les résultats révèlent que l'huile de germe de blé possède une zone maximale d'inhibition égale 9 mm à concentration 20 μ l/ml chez *S. aureus* et une zone minimale d'inhibition égal 7 mm pour *E. coli* dans la concentration 5 μ l/ml. L'activité antifongique est testé contre *Aspergillus carbonarius* et *Aspergillus parasiticus*. Les résultats montrent que ces souches fongiques sont résistantes à l'effet d'huile de germe de blé.

Mots clés : *Triticum durum* Desf., Germe de blé dur, huile de germe, activité antioxydant, activité antimicrobienne.

Abstract

The plants producing oils and extracts have always been used in the culinary field, traditional medicine, and food preservation. The research of new molecules as a substitute for antioxidants or synthetic antimicrobials agents are the objective of this work.

This study aims to assess antioxidant activity, antibacterial and antifungal activity of durum wheat oil (*Triticum durum* Desf.). The wheat was bought from a local agriculture in wilaya El Oued. The antioxidant activity of wheat germ oil is evaluated by the anti-free radical test using DPPH. The results obtained show that durum wheat germ oils have a lower anti-radical power $67.18 \pm 0,4$ than alpha tocopherol (standard) 0.06 ± 0.009 . The antibacterial activity against Gram positive bacteria (*Bacillus cereus* and *Staphylococcus aureus*) and Gram negative bacteria (*Salmonella typhimurium* and *Escherichia coli*) is assessed by the disk diffusion method. The results reveal that the wheat germ oil has a maximum zone of inhibition equal to 9 mm at a concentration of 20 μ l / ml in *S. aureus* and a minimum zone of inhibition equal to 7 mm for *E. coli* in the concentration of 5 μ l / ml. The antifungal activity is tested against *Aspergillus carbonarius* and *Aspergillus parasiticus*. The results show that these fungal strains are resistant to the effect of wheat germ oil.

Keywords: *Triticum durum* Desf., Durum wheat germ, durum wheat germ oil, antioxidant activity, antimicrobial activity.

ملخص

تم دائمًا استخدام النباتات التي تنتج الزيوت والمستخلصات في الطبخ والطب التقليدي وفي الحفاظ على الطعام. لطلما استخدمت النباتات التي تنتج الزيوت والمستخلصات في مجال الطهي والطب التقليدي والحفاظ على الطعام. الهدف من هذا البحث هو البحث عن جزيئات جديدة كبديل للعوامل المضادة للأكسدة أو مضادات الميكروبات. تهدف الدراسة الحالية إلى تقييم النشاط المضاد للأكسدة والمضاد للبكتيريا والفطريات لزيت القمح الصلب (*Triticum durum* Desf.). تم شراء القمح من مزرعة محلية بولاية الوادي. من خلال تقييم النشاط المضاد للأكسدة لزيت جنين القمح عن طريق اختبار مضاد الجذور الحرة (DPPH). أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن زيت جنين القمح الصلب لديه قوة جذرية $67,18 \pm 0,4$ أقل من ألفا توكوفيرول (القياسي) $0,06 \pm 0,009$. ومن خلال تقييم النشاط المضاد للبكتيريا ضد البكتيريا الموجبة لجرام (*Bacillus cereus* و *Staphylococcus aureus*) والبكتيريا سالبة الجرام (*Escherichia coli* و *Salmonella typhimurium*) استعملنا طريقة الانتشار على القرص. تحصلنا على نتائج تفيد أن زيت جنين القمح لديه منطقة تثبيط قصوى تساوي 9 مم بتركيز 20 ميكرو لتر / مل في *S. aureus* ومنطقة تثبيط دنيا تساوي 7 مم لـ *E. coli* بتركيز 5 ميكرو لتر. / مل.. تم اختبار النشاط المضاد للفطريات ضد (*Aspergillus cabonarius*) و (*Aspergillus parasiticus*). أظهرت النتائج أن هذه السلالات الفطرية مقاومة لتأثير زيت جنين القمح. الكلمات المفتاحية: *Triticum durum* Desf. ، جنين القمح الصلب ، زيت جنين القمح، النشاط المضاد للأكسدة ، النشاط المضاد للميكروبات.

Liste des tableaux

N°	Titres	Page
01	Différences entre un blé tendre et un blé dur	03
02	Composition biochimique du germe de blé (en g pour 100 g de matière digestible)	06
03	Composition en acides gras du germe brut (g pour 100 g de matière sèche)	08
04	Eléments minéraux du germe (mg pour 100 g de germe)	09
05	Proportion des vitamines en mg pour 100 g de germe de blé brut	09
06	Répartition des enzymes dans le germe de blé	10
07	Liste de microorganismes testées	19
08	Activité antimicrobienne de l'huile de germe de blé (diamètres des zones d'inhibition de croissance des cultures microbiennes en mm)	32

Liste des figures

N°	Titre	Page
01	Composition histologique du grain de blé	04
02	Structure de l'acide ascorbique	13
03	Structure chimique de tocophérols	13
04	Structure chimique du β carotènes	14
05	Protocole d'extraction d'huile de germe de blé dur	22
06	Courbe d'étalonnage de α tocophérol pour le test DPPH.	28
07	Pourcentage d'inhibition de l'extrait d'huile de germe de blé dur contre le radical libre DPPH.	29
08	Histogramme des résultats de concentrations inhibitrices 50 % de DPPH.	30
09	Comparaison le pouvoir antimicrobienne de l'huile de germe de blé dur sur les souches testées à la dose 5 μ l/ml.	33

Liste des photos

N°	Titres	Page
01	Grains de blé dur <i>Triticum durum</i> Desf.	18
02	Antibiotiques GEN120 et PEN10 et VAN30.	20
03	Germe de blé	21

Table des matières

Remerciement	
Dédicaces	
Résumé	
Liste des tableau	
Liste des figures	
Liste des photos	
Introduction	
Partie I :synthèse bibliographique	
Chapitre 01 généralité sur le blé	
I. Généralité	03
I.1. Histologique	03
	04
I.2. Classification botanique	04
I.3. Origine génétique	04
I.4. Composition chimique de grain de blé	04
	05
II. germe de blé	05
II.1. Description	06
II.2. Composition chimique du germe de blé	10
III. Huile de germe de blé	10
III.1. Définition	10
III.2. Utilisation de l’huile de germe de blé	10
Chapitre 02 : les activités biologiques	
I. Activité antioxydant	12
I.1. Antioxydants synthétique	12
I.2 .Antioxydants naturelles	14
II. Activité antimicrobienne	15
II.1 . <i>Escherichia coli</i>	15
II.2. <i>Staphylococcus aureus</i>	16
II.3. <i>Salmonella typhi</i>	16
II.4 . <i>Bacillus cereus</i>	17
II.5. <i>Aspergillus cabonarius</i>	17

II.6. <i>Aspergillus parasiticus</i>	17
Partie II. expérimentale	
Chapitre 01. matériel et méthodes	
I. Matériel	18
I.1. Matériel biologique	18
I.1.1. Matériel végétal	18
I.1.2. Microorganismes ciblées	19
I.2. Matériel de laboratoire	19
I.3. Réactifs chimiques et solvants	20
I.4. Milieux de culture	20
I.5 Antibiotiques (ATB) en disque	20
II. Méthodes	21
II.1 . Extraction de germe de blé	21
II .2.Extraction d'huile de germe	21
II.3. Détermination de rendement	23
II.4. Evaluation des Activités biologiques	23
II.4.1. Activité antioxydant	23
	24
II.4.2. Activité antimicrobienne	
Chapitre 02 : résultats et discussion	
I. Détermination des rendements	27
1.1.Rendement de préparation de germe de blé dur	27
	27
I.1. Rendement d'huile de germe de blé dur	
II. Evaluation de l'activité biologiques	28
II.1. Evaluation l'activité antioxydant	28
II.2. Evaluation de l'activité antimicrobienne d'huile de germe de blé	31
Conclusion	35
Références bibliographiques	36

Liste des abréviations

- **Abs** : absorbance.
- **BHA**: butylhydroxyanisole
- **BHT** : le butylhydroxytoluène
- **C°** : Degré Celsius.
- **DMSO**: Diméthyle sulfoxyde.
- **DPPH**: 2,2-diphényl-1-picryl hydrazyl.
- **IC50** : concentration inhibitrice à 50 %.
- **Méch** : Masse sèche de l'échantillon végétal en g.
- **Mext** : Masse de l'extrait après évaporation du solvant en g.
- **mg/ml**: milligramme/ millilitre.
- **mm**: millimètre.
- **nm** : nanomètre.
- **PG** : le gallate propylée
- **TBHQ** :le tétrabutylhydroquinone
- **UV**: Ultraviolet..
- **µl**: microlitre.
- **µm**: micromètre.

Introduction

Introduction

Il y a une prise de conscience croissante de l'importance des huiles végétales comme sources de nourriture, de composés améliorant la santé, c'est-à-dire de Nutriments et comme matière première pour de nombreux autres produits industriels. Ainsi, la demande mondiale d'huiles végétales devrait augmenter encore plus rapidement d'année en année (**Mielke, 2011**).

Les céréales jouent un rôle important dans la nutrition humaine, soit pour la cuisson, soit comme matière première pour obtenir de la farine pour cuisson. Botaniquement, ils appartiennent à la famille des graminées (Graminées), qui comprennent le blé, le maïs, le riz, l'avoine, l'orge (**Vasconcelos et al., 2013**). Le blé dur en particulier constitue la principale base du régime alimentaire pour les consommateurs algériens et est l'un des principaux céréales et ingrédients alimentaires dans le monde (**Ammar, 2014**). Le taux d'extraction de la farine à partir de blé varie de 73% à 77%, selon la variété de blé, les conditions de culture et le processus de mouture (**Elliott et al., 2002**). Ainsi, les flux de sous-produits, y compris le germe de blé, le son de blé et des parties de l'endosperme, représentent environ 23 à 27% de la production de mouture. En supposant que tout le blé destiné à la consommation humaine est moulu, le flux de sous-produits représenterait environ 150 millions de tonnes par an (**Elliott et al., 2002**).

Le germe de blé est largement reconnu comme matière première nutritive à incorporer dans les formulations de produits alimentaires ou comme aliment à part entière (**Elliott et al., 2002**). Les applications typiques sont dans le pain enrichi de germes, les grignotines et les suppléments aux céréales pour petit déjeuner et pour la production d'huile de germe de blé. Le germe de blé, contenant environ 8% à 20% d'huile (en moyenne 10%), est principalement utilisé dans les industries alimentaires, médicales et cosmétiques comme source d'huile (**Zhu et al., 2006**). Relativement, une énorme quantité de germe de blé est produite chaque année en tant que produit de l'industrie meunière du blé en Égypte, En 2012, il a été signalé qu'environ 120 000 tonnes de germe de blé ont été produites à partir de la mouture du blé. Cette quantité peut produire environ 12 000 tonnes d'huile de germe de blé par an. Malheureusement, la totalité de la quantité de germe produite est actuellement utilisée dans la production de fourrage animal (**Megahad et al., 2002**).

Introduction

Ces dernières années, il y a un intérêt croissant pour identifier les propriétés antioxydants dans de nombreuses sources naturelles pour éviter les dangers potentiels la santé de certains antioxydants synthétiques et l'huile de germe de blé consistant en vitamines et une teneur élevée en protéines (30%) et contiennent des glucides, des pigments et des minéraux (**Zhu *et al.*, 2006**). Cependant, ont été trouvées un peu d'études systématiques de l'activité antioxydant d'huile de germe de blé.

L'objectif visé par notre étude, consiste à l'étude biologique d'huile de germe de blé dur de la région de El Oued. Ainsi que l'évaluation de l'activité antioxydant et l'activité antimicrobienne de cette huile. Cette étude a été divisée en deux parties, dans la première partie nous présentons une synthèse bibliographique concerne le blé dur, la germe de blé, leur huile et généralité sur les activités biologiques, et la deuxième partie est expérimentale qui regroupe deux chapitres : chapitre pour matériel et méthodes et chapitre pour résultats et discussion, enfin une conclusion.

Partie I. Synthèse

Bibliographique

Chapitre 01 : Généralité sur le blé

I. Généralité

Le blé est une monocotylédone qui appartient au genre de *Triticum* de la famille des Gramineae. Constitué d'une graine et de téguments (Šramkova *et al.*, 2009). On distingue deux espèces de blé : le blé tendre (*Triticum aestivum*) et le blé dur (*Triticum durum*) (Calvel, 1984). Différences entre blé dur et blé tendre sont résumées dans le tableau 01.

Tableau 01 : Différences entre un blé tendre et un blé dur (Aidani, 2015)

Caractères	Blé tendre	Blé dur
Prédominance	Amidon	Protéines
Forme	Texture opaque Structure de l'amande farineuse	Texture vitreuse
Utilisation	Obtention de la farine utilisée dans la fabrication du pain et des biscuites	Obtention de la semoule à partir de laquelle on fabrique de la galette, du couscous et des pâtes alimentaires

I.1. Histologique

Les grains de blé sont de forme ovoïde, plus ou moins allongée, de poids entre 20 et 50 mg, de longueur comprise entre 5 et 8 mm, de largeur entre 2 et 4 mm, et d'épaisseur entre 2,5 et 3,5 mm et son examen révèle (Figure 01) :

- Face dorsale plus ou moins bombée.
- Face ventrale, comportant un sillon profond.
- Partie supérieure, de courts poils forment la brosse.
- Partie inférieure, le germe est visible sur la face dorsale.

- Couleur des blés vari du roux au blanc, en rapport avec le pays d'origine, le sol, la culture, et le climat (Šramkova *et al.*, 2009 ; Jacquemin, 2012).

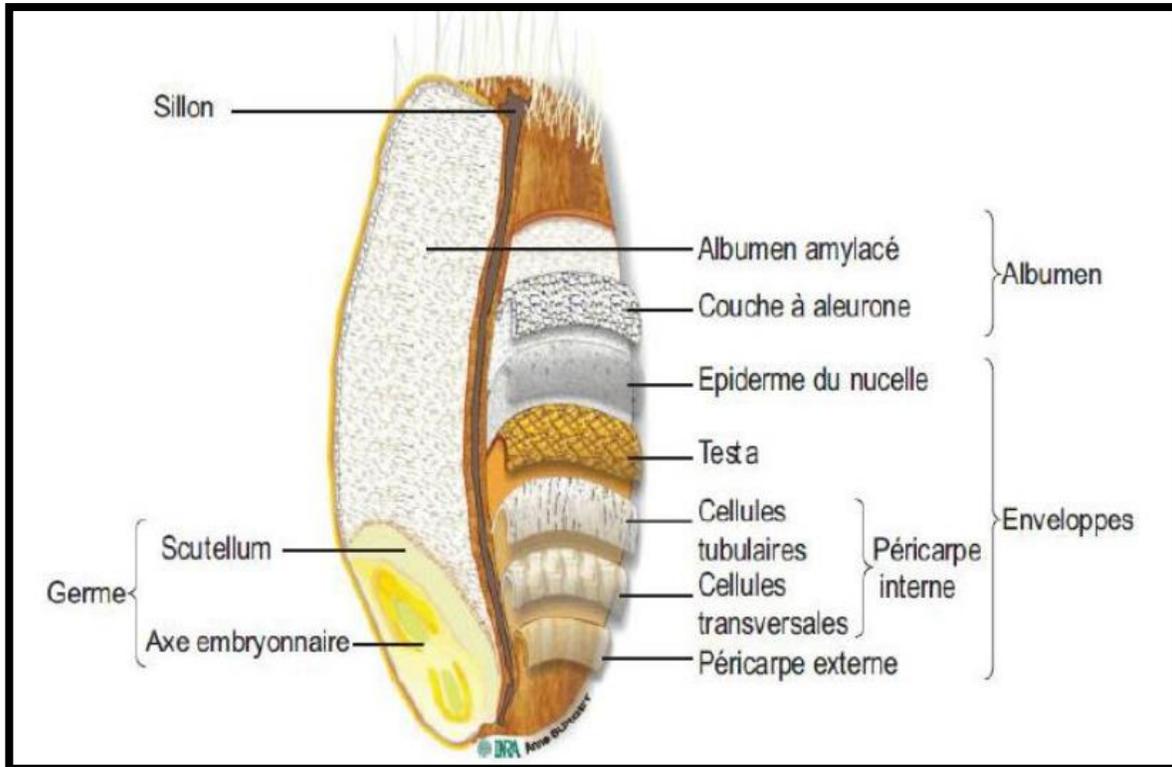


Figure 01 : Composition histologique du grain de blé (Bounneche, 2015)

I.2. Classification botanique

Le blé dur est une plante herbacée, appartenant au groupe des céréales à paille, qui obéit à la classification suivante :

Embranchement : Spermaphytes

S/Embranchement : Angiospermes

Classe : Monocotylédones

Ordre : Poales

Famille : *Poaceae*

Genre : *Triticum*

Espèce : *Triticum durum* Desf. (Bonjean et Picard, 1990).

I.3. Origine génétique

Le groupe diploïde ($2n = 14$ chromosomes) ou groupe de *Triticum monococcum* (engrain, en langage courant). Le groupe tétraploïde ($2n = 28$ chromosomes) ou groupe de *Triticum dicoccum* (amidonnier), dans lequel on trouve *T. durum* (blé dur), Le groupe hexaploïde ($2n = 42$ chromosomes) ou groupe de *Triticum sativum*, auquel appartient *T. sativum* (blé tendre), ou encore appelé *T. vulgare* (Clément, 1981).

I.4. Composition chimique de grain de blé

Un grain de blé est formé de trois régions :

- **L'albumen** (80-85 % du grain) constitué de l'albumen amylicé (au sein duquel subsistent des cellules remplies de granules d'amidon dispersés au milieu d'une matrice protéique et dont les parois celluloses sont peu visibles) et de la couche à aleurone (Feillet, 2000). L'endosperme est une source des farines blanches contenant la plus grande part des protéines du grain, des carbohydrates et aussi riche en fer et en certaines vitamines du groupe B tels: riboflavine, niacine et thiamine (Uauy *et al.*, 2006).
- **Les enveloppes** (13-17 %) de la graine et du fruit, formées de six tissus différents: épiderme du nucelle, tégument séminal ou testa (enveloppe de la graine), cellules tubulaires, cellules croisées, mésocarpe et épicarpe. (Feillet, 2000) il contient de faibles quantités de protéines, de grandes quantités des vitamines du groupe B, des traces de minéraux et il contient aussi des fibres celluloses dites diététiques (Blech *et al.*, 2007).
- **Le germe** (3 %), composé d'un embryon (lui-même formé de la coléoptile, de la gemmule, de la radicule, du coléorhize et de la coiffe) et du scutellum. (Feillet, 2000). Le germe est riche en lipides, en protéines, en vitamines et en éléments minéraux (Godon et Willm, 1991 ; Adams *et al.*, 2002 ; Srivastava *et al.*, 2007; Kumar *et al.*, 2011).

II. germe de blé

II.1. Description

Le germe est la composante principale de grain de blé. La plupart des nutriments à l'exception de l'amidon sont concentrés dans le germe (Umair arshad *et al.*, 2008 ; Hassan *et al.*, 2010). Il est situé à la base du grain, du côté opposé à la brosse. Il est formé de deux parties : l'embryon ou plantule qui donnera naissance à une nouvelle plante et scutellum, sorte de coquille elliptique qui entoure la plantule et qui la sépare de l'amande farineuse (Fatma *et al.*, 2010). Le germe de blé se présente sous forme de plaquettes écrasées minces de teinte jaune, vif légère à reflet verdâtre, de 3 à 6 mm de dimension, de forme irrégulière et légèrement allongée. Sa saveur est sucrée et grasse, rappelant la noix fraîche incomplètement mûre (Kiger et Kiger, 1967).

II.2. Composition chimique du germe de blé

Le germe de blé est la composante principale de grain de blé. La plupart des nutriments à l'exception de l'amidon sont concentrés dans le germe (Tableau 02) (Umair *et al.*, 2008 ; Hassan *et al.*, 2010).

Tableau 02 : Composition biochimique du germe de blé (en g pour 100 g de matière digestible) (Srivastava *et al.*, 2007 ; Kumar *et al.*, 2011)

Paramètres	Humidité (%)	Protéine totaux (%)	Lipides totaux (%)	cendre	Fibres (%)		Vitamine E mg/100g	Carbohydrate (%)
					Soluble	Insoluble		
Germe de blé	11,4 ±0,2	25,11-31,4± 0,5	7,3-9±0,2	4,2±0,1	Soluble	Insoluble	15,80-22,0	51,99±1,0
					2,8± 0,1	15,6±0,2		

a. Protéines

Le germe de blé contient 25,11-31,4% (ms) de protéines lesquelles sont représentées surtout par des globulines 18,9 % et des albumines 30,2 % et contiennent moins d'acide

glutamique et de proline que les protéines du gluten mais leur teneur en lysine est beaucoup plus élevée alors que les gliadines et les gluténines contiennent une faible teneur en acides basiques (Tableau 02) (Feillet, 2000 ; Dunforod, 2005 ; Srivastava *et al.*, 2007 ; Kumar *et al.*, 2011).

Ces protéines renferment des teneurs élevés d'acides aminés essentiels d'excellentes valeurs biologiques telles que la lysine, la méthionine et la thréonine qui sont absents dans de nombreuses protéines d'autres céréales. Les matières azotées non protéiques représentent entre 11,3 à 15,3 % et sont constituées de l'asparagine, l'allantoïne, la lécithine et le glutathion comme le polyamines et l'hémoprotéines (Cornell, 2003).

b. Lipides

La teneur en lipides du germe se trouve comprise dans l'intervalle 7,3 - 9% (Srivastava *et al.*, 2007 ; Kumar *et al.*, 2011). Ces corps gras sont constitués de lipides polaires et non polaires dans des proportions respectives de l'ordre de 4,88 % et de 23,97 % des lipides totaux du grain de blé. Les lipides polaires contiennent surtout des glycolipides et phospholipides dans des valeurs respectives 0,53 % et 4,35 % des lipides du germe du blé. Par contre, les lipides non polaires sont représentés surtout par des triglycérides (Berger, 1982). Les lipides du germe comportent des acides gras dont les proportions sont indiquées dans le tableau 03.

Tableau 03 : Composition en acides gras du germe brut (g pour 100 g de matière sèche)
(Megahed, 2011)

Acides gras	Teneurs (%)
Acide palmitique	18,5
Acide stéarique	0,40
Acide palmitoleique	0,70
Acide oleique	17,3
Acide linoleique	57,0
Acide linoléique	5,20

c. Carbohydrates

- ✓ **Mono et disaccharides** : Ils sont sous forme de glucose, de saccharose et de raffinose, dont leurs proportions sont respectivement 5 g et 7 g pour 100 g de la matière brute (**Kiger et Kiger, 1967**).
- ✓ **Fibres** : Les fibres insolubles représentent environ 15-16 % sur base sèche (ms) (**Srivastava et al., 2007**).
- ✓ **Amidon** : Il se trouve en petites quantités dans les cellules de l'embryon mais non dans le scutellum (**Kiger et Kiger, 1967**).

d. Stérols végétaux

Le germe de blé est une matrice très compacte. Il ne représente que 2 à 3 % du poids de la graine entière mais contient à lui seul de 15 à 20 % des isoflavones totales de la graine et présente aussi une plus forte concentration en saponines, phytostérols que les cotylédons (**Godon et al., 1991 ; Hubert, 2006**).

Les phytostérols végétaux ont une structure chimique similaire à celle du cholestérol, comportant un noyau stéroïdien 3- β -hydroxylé. Les principaux stérols végétaux du germe de blé sont le sitostérol (24- α -éthylcholesterol), le campesterol (24- α -méthylcholesterol) et le stigmasterol (Δ^{22} , 24- α -éthylcholesterol) (**Hubert, 2006 ; Hemery et al., 2007**). Les stérols qui ont un rôle de diminution du niveau de cholestérol dans le sérum sont aussi concentrés dans le germe de blé (**Nystrom et al., 2007**).

e. Minéraux

La composition en matières minérales du germe de blé est excitée dans le tableau 04.

Tableau 04 : Eléments minéraux du germe (mg pour 100 g de germe) (**Favier et al., 1995**)

Sodium (Na)	Magnésium (Mg)	Phosphore (P)	Potassium (K)	Calcium (Ca)	Fer (Fe)
9	250	971	871	55	7,6

Clairement dans ce tableau les minéraux majeurs les plus importants que contient le germe de blé sont le phosphore et le potassium.

f. Vitamines

Les vitamines liposolubles sont majoritaires dans le germe de blé en raison de sa teneur élevée en lipides. Le germe de blé est surtout riche en vitamine E (Tableau 05) (Souci *et al.*, 1994 ; Eisenmenger *et al.*, 2008).

Tableau 05 : Proportion des vitamines en mg pour 100 g de germe de blé brut (Souci *et al.*, 1995)

B1	B2	B6	E	Niacine	B5	Caroténoïdes
2,01	0,720	0,492	31,06	4,52	1,00	0,062

g. Enzymes

Les enzymes sont des protéines spécialisées dans la catalyse des réactions biologiques. Leur action est extrêmement spécifique d'une part, à regard du type de réaction à effectuer (hydrolyse, réduction, oxydation) et d'autre part de la structure et de la géométrie des substances concernées (Arnaud, 1985). Parmi les enzymes disponibles au niveau du germe on a surtout les lipoxygénases, lipases et (Srivastava *et al.*, 2007). La répartition des enzymes dans le germe est représentée dans le tableau 06.

Tableau 06 : Répartition des enzymes dans le germe de blé (Nurt, 1991).

Les enzymes	Germe
Lipase	+++
Protéase	+++
Lipooxygénase	+++
Oxydase	+++
Estérase	++
β amylase	+

+++ : présence importante ++ : présence notable + : présence.

III. Huile de germe de blé

Le germe contient de la riboflavine, de la thiamine, de la vitamine E et des oligo-éléments tels que le zinc, le cuivre, le fer et le magnésium. Le blé est le meilleur aliment nourrissant qui peut être facilement donné aux patients et même aux bébés. Le blé a des propriétés antibilieuses, antihydrotiques, antipyrétiques, antivieuses, sédatives, cutanées et gastriques (Kumar *et al.*, 2011).

III.1 Définition

L'huile de germe de blé est une huile non raffinée très riche, les sources les plus riches en vitamine E (Kumar *et al.*, 2011).

III.2. Utilisation de l'huile de germe de blé

- Afin de répondre aux besoins nutritionnels, de nouvelles ressources d'huiles végétales sont recherchées en tant que sources de vitamines et acides gras essentiels. (Nara *et al.*, 1983 ; Piras *et al.*, 2009).

- L'extraction de l'huile à partir du germe de blé peut ouvrir de nouvelles opportunités pour son utilisation plus large à l'avenir. (Nara *et al.*, 1983 ; Piras *et al.*, 2009).
- L'huile de germe de blé est connue pour son utilisation multiple notamment dans les aliments comme ingrédient de préparation, des exploitations biologiques comme **Etude bibliographique** agents de contrôle des insectes, dans les produits pharmaceutiques et dans le domaine de la cosmétique (Nara *et al.*, 1983 ; Piras *et al.*, 2009).
- La qualité sensorielle des biscuits contenant ce composant jusqu'à 50 % a été aussi acceptable que les échantillons de contrôle, au-delà duquel les caractéristiques sensorielles des biscuits ont été affectées négativement. Les résultats enregistrés à partir des différentes études ont confirmés les effets bénéfiques de ces huiles végétales essentiellement en raison de leur teneur élevée en acides gras insaturés et de leurs composants bioactifs précieux qui ont été générés pour réduire les risques de maladie cardiovasculaire (Leenhardt *et al.*, 2008).
- L'huile de germe de blé est aussi très appréciée pour sa haute teneur en acides gras insaturés constitués principalement de l'acide linoléique (18:2) et linoléique (18:3), ce sont des acides qui ont une grande importance dans le métabolisme humain et qui ne sont pas synthétisés par l'organisme (Yuldasheva *et al.*, 2010).
- Ils constituent les précurseurs d'un groupe d'hormones appelées prostaglandines, qui jouent un rôle important dans la contraction musculaire et dans la guérison de processus inflammatoires. En outre, l'acide linoléique permet de diminuer le cholestérol et est aussi un précurseur des phospholipides des membranes cellulaires (Piras *et al.*, 2009).
- L'huile a la capacité de promouvoir l'endurance physique et retarde le vieillissement (Leenhardt *et al.*, 2008).

Chapitre 02 : Généralité sur les activités biologiques

I. Activité antioxydant

L'antioxydant est une substance qui inhibe ou retarde significativement l'oxydation d'un substrat, alors qu'elle se présente en concentration très faible dans le milieu où elle intervient (Sies, 1993). De nombreuses espèces oxydantes sont produites et bien qu'elles soient souvent indispensables à l'organisme, elles ne sont pas moins responsables de dégâts importants. Pour faire face à ces produits oxydants délétères, le corps humain possède tout un arsenal de défenses que l'on qualifie d'antioxydants. Mais bien que le terme « antioxydant » soit fréquemment utilisé, il est difficilement définissable car il couvre un large nombre de molécules et des domaines très divers comme l'alimentation, l'industrie chimique, l'industrie pharmaceutique (Halliwell et Gutteridge, 1999).

Les antioxydants sont classés selon leur origine en antioxydants naturels ou synthétiques (Pelli et Lyly, 2003).

I.1. Antioxydants synthétique

Dans l'industrie alimentaire, les antioxydants synthétiques tels que le butylhydroxyanisole (BHA), le butylhydroxytoluène (BHT), le gallate propylée (PG) et le tétrabutylhydroquinone (TBHQ) sont utilisés largement parce qu'ils sont efficaces et moins chers que les antioxydants naturels (Lisu *et al.*, 2003).

I.2. Antioxydants naturelles

Les antioxydants sont naturellement présents dans presque toutes les plantes, tous les microorganismes, les champignons et même dans les tissus animaux. Le groupe le plus important d'antioxydants naturels comprend la vitamine E (tocophérol), les vitamines A (sous forme de bêta-carotène), C et E (Pelli et Lyly, 2003).

a. Vitamine C

L'acide ascorbique ou «vitamine C» est un monosaccharide antioxydant que l'on trouve chez les animaux et chez les plantes. Comme il ne peut pas être synthétisé chez l'homme, il doit être obtenu à partir de son alimentation (Figure 02) (Smirnoff, 2001). C'est

un agent réducteur qui réduit et neutralise les ROS telles que le peroxyde d'hydrogène (Padayatty *et al.*, 2003).

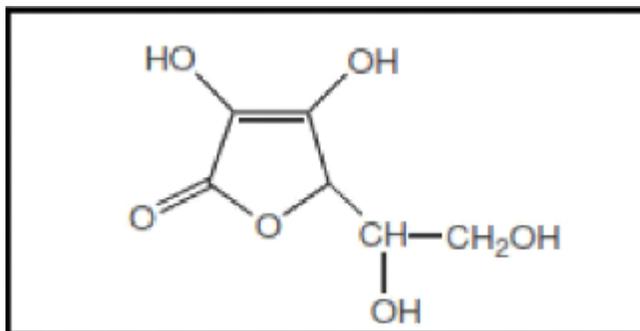


Figure 02 : Structure de l'acide ascorbique (Diallo, 2005)

b. Vitamine E

Il s'agit d'une vitamine liposoluble existant sous huit formes différentes. Chez l'homme, l' α -tocophérol est la forme la plus active et le principal antioxydant puissant lié à la contre la peroxydation des lipides (Figure 03) (Pryor, 2000). Elle a également un effet protecteur contre la cancérogenèse en renforçant l'inhibition des substances mutagènes, la réparation des membranes et de l'ADN, la réponse aux lymphocytes T (Shklar *et al.*, 1988).

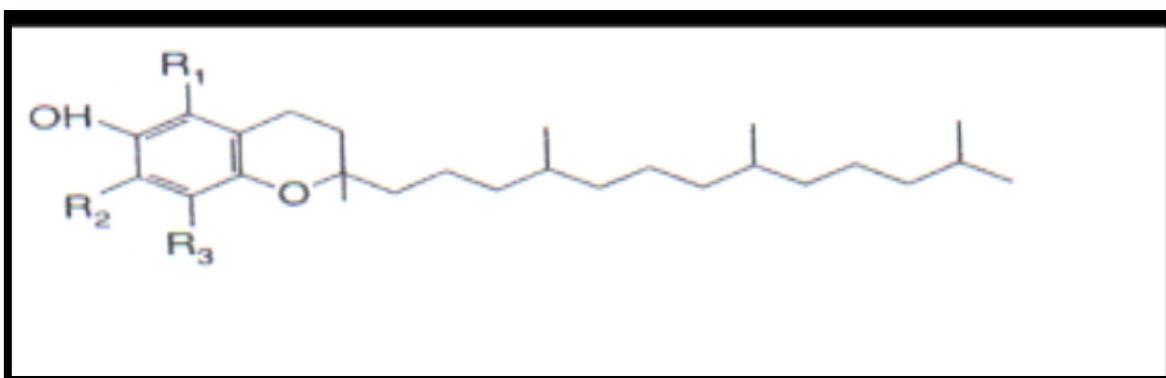


Figure 03 : Structure chimique de tocophérols (Lee *et al.*, 2004)

c. Carotènes

Les principaux caroténoïdes de l'huile d'olive sont la lutéine, le β carotènes xanthophylles suivantes: néo-xanthine, vio-laxanthine, lutéo-xanthine, anthéra-xanthine, mutato-xanthine et beta-crypto-xanthine (Figure 04) (Ryan *et al.*, 1998).

Ils sont bien connus comme désactivant de l'oxygène et sont donc des inhibiteurs très efficaces de la phot-oxydation induite par les pigments chlorophylliens (Perrin, 1992).

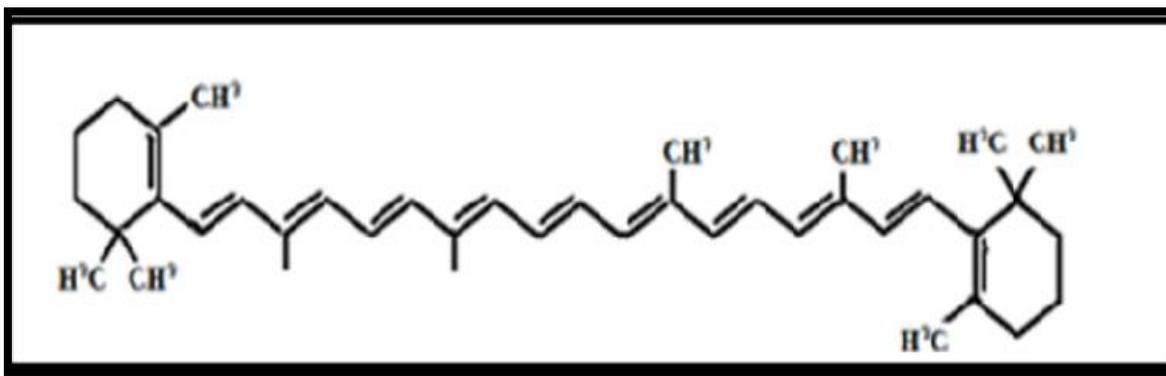


Figure 04 : Structure chimique du β carotènes (Perrin, 1992)

II. Activité antimicrobienne

Le micro-organisme, fait partie d'un groupe large et extrêmement divers d'organismes. Ces organismes sont regroupés sur la base d'une seule propriété : ils sont si petits qu'ils ne peuvent être visualisés sans l'aide d'un microscope. Les microbes sont indispensables à la vie. Parmi leurs nombreux rôles, ils sont nécessaires au cycle géochimique et la fertilité de sols. Ils sont utilisés pour produire des aliments ainsi que des composants pharmaceutiques et industriels. D'un autre côté, ils peuvent être la cause de nombreuses maladies végétales et animales et des contaminations alimentaires. Enfin les microbes sont largement utilisés dans les laboratoires de recherche pour étudier les processus cellulaires (Nicklin *et al.*, 2000).

La thérapeutique des infections bactériennes se base principalement sur l'usage des antibiotiques. La prescription à grande échelle et parfois inappropriée de ces agents peut entraîner la sélection de souches multirésistantes d'où l'importance d'orienter les recherches

vers la découverte de nouvelles voies qui constituent une source d'inspiration de nouveaux médicaments à base des plantes (**Billing et Sherman, 1998**).

II.1. *Escherichia coli*

E. coli c'est une espèce bactérienne aérobie commensale la plus fréquente du microbiom digestif. Elle est également un pathogène majeur chez l'homme, responsable de la pathologies intestinales: gastro-entérite et toxi-infection alimentaire, mais aussi de pathologies extra intestinales :infections urinaires, syndromes hémolytiques et urémiques, bactériémies et méningites néonatales (**Basmaci et Cohen, 2018**).

Règne : Bactérie

Ordre : Enterobacterales

Famille : Enterobacteriaceae

Genre : *Escherichia*

Espèce : *Escherichia coli* (**Sabri, 2008**).

II.2. *Staphylococcus aureus*

Staphylococcus aureus est une bactérie Gram positive anaérobie facultative. C'est une bactérie ubiquitaire qui colonise 20 à 30% de la population humaine (**Belkum et al., 2009**). Cette bactérie est connue en tant qu'agent toxique alimentaire, ainsi qu'une cause fréquente d'infections, telles que les infections hospitalières graves résistantes aux antibiotiques (**Farr et al., 2001**).

Règne : Bacteria

Classe : Bacilli

Ordre : Bacillales

Famille : Staphylococcaceae

Genre : *Staphylococcus*

Espèce : *Staphylococcus aureus* (**Yves et Michel, 2009**)

II.3. *Salmonella typhi*

Les salmonelles sont des bacilles à Gram négatif et non sporulantes, non encapsulées et mesurant 0.7 à 1.5 µm par 2.0 à 5.0 µm et mobiles, grâce à des flagelles péritriches, poussent facilement sur des milieux usuels et en anaérobiose. Les colonies ont généralement un diamètre de 2 à 4 mm et *Salmonella* a une croissance optimale à 37°C : c'est un pathogène intracellulaire facultatif qui infecte l'hôte par voie orale (**Minor, 1984**).

Règne : Bactérie

Classe : Gammaproteobacteria

Ordre : Entérobactérie

Famille : Enterobacteriaceae

Genre : *Salmonella*

Espèce : *Salmonella typhi* (**Weill, 2008**).

II.4. *Bacillus cereus*

Les espèces du groupe *Bacillus cereus* sont des bacilles de grande taille (>1,0 µm), généralement motiles grâce à une ciliature péritriche. Elles sont de forme bacillaire à coloration de Gram positive, non encapsulés. Les extrémités des cellules adjacentes des chaînes courtes sont à angle droit (**Kotiranta et al., 2000**). En revanche, les extrémités libres des bacilles sont arrondies (**Drobniewski, 1993**).

Règne : Bacteria

Classe : Bacilli

Ordre : Bacillales

Famille : Bacillaceae

Genre : *Bacillus*

Espèce : *Bacillus cereus* (**Francis et al., 1998**).

II.5. *Aspergillus carbonarius*

Aspergillus carbonarius est un champignon filamenteux saprophyte qui fait partie des *Deuteromycetes* (champignons imparfaits, reproduction asexuelle), ordre des. Il possède un thalle à mycélium cloisonné portant de nombreux conidiophores dressés, non ramifiés, terminés en vésicule. L'espèce est bisériée (Phialides portées sur des métules ou stérigmates) sont de couleur noire et présentent une forme verruqueuse de diamètre 7-9 μm . (**Gams et al., 1985**).

Règne : fungi

Ordre : *Hyphomycetes*,

Famille : *Moniliaceae*

Genre : *Aspergillus*

Espèce : *Aspergillus carbonarius* (**Gams et al., 1985**).

II.6. *Aspergillus parasiticus*

C'est une espèce appartenant à la classe des *Ascomycètes*. Le thalle, hyalin ou coloré, présente un mycélium cloisonné portant de nombreux conidiophores dressés, terminés en vésicule (**Raper et Fennell, 1965**).

Règne : fungi

Ordre : Ascomycètes

Famille : *Moniliaceae*

Genre : *Aspergillus*

Espèce : *Aspergillus parasiticus* (**Raper et Fennell, 1965**).

Partie II.

Expérimentale

Chapitre 01 : Matériel et méthodes

/L'objectif visé par notre étude, consiste à déterminée le rendement d'huile de germe de blé dur de la région de El Oued. Ainsi que l'évaluation de l'activité antioxydant (test DPPH) et l'activité antimicrobienne de l'huile de germe de blé à différentes concentrations sur six souches, (deux souches bactéries de gram (+) et deux souches bactéries de gram (⊖), deux souches fongiques) pour cette huile.

I. Matériel

I.1. Matériel biologique

I.1.1. Matériel végétal

Le blé dur (*Triticum durum* Desf.) A été acheté d'un agriculteur de région de Guemar à partir de marché d'EL Oued a mois de Janvier 2020 et identifié par docteur **CHOUIKH Atef** de faculté de SNV d' EL Oued (Photo 01).



Photo 01 : Grains de blé dur *Triticum durum* Desf

I.1.2. Microorganismes ciblées

Les souches microbiennes utilisées dans cette recherche pour l'activité antimicrobienne (tableau 07) sont des souches référencées, Ces souches obtenues de l'Institut de Pasteur en Algérie pour les bactéries, et les souches fongique *Aspergillus cabonarius* et *Aspergillus parasiticus* provenant du laboratoire des Produits Bioactifs et la Valorisation de la Biomasse de l'ENS Alger. Sont conservées dans le réfrigérateur dans des tubes à visser contenant milieu nutritive jusqu'à l'utilisation.

Tableau 07 : Liste de microorganismes testées

Microorganismes	Codes	Type de gram
<i>Escherichia coli</i>	ATCC8737	Gram négative
<i>Staphylococcus aureus</i>	ATCC6538	Gram positive
<i>Salmonella typhi</i>	ATCC14028	Gram négative
<i>Bacillus cereus</i> ATCC	ATCC10876	Gram positive
<i>Aspergillus cabonarius</i>	M333	/
<i>Aspergillus parasiticus</i>	CBS 100926	/

I.2. Matériel de laboratoire

- Etuve (Memmert et LABTECHLTB -060M)
- Rota vapeur BuchiR-200
- Spectrophotométrie UV-Visible
- Autoclave
- Balance analytique
- Pipettes de Pasteur
- Micropipettes
- Boîtes de pétrie
- Bec Benzène
- Ecouvillon stérile
- Vortex
- Soxhlet

I.3. Réactifs chimiques et solvants

- Diméthyle sulfoxyde (DMSO)
- Eau distillée
- Eau physiologie.
- 2,2-diphényle-1-picryl hydrazyl (DPPH).
- Vitamin E (tocopherol)
- Hexane
- Toluène

I.4. Milieux de culture

On utilise Mueller Hinton et Sabouraud prêt par Sahara Lab. pour l'étude de la sensibilité des souches bactériennes et champignons.

I.5. Antibiotiques (ATB) en disque

Pour Renforcer l'activité antibactérienne on utilise l'antibiotique PENICILLINE (0,25 μ g/disque) et VANCOMYCINE (30 μ g/disque) et GENTAMYCINE (120 μ g/disque), pour faire le contrôle positif et le DMSO pour contrôle négatif (**Photo 02**).



Photo 02 : Antibiotiques GEN120 et PEN10 et VAN30

II. Méthodes

II.1. Extraction de germe de blé

La méthode la plus simple pour séparer le germe à partir son grain est par la macération (extraction solide-liquide), on va faire l'humidification de grains avec l'eau distille pendant 2 heures (Photo 03) (Dunford et Zhang, 2003).



Photo 03 : Germe de blé

II.2. Extraction d'huile de germe

L'extraction d'huile de germe est réalisée par méthode de Soxhlet qui décrite par **Dunford et Zhang, (2003)**. La quantité de matière végétale dans la cartouche de cellulose était de 2.11 g est ensuite placé dans l'extracteur Soxhlet auquel sont fixés en partie haute un fluide frigorigène et dans le partie inférieure un ballon à col rodé contenant 150 ml d'hexane. Le cycle a été répété plusieurs fois jusqu'à épuisement complet. A la fin de l'extraction, l'extract a été placé dans une fiole et séché à 40 ° C en utilisant un évaporateur rotatif sous vide pour que le solvant est complètement évaporé (Figure 05).

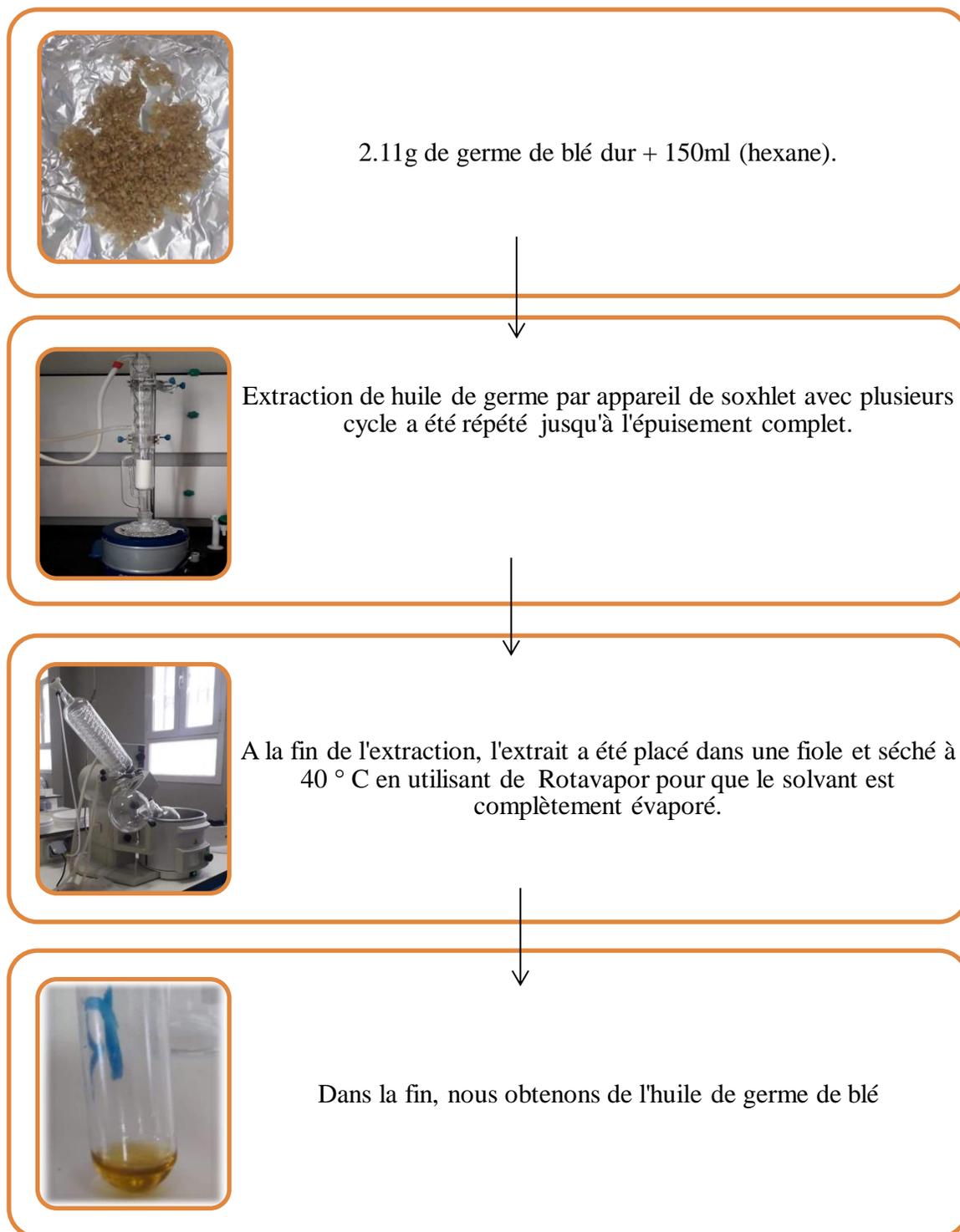


Figure 05 : Protocole d'extraction d'huile de germe de blé dur

II.3. Détermination de rendement

Le rendement d'extrait a été calculé par la formule suivante :

$$R (\%) = 100 (M_{\text{ext}}/M_{\text{éch}})$$

- **R** : le rendement en %.
- **M_{ext}** : la masse de l'extrait après évaporation du solvant en g.
- **M_{éch}** : la masse sèche de germe de blé en g (**Falleh et al., 2008**).

II.4. Evaluation des activités biologiques

Dans notre étude des activités biologiques nous utiliserons certains tests biologiques comme test DPPH et test antimicrobienne, ces tests pour l'étude l'évaluation de l'activité antioxydant et l'activité antimicrobienne de notre huile.

II.4.1. Activité antioxydant

a. Principe

La méthode au DPPH (1,1-di-phenyl-2-picrylhydrazyl radical) est utilisée pour déterminer la capacité des extraits à céder des protons et/ou des électrons. La réduction des radicaux DPPH• implique une baisse de l'absorbance. Sous la forme radicalaire, le DPPH• absorbe à 515 nm (**Williams et al., 1995**)



b. Mode opératoire

Le protocole utilisé dans cette méthode est celui de (**Akowuah et al., 2005 ; Ramadan et al., 2006**).

- On mélange 50 µl d'échantillon dans 1 ml de toluène (solution mère),
- On dilue cette solution mère pour obtenir à déférente concentration fille, 50 µl de chaque solution diluée ont été mélangés avec 1950 ml de solution toluénique de radicaux DPPH (4%) et le mélange a été vortex pendant 10 s à température ambiante.
- Un blanc de toluène pur sans DPPH.

- Le contrôle est préparé en mélangeant 50 µl du toluène avec 1950 µl de DPPH toluénique,
- La lecture des absorbances est effectuée à 515 nm au spectrophotomètre après 30 minute d'incubation à l'obscurité et à température ambiante.
- Le pourcentage de l'activité anti-radicalaire est calculé selon l'équation suivante :

$$\text{Activité anti radicalaire (\%)} = [(Ac - At) / Ac] \times 100$$

- **Ac:** Absorbance du contrôle
- **At:** Absorbance d'huile ou standard

c. Calcul des IC50

La concentration correspondant à 50% d'inhibition de radical de DPPH (IC50) ont été déterminées graphiquement par la régression linéaire des graphes tracés, de pourcentages d'inhibition en fonction des différentes concentrations (**Scherer *et al.*, 2009 ; Fabri *et al.*, 2009**).

II.4.2. Activité antimicrobienne

Les méthodes d'évaluation les plus utilisées sont la méthode de diffusion sur l'Agar et la méthode de dilution. Dans la première méthode les extraits sont déposées sur des disques de papier ou dans des puits creusés dans l'Agar. Dans la seconde méthode, les extraits sont incorporés dans le bouillon de culture ou d'autres liquides dans lesquels les bactéries sont présentes. Ces différentes techniques sont répertoriées et décrites dans différentes publications. (**Lahlou, 2004 ; Bosio et al, 2000**). Dans cette étude nous avons utilisé la première méthode de diffusion sur l'Agar pour notre étude.

a. Préparation des dilutions de l'huile

Les différentes dilutions des huiles ont été préparées dans le DMSO. Les concentrations des huiles des différentes dilutions sont les suivantes (5, 10, 15, 20) µl/ml.

b. Préparation des disques

Les disques de papier Whatman n°3 de 6 mm de diamètre sont mis dans un tube à essai, et stérilisés à l'autoclave (120 C° pendant 15 min) et conserver jusqu'à l'utilisation.

c. Repiquage

Les différentes souches bactériennes ont été repiquées dans milieux MH par la méthode des stries, puis incubées à l'étuve à 37°C pendant 18 à 24 heures afin d'obtenir une culture jeune et des colonies isolées. Les colonies isolées ont servi à préparer l'inoculum (**Moroh *et al.*, 2008**).

d. Préparation de l'inoculum

Après 24 heures d'incubation à 37°C, trois à quatre colonies bien isolées sont prélevées et émulsionnées dans 10 ml d'eau physiologique stérile à 0,9 %, bien homogénéiser la suspension bactérienne. Des dilutions de suspension bactérienne sont effectuées afin de standardiser l'inoculum. La concentration finale des bactéries.

e. Ensemencement

- La culture se fait dans un milieu stérile en présence de bec benzène.
- Tremper un écouvillon stérile dans la suspension microbienne (il évite la contamination du manipulateur et de la paillasse).
- Frotter l'écouvillon sur la totalité de la surface gélosée, sèche, de haut en bas.
- Répéter l'opération deux fois, en tournant la boîte de Pétrie de 60° à chaque fois, sans oublier de faire pivoter l'écouvillon sur lui-même. Finir l'ensemencement en passant l'écouvillon sur la périphérie de la gélose (**Djelloul-Daouadji, 2010 ; Rahal, 2011**).

f. Incubation et Lecture

Après incubation 18-24 heures à 37°C pour les souches bactériennes et 72 h pour les champignons dans l'étuve, Les résultats sont observés, en mesurant les diamètres d'inhibition (**Boudjouref, 2011**).

g. Antibiogramme

La méthode de diffusion très utilisée en microbiologie (antibiogramme et antifongigramme), repose sur la diffusion du composé antimicrobien en milieu solide. L'effet du produit antimicrobien sur la cible est apprécié par la mesure d'une zone d'inhibition, et en fonction du diamètre d'inhibition la souche du microorganisme sera qualifiée de sensible, d'intermédiaire ou de résistante. (**Broadsky *et al.*, 1976**).

Chapitre 02 : Résultats et discussion

I. Détermination des rendements

I.1. Rendement de préparation de germe de blé dur

Le germe de blé dur obtenues par macération de 100g de blé dur à l'eau distillée pendant 2h ont donné un rendement 2,11%.

Ce résultat confirme par des études de **Godon et Willm, (1991)** ; **Feillet, (2000)** ; **Dunford et Zhang, (2003)** ; **Nedjah, (2015)**, qui sont publié le rendement de germe à partir les graines est d'environ 2 à 3 %.

I.2. Rendement d'huile de germe de blé dur

L'huile de germe de blé dur obtenue par Soxhlet est de 17,06% par rapport à la matière sèche du germe, et présente de couleur jaune.

Ce rendement est élevé comparativement au les résultats de **Dunford et Zhang, (2003)** et de **Mahmoud et al., (2015)**, qui sont trouvés le rendement de l'ordre de 11% et de 7% - 10% respectivement. Le rendement obtenu dans notre étude était inférieur à celui de l'huile de carthame (32%), du colza (39%), de l'huile de soja (20%) et de l'huile de lin (34%) (**Bockisch, 1998**).

La différence de valeurs de rendement est peut-être dû aux types de blé, la région et le temps de la récolte. Les rendements varient d'une méthode d'extraction à une autre et d'une partie de la plante à une autre. Cette différence est expliquée par la diffusion du solvant dans le germe de blé dans Soxhlet ou par le nombre de cycles d'extraction et par la nature et la polarité des solvants utilisés pour l'extraction (**Naczk et Shahidi, 2004** ; **Barroso et al., 2014**).

II. Evaluation de l'activité biologiques

II.1. Evaluation l'activité antioxydant

Afin d'évaluée l'activité anti-radicalaire de notre huile, nous avons utilisé la méthode basée sur le DPPH• (2,2-diphényl-1-picryl hydrazyl) comme un radical relativement stable, le pouvoir antioxydant a été évaluée spectrophotométriquement en suivant la réduction de ce radical qui s'accompagne par son passage de la couleur violette à la couleur jaune mesurable à 515 nm. La capacité antioxydants de l'extrait de la plante étudiée a été déterminée et comparées aux activités des composés anti-radicalaires des étalons, tocophérol (figure 06). La mesure de l'activité antioxydant de notre extrait est mentionnée dans la figure 07.

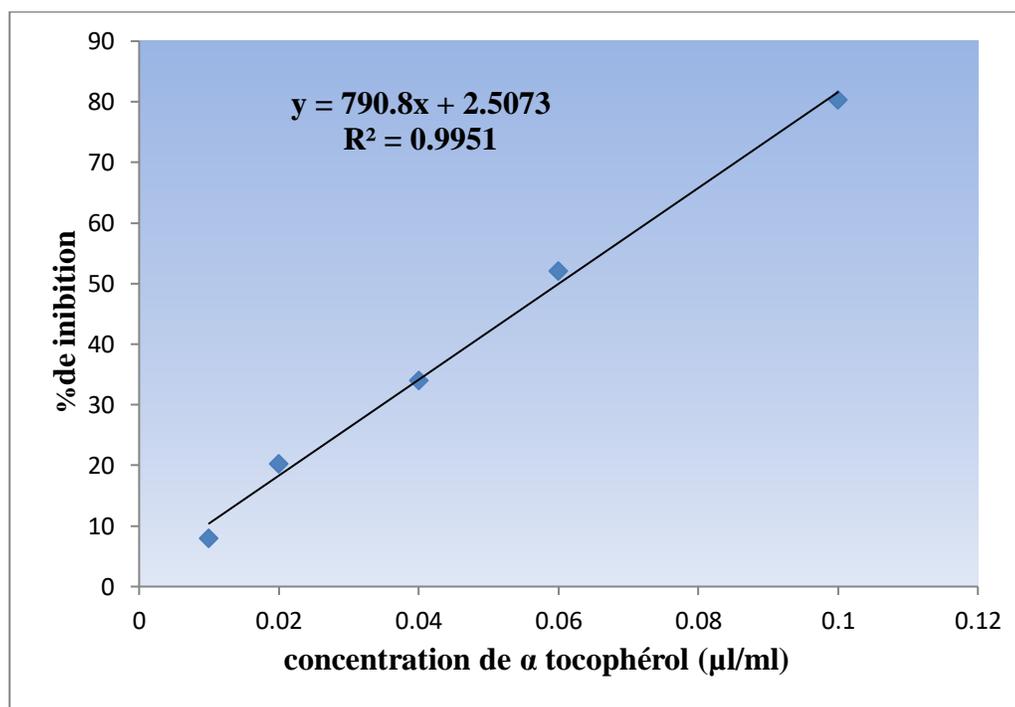


Figure 06 : Courbe d'étalonnage de α -tocophérol pour le test DPPH

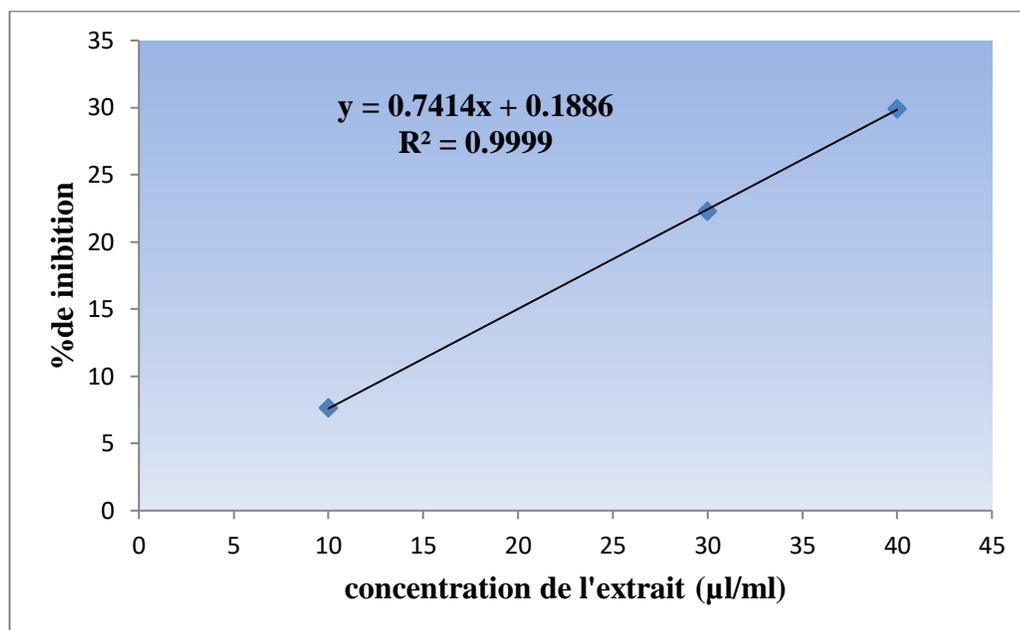


Figure 07 : Pourcentage d'inhibition de l'extrait d'huile de germe de blé dur contre le radical libre DPPH

Les résultats obtenus pour le test de DPPH, exprimés en termes de concentration inhibitrice de 50 % des radicaux (IC₅₀), sont présentés dans la figure 08. A des fins comparatives, un antioxydant standard est utilisé, alpha tocophérol, il a montré une activité anti radicalaire puissante avec d'IC₅₀ de l'ordre de $0,06 \pm 0,009 \mu\text{l/ml}$, et l'activité antioxydant de notre huile est faible avec IC₅₀ de l'ordre de $67,18 \pm 0,4 \mu\text{l/ml}$.

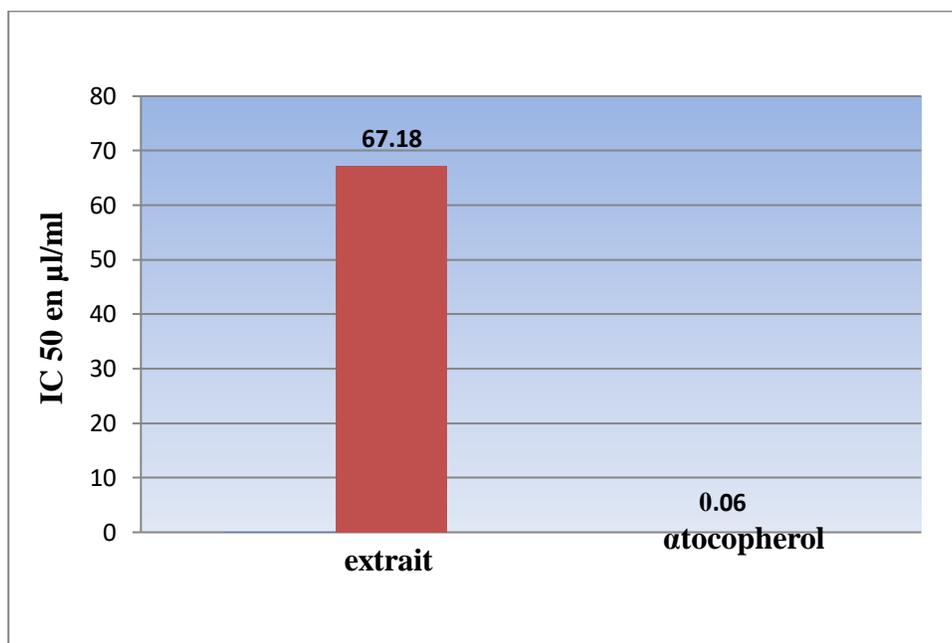


Figure 08 : Histogramme des résultats de concentrations inhibitrices 50 % de DPPH

L'huile de germe de blé a donné de faible pouvoir antiradicalaire par rapport au étude faite par **Mahmoud *et al.*, (2015)** sur germe de blé dégraissé (IC₅₀ = 0,6 µg/ml).

Notre la résultat est plus élevé en comparaison à résultat de **Amarti *et al.*, (2011)** sur Les huiles essentielles de *Thymus capitatus*, *T.ciliatus* et *T. bleicherianus* avec IC₅₀= 69,04 µg/ml, 74,025 µg/ml et 77,8 µg/ml respectivement.

Cette différence dépend de la localisation et les conditions analytiques tels que la méthode d'extraction, et le solvant utilisé pour la dilution de l'huile (dans notre étude toluène) (**Ozlem *et al.*, 2017**). Au moment d'extraction ou la conservation, l'huile végétale subir à une cétonisation et un rancissement dus à l'autoxydation concerne les matières grasses insaturées. Il a été montré que l'autoxydation est le premier responsable de la dégradation d'une huile végétale (**Psomiadou et Tsimidou, 2002**).

II.2. Evaluation de l'activité antimicrobienne d'huile de germe de blé

Nous avons étudié *in vitro*, le pouvoir antimicrobien d'huile de germe de blé sur les souches bactériennes et les souches fongiques, pour cela, nous avons utilisés la méthode de diffusion des disques sur un milieu gélosé solide, Mueller-Hinton pour les bactéries et Sabouraud pour le champignon.

L'activité antimicrobien d'huile a été estimée en termes de diamètre de la zone d'inhibition (mm) autour des disques contenant l'extrait à tester vis-à-vis de cis germes pathogènes qui sont : *E. coli*, *Salmonella typhi*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* *Aspergillus cabonarius* et *Aspergillus parasiticus*.

Les souches ciblées ont montré des sensibilités différentes aux antibiotiques standards Utilisés (contrôle positive) : PNICILLINE (Pen10) et VANCOMYCINE (VA30), GENTAMYCINE (Gen120) (Tableau 07).

Le DMSO a été testé comme solvant (contrôle négative), les résultats montrent que le solvant est approprié et ne présente aucun effet sur la croissance normale des toutes souches microbiennes.

Les résultats des différentes souches sont présentés dans la (tableau 08). Les diamètres des zones d'inhibition de la croissance bactérienne augmentent avec l'augmentation des doses d'huile.

D'après ces résultats on observe une zone maximale d'inhibition par l'huile de germe de blé égale $9 \pm 1,73$ mm à concentration 20 μ l/ml contre *S. aureus*, et que le concentration 5 μ l/ml présent une minimale zone d'inhibition de l'ordre de $7 \pm 1,15$ mm contre *E. coli*. Cette activité inhibitrice d'huile sur les souches bactériennes est faible que celle aux antibiotiques de références.

Les résultats obtenus indiquent que l'huile est révéler aucun effet antifongique sur les champignons testés (*Aspergillus cabonarius* et *Aspergillus parasiticus*).

Tableau 08 : Activité antimicrobienne de l'huile de germe de blé (diamètres des zones d'inhibition de croissance des cultures microbiennes en mm)

Extrait	Dose (µl/ml)	Diamètre de la zone d'inhibition (mm)					
		<i>S. typhimurium</i>	<i>B. cereus</i>	<i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i>	<i>A. carbonarius</i>	<i>A. parasiticus</i>
L'huile de germe de blé	5	8	7,66	7	8,66	6	6
	10	8	8	7,33	8	6	6
	15	7,33	7,33	7,33	8	6	6
	20	7,33	7,33	7,33	9	6	6
Gen	120	26	27,33	32,66	28,66	29,66	6
Pen	10	8	6	6	10,33	6	6
Va	30	9,66	21,66	22,33	20,66	6	6
DMSO	/	6	6	6	6	6	6

D'après l'histogramme (figure 9), *Staphylococcus aureus* est la souche la plus sensible avec la plus grande zone d'inhibition de l'ordre de 8,66 mm, suivie par *S. typhimurium* qui présente une zone de 8 mm par la dose 5 µl/ml, et la zone la plus faible est observée chez le *E. coli* avec un diamètre de 7,33 mm.

Ces résultats montrent qu'il n'existe pas de zone d'inhibition pour les champignons (*Aspergillus carbonarius*, *Aspergillus parasiticus*).

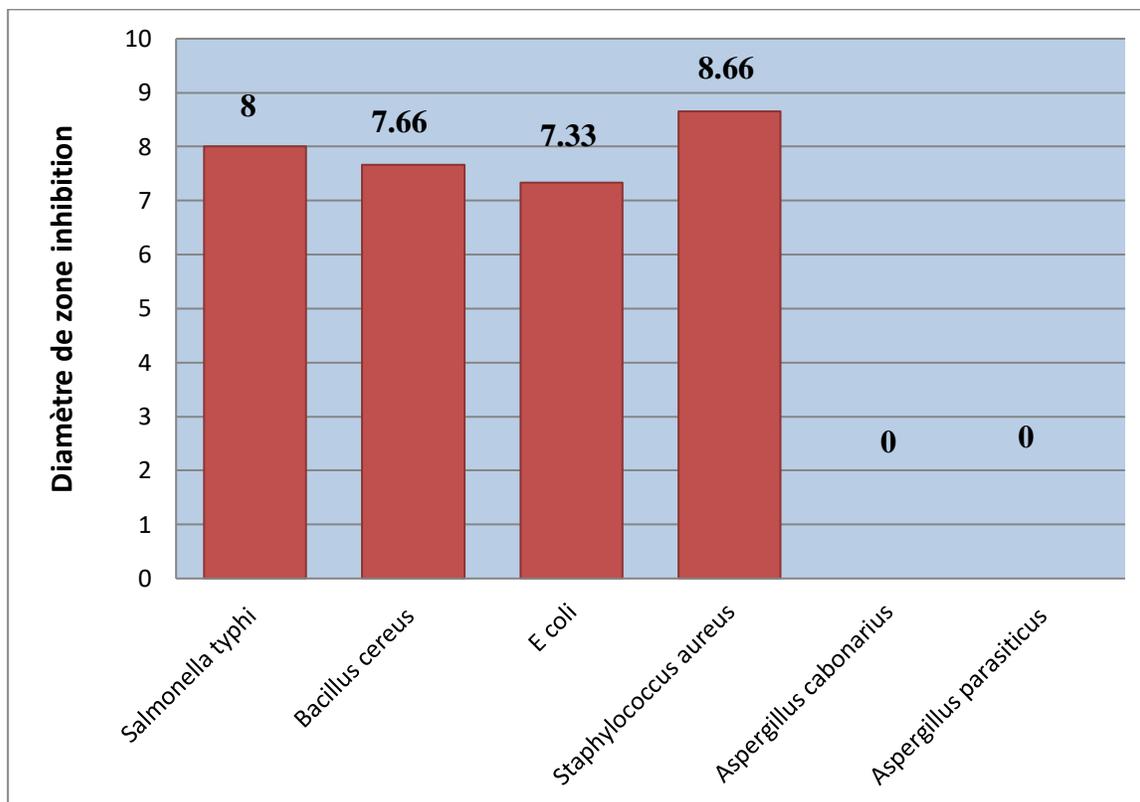


Figure 09 : comparaison le pouvoir antimicrobienne de l'huile de germe de blé dur sur les souches testé a la dose 5 µl/ml

IL y a des zone d'inhibition a été détectée pour les différentes concentrations, donc ce test a confirmé la sensibilité des 4 souches microbiennes vis à vis d'huile étudiée. L'étude de **Mahmoud et al., (2015)** est en accord avec nos résultats, qui a signalé une faible résistance des espèces bactériennes *S. aureus* et *E. coli* sur germe de blé dégraissé.

Dans le présent travail, nous avons pu vérifier que les bactéries Gram-positives (*Staphylococcus aureus* et *Bacillus cereus*) étaient plus sensibles au huile de germe de blé dur que les bactéries Gram-négatives (*Salmonella typhi* et *Escherichia coli*). L'explication la plus plausible du manque de sensibilité des bactéries à Gram négatif pourrait être attribuée à leur membrane externe qui inhibe et / ou retarde la pénétration de l'huile de germe de blé à des

concentrations plus faibles, mais cet effet n'est pas encore entièrement expliqué. Une autre raison possible pourrait être la présence de pompes multi-résistantes, qui expulsent des toxines amphipathiques à travers la membrane externe. De plus, ce groupe bactérien a une quantité de lipides plus élevée que celle observée chez les Gram-positifs d'après ce qu'est rapporté par **Mahmoud *et al.*, (2015)**.

Aucune zone d'inhibition n'a été détectée pour les différentes concentrations, donc ce test a confirmé la résistance des 2 souches fongiques (*Aspergillus carbonarius* et *Aspergillus parasiticus*). Parce que certaines espèces d'*Aspergillus* comme *A. carbonarius* sont capables de produire l'ochratoxine A et la fumonisine B2 au cours de leur croissance (**Ospital *et al.*, 1998 ; Filali *et al.*, 2001 ; Battilani et Pietri, 2002 ; Béjaoui *et al.*, 2006 ; Somma *et al.*, 2012**).

Conclusion

Les substances naturelles constituent de véritables usines chimiques dont il faut tirer le maximum de profit. Le blé est la céréale la plus cultivée au monde, c'est un produit de large consommation au niveau mondial et constitue en particulier la principale base du régime alimentaire pour les consommateurs algériens sous toutes ses formes (pain, pâtes alimentaires, couscous, galettes de pain.).

Dans le but de la valorisation de germe de blé et son huile issue dans le monde et surtout l'Algérie, Le présent travail, nous a permis de réaliser une étude de l'activité antioxydant et antimicrobienne d'huile de germe de blé.

L'extraction d'huile de germe de blé par Soxhlet a permis d'obtenir un rendement 17,06 %. Les résultats ont montré que l'huile possède une capacité faible d'antioxydant avec des valeurs d'IC50 de l'ordre de $67,18 \pm 0,4 \mu\text{g/ml}$. Ces résultats seraient probablement dus à l'autoxydation concerne les matières grasses insaturées, présents dans l'huile de germe de blé ou dus au solvant utilisé pour la dilution de l'huile.

Cependant, notre huile n'a montré aucune activité sur les souches fongiques testées. Les résultats de l'activité antimicrobienne indiquent que l'extrait possède une faible activité sur les souches ciblées avec une zone de d'inhibition $7 \pm 1\text{mm}$ jusqu'à $9 \pm 1,1\text{mm}$, par contre la souche bactérienne *Staphylococcus aureus* est le plus sensible de l'ordre de $9 \pm 1,1\text{mm}$ de zone d'inhibition.

L'ensemble de ces résultats obtenus *in vitro* ne constitue qu'une première étape dans la recherche de substances d'origine naturelle biologiquement active, une étude *in vivo* est souhaitable, pour obtenir une vue plus approfondie sur les activités antioxydant, antimicrobien et d'un traitement les déférentes maladies.

Références bibliographiques

1. **Adams, M.L., Lombi, E., Zhao, F.J. et Mcgrath, S.P. (2002).** Evidence of low selenium concentrations in UK bread-making wheat grain. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 82: 1160–1165.
2. **Aidani, H. (2015).** Effet des attaques de Capucin des grains (*Rhizopertha dominica*) sur les céréales stockées « Estimation sur la perte pondérale et le pouvoir germinatif Cas de blé dur dans la région de Tlemcen ». Mémoire de master en Agronomie Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen : 15p.
3. **Akowuah, G.A., Ismail, Z., Norhayati, I. et Sadikun, A. (2005).** The Effects of Different Extraction Solvents of Varying Polarities of Polyphenols of *Orthosiphon stamineus* and Evaluation of the Free Radical-Scavenging Activity. *Food Chemistry*, 93, 311-317. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.09.028>.
4. **Amarti, F., Satrani, B., Ghanmi, M., Aafi, A., Farah, A., Aarab, L., Chaouch, A. (2011).** Activité antioxydante et composition chimique des huiles essentielles de quatre espèces de thym du Maroc, *Acta Botanica Gallica*, 158(4), 513-523, DOI: 10.1080/12538078.2011.10516292.
5. **Ammar, M. (2014).** Organisation de la chaîne logistique dans la filière céréales en Algérie états des lieux et perspective. thèse de doctorat de CIHEAM Montpellier, pp : 17-20.
6. **Arnaud, P. (1985).** Cours de chimie organique. Ed. *Gautier villars*. 123-128.
7. **Barrosoa, M.R., Barros, L., Dueñas, M., Carvalho, A.M., Santos, B.C., Fernandes, I.P., Barreiro, M.F. et Ferreira, I.C.F.R. (2014).** Exploring the antioxidant potential of *Helichrysum stoechas* (L.) Moench phenolic compounds for cosmetic applications: Chemical characterization, microencapsulation and incorporation into a moisturizer. *Ind Crops Prod* 53, 330–336.
8. **Basmaci, R., Cohen, R. (2018).** Perfectionnement En Pédiatrie, vol 1. 62p.
9. **Battilani, P., Pietri, A. (2002).** Ochratoxin A in grapes and wine. In: Logrieco, A., Bailey, J.A., Corazza, L., Cooke, B.M. (Eds.), *Mycotoxins in Plant Disease*. Springer, Dordrecht. pp 639-643 https://doi.org/10.1007/978-94-010-0001-7_5.

10. **Bejaoui, H., Mathieu, F., Taillandier, P., Lebrihi, A. (2006).** Biodegradation of ochratoxin A by *Aspergillus* section *Nigri* species isolated from French grapes: a potential means of ochratoxin A decontamination in grape juices and musts. *FEMS Microbiol. Lett.* 255, 203–208. <https://doi.org/10.1111/j.1574-6968.2005.00073.x>.
11. **Belkum, V.A., Melles, D.C., Nouwen, J., van Leeuwen, W.B. van Wamel, W., Vos, M.C. et al. (2009).** Co-evolutionary aspects of human 71olonization and infection by *Staphylococcus aureus*. In: *Infection, genetics and evolution: journal of molecular epidemiology and evolutionary genetics in infectious diseases*, 9(1), 32–47.
12. **Berger, M. (1982).** Les lipides de blé tendre. *Science des aliments* 2, 412-450.
13. **Billing, J., Sherman, PW. (1998).** Antimicrobial Functions of Spices: Why Some Like It Hot. *Q. Rev. Biol.* 73, 43-49.
14. **Blech, A., Lin, J., Ngyen, S., Chan, R., Anderson, O.D. et Dupont, F.M. (2007).** Transgenic wheats with elevated levels of Dx5 and/or Dy10 high molecular weight glutenin subunits yield doughs with increased mixing strength and tolerance. *Journal of Cereal Science*, 45: 172–183.
15. **Bockisch, M. (1998).** *Fats and Oils Handbook*. American Oil Chemists Society, Champaign, 175-344.
16. **Bonjean, A. et Picard, E. (1990).** *Les céréales à paille : origine, histoire, économie, sélection*. Softword – Groupe ITM, Paris, 208p.
17. **Boudjouref, M. (2011).** *Etude de l'activité antioxydant et antimicrobienne d'extraits d'Artemisia campestris*. Thèse de Magister en Biochimie. Université Ferhat Abbes, Sétif. Algérie. 99 p.
18. **Bounneche, H. (2015).** *Fric : technologie de fabrication et qualité'' mémoire de magister, département de technologies alimentaires, université Constantine 1*. 54 .
19. **Brand, W.W., Cuvelier, M.E. et Berset, C. (1995).** Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensm Wiss Technology*, (28), 25-30.
20. **Broadasky, T.F., Lewis, C. et Eble, T.E. (1976).** Bioautographic thin layer chromatophic analysis of antibiotics and their metabolites in the whole animal. I Clindamycin in the rat. *J. Chromatogr.* 123, 33-44.

21. **Calvel, R. (1984).** La boulangerie moderne. *Editions EYROLLES*, Paris, 460 p.
22. **Chemat, F. (2011).** Eco-extraction du végétal : Procédés innovants et solvants alternatifs. *Dunod*. 336 p.
23. **Clément, J.M. (1981).** Larousse agricole. 1207 p.
24. **Cornell, H. (2003).** Bread Making, Improving Quality. *Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition*. 608p.
25. **Derwich, E., Benziane, Z. et Boukir, A. (2010).** GC/MS Analysis and antibacterial activity of the essential oil of *Mentha pulegium* grown in Morocco. *Res. J. Agric. & Biol. Sci.*, 6 (3), 191-198.
26. **Diallo, A. (2005).** Etude de la phytochimie et des activités biologiques de *syzygium guineense* WILLD(MYRTACEAE). Thèse de doctorat en pharmacie. Université de Bamako, pp :13-14.
27. **Djelloul, D.S. (2010).** Détection de Biofilm a Staphylocoques sur Cathéters Veineux. Thèse de Magister en Biologie Moléculaire et Cellulaire. Université Abou Bekr Belkaid, Tlemcen. Algérie. 77 p.
28. **Drobniewski, F.A. (1993).** Bacillus cereus and related species. *Journal of Clinical Microbiology Reviews*. 6, 324-338.
29. **Dunford, N.T. (2005).** Bailey's Industrial Oil and Fat Products, Sixth Edition, Six Volume Set. Edited by Fereidoon Shahidi. Copyright *John Wiley & Sons, Inc.* 3616 p.
30. **Dunford, N.T. et Zhang, M. (2003).** Pressurized solvent extraction of wheat germ oil. *Food Research International*, 36(9-10), 905–909.
31. **Dunford, N.T. et Zhang, M. (2003).** Pressurized solvent extraction of wheat germ oil. *Food Research International*, 36(9-10), 905–909.
32. **Eisenmenger, M. et Dunford, N.T. (2008).** Bioactive components of commercial and supercritical carbon dioxide processed wheat germ oil. *JAOCS*, 85, 55-61.
33. **Elliott, D.C., Orth, R.J., Gao, J., Werpy, T.A., Eakin, D.E., Schmidt, A.J., et al. (2002).** Biorefinery Concept Development Based on Wheat Flour Milling. *Fuel Chemistry Division Preprints*, 47, 361-362.

34. **Fabri, R.L., Nogueira, M.S., Braga, F.G., Coimbra, E.S. et Scio, E. (2008).** *Mitracarpus frigidus* aerial parts exhibited potent antimicrobial, antileishmanial, and antioxidant effects. *Bioresource Technology*. 100, 428–433.
35. **Falleh, H., Ksouri, R., Chaieb, K., Karray, B.N., Trabelsi, N., Boulaaba, M. and Abdelly, C. (2008).** Phenolic composition of *Cynara cardunculus* L. organs, and their biological activities, *C. R. Biologies*. 331, 372-379.
36. **Farr, B.M., Salgado, C.D., Karchmer, T.B. et Sherertz, R.J. (2001).** Can antibiotic resistant nosocomial infections be controlled? *Lancet Infectious Disease* 1, 38– 45.
37. **Fatma, L.A., Amr, A.R., Abdel rahman, M.A. (2010).** Additional Effect of Defatted Wheat Germ Protein Isolate on Nutritional Value and Functional Properties of Yogurts and Biscuits. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 4(8): 3139-3147.
38. **Favier, J.C., Ripert, J., Toque, C. et Feinberg, M. (1995).** Répertoire général des aliments, table de composition. 2^e édition. Ed ; *Tec et Doc. Lavoisier*. Paris.897 pages.
39. **Feillet, P. (2000).** Le grain de blé, composition et utilisation. Institut national de la recherche agronomique, *INRA*, Paris : 308 p.
40. **Filali, A., Ouammi, L., Betbeder, A.M., Baudrimont, I., Soulaymani, R., Benayada, A. and Creppy, E.E. (2001).** Ochratoxin A in beverages from Morocco: a preliminary survey. *Food Addit. Contam.* 18, 565–568.
<https://doi.org/10.1080/02652030117365>.
41. **Francis, K.P., Mayr, R, von Stetten, F., Stewart, G. et Scherer, S. (1998).** Discrimination of psychrotrophic and mesophilic strains of the *Bacillus cereus* group by PCR targeting of major cold shock protein genes. *Journal of Environment and Microbiology*. 64, 3525-3529.
42. **Gams, W., Christensen, M., Onions, A.H.S., Pitt, J.I. et Samson, R.A. (1985).** Infrageneric taxa of *Aspergillus*. In: *Advances in Penicillium and Aspergillus systematics*. (eds), Plenum Press, New York, pp. 55-61.
43. **Godon, B. et Willm, C. (1991).** Les industries de première transformation des céréales. *Technique et Documentation –Lavoisier* : 656 p.

44. **Halliwell, B. et Gutteridge, J.M.C. (1999).** Free radicals in biology and medicine, *Oxford, UK*, p 343.
45. **Hassan, H.M.M., Afify, A.S., Basyiony, A.E. et Ahmed, G.T. (2010).** Nutritional and Functional Properties of Defatted Wheat Protein Isolates. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 4(2): 348-358.
46. **Hemery, Y., Rouau, X., Lullien, P.V., Barron, C. et Abecassis, J. (2007).** Dry processes to develop wheat fractions and products with enhanced nutritional quality. *Journal of Cereal Science-ELSIEVIER*, 327-347.
47. **Hubert, J. (2006).** Caractérisation biochimique et propriétés biologiques des micronutriments du germe de soja – Etude des voies de sa valorisation en nutrition et santé humaines. Mémoire de doctorat. École doctorale des Sciences Ecologiques, Vétérinaires, Agronomiques et Bio ingénieries Spécialité : Qualité et sécurité des aliments. Institut National Polytechnique de Toulouse. 174 p.
48. **Jacquemin, L. (2012).** Production d'hémicellulose de pailles et de son de blé à une échelle pilote, étude de performance technique et évaluation environnementale d'un agro-procédé.329 .
49. **Kamel, B.S., Deman, J.M., et Blackman, B. (1982).** Nutritional, fatty acid and oil characteristics of different agricultural seeds. *International Journal of Food Science & Technology*, 17(2), 263-269.
50. **Kiger, J.L. et Kiger, J.G. (1967).** Techniques modernes de biscuiterie, pâtisserie, boulangerie industrielle et artisanale et les produits de régime. *Edition, DUNO*. Paris. 676 p.
51. **Kotiranta, A., Lounatmaa, K. et Haapasalo, M. (2000).** Epidemiology and pathogenesis of *Bacillus cereus* infections. *Microbes and Infection*. 2, 189-198.
52. **Kumar, P., Yadava, R.K., Gollen, B., Kumar, S., Verma, R.K. et Yadav, S. (2011).** Nutritional Contents and Medicinal Properties of Wheat. *Life Sciences and Medicine Research*, 2011,10.
53. **Lahlou, M. (2004).** Methods to study the phytochemistry and bioactivity of the essential oils. *phytotherapy research*. 18, 435-448.

54. **Le Minor, L. (1984).** Genus III. *Salmonella* Lignières 1900, 389,. In N. R. Krieg, and J. G. Holt (ed.), *Bergey's manual of systematic bacteriology*, vol. 1. Williams & Wilkins, Baltimore, London. Pp : 427-458.
55. **Lee, J., Koo, N. et Min, D.B. (2004).** Reactive oxygen species, aging and antioxidative Nutraceuticals. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 3: 21-33.
56. **Leenhardt, F., Anthony, F., Bernard, L., Elyett, G., Edmond, R., Andrzej, M., Elisabeth, C., Christian, D. et Christian, R. (2008).** Wheat Germ Supplementation of a Low Vitamin E Diet in Rats Affords Effective Antioxidant Protection in Tissues. *Journal of the American College of Nutrition*, 27(2), 222–228.
57. **Lisu, W., Jui-Hung, Y., Hsiao-Ling, L. et Wul, M.J. (2003).** Antioxidant effect of methanol extracts from Lotus Plumule and Blossom (*Nelumbo nucifera* Gertn). *Journal of food and DrugAnalysis*.11(1), 60-66.
58. **Mahmoud, A.A., Mohdaly, A.A.A. et Elneairy, N.A.A. (2015).** Wheat Germ: An Overview on Nutritional Value, Antioxidant Potential and Antibacterial Characteristics. *Food and Nutrition Sciences*, 6, 265-277. <http://dx.doi.org/10.4236/fns.2015.62027>.
59. **Marzouk, B., Marzouk, Z., Décor R., Edziri, H., Haloui E., Fenina, N., and Aouni M., (2009).** Antibacterial and anticandal screening of Tunisian *Citrullus colocynthis* Schrad. From Medenine. *Journal of Ethnopharmacology*, 125, 344-349.
60. **Matthaus, B., et Özcan, M.M. (2012).** Chemical evaluation of citrus seeds, an agroindustrial waste, as a new potential source of vegetable oils. *Grasas y aceites*, 63(3), 313- 320.
61. **Megahad, O.A. et El Kinawy, O.S. (2002).** Studies on the Extraction of Wheat Germ Oil by Commercial Hexane. *Grasas y Aceites*, 53, 414-418.
62. **Megahed, M.G. (2011).** Study on stability of wheat germ oil and lipase activity of wheat germ during periodical storage. *Agriculture and biology journal of North ISSN Print: 2151- 7517*.
63. **Mielke, T. (2011).** Oil Word Annual 2011. ISTA Mielke Gmbh, Hamburg, 77-109

64. **Nara, J., et Burkholder, W. (1983).** Influence of the Molting Cycle on the Aggregation Response of Trogoderma-Glabrum (*Coleoptera, Dermestidae*) Larvae to Wheat-Germ Oil. *Environ. Entomol.* 12, 703-706.
65. **Nazck, M. et Shahidi, F. (2004).** Extraction and analysis of phenolics in food. *J Chromatogram A.* 1054(1-2), 95-111.
66. **Nedjah, I. (2015).** Changements physiologiques chez des plantes (Blé dur *Triticum durum* Desf.) exposées à une pollution par un métal lourd (plomb). Thèses de doctorat, département de biologie, Université BADJI Mokhtar de Annaba.101
67. **Nicklin, J., Graeme, K.C., Paget, R.T., Killingtons, R. (2000).** Essentiel en microbiologique. *Berti édition.* Paris. P : 3,7.
68. **Nurt, H., Good, B. et Willm, C. (1991).** La mouture de blé tendre. In : les industries de premières transformation des céréales. *Ed Lavoisier Paris, Tec&Doc*, pp : 333-361.
69. **Nystrom, L., Paasonen, A., Lampi, A.M. et Piironen, V. (2007).** Total plant sterols, steryl ferulates and steryl glycosides in milling fractions of wheat and rye. *Journal of Cereal Science* 45,106–115.
70. **Oussou, K.R., Yolou, S., Boti, J.B., Guessenn, K.N., Kanko, C., Ahibo, C. et Casanovad, J. (2008).** Etude chimique et activite antidiarrheique des huiles essentielles de deux plantes aromatiques de la pharmacopee ivoirienne. *European Journal of Scientific Research.* 24(1), 94-103.
71. **Ozlem, I. Ozcan, M.M. et Aljuhaimi, F. (2017).** Effect of boiling on fatty acid composition and tocopherol content of hen, duck, and quail egg oils. *Journal of Food Process Preserv.*, 43, 5.
72. **Padayatty, S.J., Katz, A., Wang, Y., Eck, P., Kwon, O., Lee, J. H. et Levine, M. (2003).** Vitamin C as an antioxidant: evaluation of its role in disease prevention. *Journal of the American college of Nutrition*, 22(1), 18-35.
73. **Pelli, K. et Lyly, M. (2003).** Les antioxydants dans l'alimentation. *VTT Biotechnology Finlande.* 3, 9p.
74. **Penchev, P.I. (2010).** Étude des procédés d'extraction et de purification de produits bioactifs à partir de plantes par couplage de techniques séparatives à basses et hautes pressions (Doctoral dissertation, INPT).229

75. **Perrin, J.L. (1992).** Les composés mineurs et les antioxygènes naturels de l'olive et de son huile. *Rev.corps,gras*, 1/2, 25-32.
76. **Piras, A., Rosa, A., Falconieri, D., Porcedda, S., Dessi, M.A. et Marongiu, B. (2009).** Extraction of Oil from Wheat Germ by Supercritical CO₂. *Open Access Molecules ISSN* 1420-3049.
77. **Pryor, W.A. (2000).** Vitamin E and heart disease: Basic science to clinical intervention trials. *Free radical biology and medicine*, 28(1), 141-164.
78. **Psomiadou, E. et Tsimidou, M. (2002).** Stability of virgin olive oil. 1-Autoxidation studies. *J. Agric.Food Chem.*, 50, 716-721.
79. **Rahal, K. (2011).** Standardisation de l'antibiogramme en médecine humaine à l'échelle National Selon les recommandations de l'OMS ; Alger, Algérie. 116p.
80. **Ramadan, M.F., Moersel, J.T. (2006).** *Journal of Food Composition and Analysis* 19, 838–842.
81. **Raper, K., Fennell, D.J. (1965).** The genus *Aspergillus*. 686.
82. **Ryan, D., Robardas, K. et Lavee, S. (1998).** Evaluation de la qualité de l'huile d'olive. *Olivae*,72, 26-41.
83. **Sabri, M. (2008).** Etude sur l'importance relative des transporteurs des cations divalents du zinc, fer et manganèse dans la virulence des souches extra-intestinales pathogènes d'*Escherichia coli* (ExPEC). Thèse de doctorat en biologie. Institut National de la Recherche Scientifique. Université du Québec. Canada.262p.
84. **Scherer, R. et Godoy, H.T. (2009).** Antioxidant activity index (AAI) by the 2, 2-diphenyl-1-picrylhydrazyl method. *Food chemistry*, 112(3), 654-658.
85. **Shklar, G. et Schwartz, J. (1988).** Tumor necrosis factor in experimental cancer gression with vitamin E, bêtacarotene, canthaxanthine and algae extract. *Eur J Cancer Clin Oncol*, 24(5), 839-850.
86. **Sies, H. (1993).** Strategies of antoxydant defense. *Europe Journal. Biochemmistre*, 215: 213-219.
87. **Smirnoff, N. (2001).** L-ascorbic acid biosynthesis. *Vitam Horm.*, 61, 241–266.
88. **Souci, S.W., Fachman, W. et Kraut, H. (1995).** La composition des aliments, tableau des valeurs nutritives. 3^{ème} édition, Ed BORDAS., France.1091 pages.

89. **Souci, S.W., Fachmann, W. et Kraut, H. (1994).** La composition des aliments : Tableaux des valeurs nutritives. Medpharm Scientific Publishers, 5^{ème} édition. Stuttgart. Germany 1091p.
90. **Šramkova, Z., Gregova, E., Sturdik, E. (2009).** Chemical composition and nutritional quality of wheat grain. *Acta chimica slovacica*, 2(1), 115-138.
91. **Srivastava, A.K., Sudha, M.L., Baskran, V. et Leelavathi, K. (2007).** Studies on heat stabilized wheat germ and its influence on rheological characteristics of dough. *European Food Research and Technology*, 224, 365-372.
92. **Suhr, K.I. et Nielson, P.V. (2003).** Antifungal activity of essential oil evaluated by two different application techniques against rye bread spoilage fungi. *Journal of Applied Microbiology*. 94, 665-674.
93. **Uauy, C., Distelfeld, A., Fahima, T., Blech, A. et Dubcovsky, J. (2006).** A gene regulating senescence improves grain protein, Zn and Fe content in wheat. *Science*, 314: 1298–1301.
94. **Umair, A.A., Surrhya, Z.F., Anjum, M., Tahir, Z. et Haq, N. (2008).** Nutritive Value of Cookies Containing Wheat Germ Oil. *Pakistan Journal of Life and Social Sciences* 6(2): 127-134.
95. **Vasconcelos, M.C., Bennett, R., Castro, C., Cardoso, P., Saavedra, M.J. et Rosa, E.A. (2013).** Study of Composition, Stabilization and Processing of Wheat Germ and Maize Industrial By-Products. *Industrial Crops and Products*, 42, 292-298.
96. **Weill, F.X. (2008).** Salmonella : épidémiologie, typage et résistance aux antibiotiques. *Revue francophone des laboratoires*. N°400 :37-47.
97. **Wolf, J.P. (1992).** Manuel des corps gras, Ed. Lavoisier, Paris. 792 p.
98. **Yuldasheva, N.K., Ulchenko, I. et Glushenkova, A.I. (2010).** Wheat germ oil. *Journal Chemistry of Nautral Compounds*, 46, 97-98.
99. **Yves, L.L. et Michel, G. (2009).** Staphylococcus aureus. *Lavoisier*.300p.
100. **Zhu, K.X., Lian, C.X., Guo, X.N., Peng, W. and Zhou, H.M. (2011).** Antioxidant activities and total phenolic contents of various extracts from defatted wheat germ. State Key Laboratory of Food Science and Technology, School of Food Science and Technology, Jiangnan University, 1800 Lihu Avenue., *Food Chemistry*, 126, 1122–1126.

Références bibliographiques

101. **Zhu, K.X., Zhou, H.M. et Qian, H.F. (2006).** Proteins Extracted from Defatted Wheat Germ: Nutritional and Structural Properties. *Cereal Chemistry*, 83, 69-75.