



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET
POPULAIRE
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
كلية علوم الطبيعة و الحياة
FACULTE DES SCIENCES NATURELLES ET DE LA VIE
قسم البيولوجيا الخلوية و الجزيئية
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE CELLULAIRE ET MOLECULAIRE

MEMOIRE

En vue d'obtenir du diplôme de master académique en sciences biologiques

Spécialité : BIOCHIMIE APPLIQUEE

Thème

COMPARAISON ENTRE LA COMPOSITION PHYTOCHIMIQUE ET L'ACTIVITE ANTIOXYDANTE DES GRAINES GERME ET NON GERME DE BLE DUR ET CELLE DE TRITICAL.

Présenté par l'étudiante:

REZZAG LEBZA Zohra

Sous la direction de:

Dr. BOUAFIEANE Mabrouka

Les membres du jury:

Examineur: GHANIA Ahmed	MAA
Président: MKHADMI Nour Elhouda	MCA
Encadreur : Dr.BOUAFIENE Mabrouka	MCB

Année universitaire: 2023/2024

إهداء

بسم الله الرحمن الرحيم { نَرْفَعُ دَرَجَاتَهُ مَنْ نَشَاءُ وَهَوِّنْ كُلَّ شَيْءٍ عَلَى يَاسِينَ } يوسف 76

الحمد لله الذي تتم بنعمته الصالحات، وبفضله تنزل الخيرات والبركات وتتوفيقه تتحقق المقاصد والغايات، وأزكى صلوات الله وتسليماته على المبعوث نبي الرحمة وإمام الهدى سيدنا محمد وآله وصحبه أجمعين.

الحمد لله الذي وفّقني لهذا ثمرة سنوات من العلم والمعرفة فلم يضع تعبني سدا، الحمد لله الذي يسّر، الحمد لله الذي أعان، الذي ذلّل الصعوبات وساق القلب للحلقات، الحمد لله ما ختم جهد ولا تم سعي إلا بفضله، الحمد لله على لذة الإنجاز والنجاح.

إلى من أفضلها على نفسي، وضحت من أجلي ولم تدخر جهدا في سبيل إسعادي إلى من حاكت سعادتي بخيوط من قلبها بحكمة وصبر، إلى صاحبة السيرة العطرة والعقل المستنير، فخري وعزوتي وسندي ومثلي الأعلى فوزية بالشيخة، الحمد لله الذي جعلك من بين صفوة النساء أمّا لي .

إلى من أحمل اسمه بكلّ عزّة وفخر فقد كان لدعائه المبارك أعظم الأثر في تسيير سفينة البحث حتى ترسو على هذه الصورة، عبد الحميد حفظك الله وأطال في عمرك.

إلى من قيل فيهم { سَنَفَعُ لِمِصْرَكَ بِأَخِيكَ } إلى نجوم سمائي المتألّنة، إلى سندي ومسندي واتكاني و ضلعي الثابت الذي لا يميل لخضر والحاج علي.

إلى ريحانتي فلذة كبدي حبيبتي ورفيقتي و غاليتي وقطعة من روحي.

إلى كتاكيتي الصغار حفظهم الله ورعاهم احمد طه، فوزية، سليمان، سند، هادية .

إلى أمي الثانية عائشة بالشيخة وردتي الجميلة رعاك الله من جور السنين ومن هوايلها .

إلى خالتي ذات القلب الحنون والروح الطيبة، حسيبة بالشيخة .

إلى من فارقتنا اجسادهم وضلّت أطرافهم تداعب خيالنا وأحلامنا في أفراحنا وأحزاننا، إلى من اشتاقت عيني لرؤيتهم ومسمعي لسماع أصواتهم أبايا لمقرب، أمي فطيمة، أمي الزهرة بت أمايا رحمهم الله وأسكنهم فسيح جناته .

إلى من كادت أن تكون رسولا، إلى من أضاعت قناديل العلم والمعرفة والأخلاق في قلبي، إلى من آمنت بي حين اعتري الآخرون، داعمتي ومشجعتي ومعلمتي عائشة برشاوة، يمينة سعد الله .

إلى ضماد أيامي صديقتي وأختي التي أنجبتها لي الحياة نسرين قوميدي.

إلى مؤطرتي ومرشدتي وأستاذتي وصاحبة الفضل بعد الله تعالى لنجاح هذا العمل الذكثورة بوعفيان مبروكة.

إلى رفيقاتي، حنان، وفاء، أحلام، غفران، إلى أحبّتي، إلى من أراد لي خيرا وأحسن بي ضنا، إلى من دعا لي عن ظهر غيب وذكرني بكلمة طيبة .

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier chaleureusement mon encadreur, **Dr.BOUAFIENE Mabrouka**, pour ses conseils avisés, son soutien constant et sa patience tout au long de ce projet de recherche. Sa confiance en moi m'a permis de me dépasser et de réaliser ce mémoire dont je suis fier.

Je remercie également les membres du jury, pour l'honneur qu'ils me font de présider cette soutenance et pour leurs remarques constructives qui m'aideront à améliorer mon travail.

Je suis également reconnaissant envers la responsable des laboratoires **GOUBBI Sanaa**, l'ingénieur de laboratoire **KHANNOUFA Omar** et mes collègues **HOUGGI El-ghofrane**, **MOUSSAOUI Ahlame**, **KADDOURE Hanane** et **GASSOUME Ouaffa**, pour leur collaboration et leur aide précieuse. Vos conseils et encouragements m'ont été d'une grande importance.

Enfin, je ne saurais oublier ma famille et mes amis, qui m'ont toujours soutenu et encouragé dans mes études. Je leur dédie ce mémoire en signe de ma profonde gratitude.

Résumé

L'objectif de notre travail est la comparaison entre la composition phytochimique et l'activité anti-oxydante des grains germés et non germés de blé dur et celle de triticales cultivées dans une région saharienne. Pour cela, nous avons réalisé un criblage phytochimique et évaluation de l'activité anti-oxydante des extraits aqueux des grains germés et non germés des deux céréales dont le blé dur et la triticales. Les résultats montrent que la composition phytochimique des grains de blé germés est plus diversifiée que les grains non germés. L'activité antioxydante est plus élevée chez les extraits des grains germés des deux céréales que chez les grains non germés.

Mots clés : grains germés, blé dur, triticales, criblage phytochimique, activité anti-oxydante.

Abstract

The objective of our work is the comparison between the phytochemical composition and the antioxidant activity of germinated and non-germinated durum wheat grains and that of triticale grown in a Saharan region. For this, we carried out a phytochemical screening and evaluation of the antioxidant activity of the aqueous extracts of germinated and non-germinated grains of two cereals including durum wheat and triticale. The results show that the phytochemical composition of sprouted wheat grains is more diverse than unsprouted grains. Antioxidant activity is higher in extracts from sprouted grains of both cereals than in non-sprouted grains.

Keys words: sprouted seeds, durum wheat, trirical, phytochemical screening, anti-oxydant activity.

الملخص

الهدف من عملنا هو المقارنة بين التركيب الكيميائي النباتي ونشاط مضادات الأكسدة لحبوب القمح القاسي المنبئة وغير المنبئة وحبوب القمح القاسي المزروعة في منطقة الصحراء الكبرى. لهذا، قمنا بإجراء فحص كيميائي نباتي وتقييم نشاط مضادات الأكسدة للمستخلصات المائية للحبوب النابتة وغير النابتة لاثنتين من الحبوب بما في ذلك القمح القاسي والتريتكال. أظهرت النتائج أن التركيب الكيميائي النباتي لحبوب القمح المنبئة أكثر تنوعاً من الحبوب غير المنبئة. يكون نشاط مضادات الأكسدة أعلى في المستخلصات من الحبوب المنبئة من كلا الحبوب مقارنة بالحبوب غير المنبئة.

الكلمات المفتاحية : البذور المنبئة، القمح الصلب، تريتكال، فحص كيميائي نباتي، نشاط مضادات الأكسدة.

Liste d'abréviation

BBC : Coomassie brilliant blue

BSA : Bovine sérum albomin

CCLS : coopérative des céréales et des légumes

DPPH : 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl

FAO : Food and agriculture organization of the United nation

IC50: concentration inhibitrice demi-maximal

Var : variété

% : pourcentage

Liste des figures

Figure 1 : Différents types des céréales	5
Figure 2: Différentes espèces des céréales.....	6
Figure 3:Anatomie de blé.....	8
Figure 4: Production et utilisation mondiale des céréales (FAO,2024).	9
Figure 5: formes de consommation de blé.	11
Figure 6: Courbe théorique d'imbibition d'une semence (d'après Côme, 1982).	11
Figure 7: Grains de blé dur « Triticum durum var :Boussellam »	16
Figure 8: Grains de blé dur « Triticale secale var :Elkouhi »	17
Figure 9: Graines de tritcale (Triticale secale) germée après 03 jours.	18
Figure 10: Graines de blé dur (Triticum durum) germées de variété « Boussellam » après 03 jours.	18
Figure 11: Préparation de l'extrait des graines germées.	19
Figure 12: Détermination de rendement d'extrait aqueux des graines germé	20
Figure 13: Criblage phytochimique	20
Figure 14: Réduction du DPPH par un anti oxydant	22
Figure 15: Test DPPH	23
Figure 16: Pourcentage d'inhibition de DPPH en fonction des concentrations de l'extrait des grains germés de blé dur.	28
Figure 17: Pourcentage d'inhibition de DPPH en fonction des concentrations de l'extrait des grains non germés de blé dur.	29
Figure 18: Pourcentage d'inhibition de DPPH en fonction des concentrations de l'extrait des grains germés de Triticale.....	29
Figure 19: Pourcentage d'inhibition de DPPH en fonction des concentrations de l'extrait des grains non germés de Triticale.....	30
Figure 20: Courbe DPPH d'extrait aqueux des graines de boussellame germé. خطأ! الإشارة المرجعية غير معروفة.	
Figure 21: Courbe DPPH d'extrait aqueux des graines de boussellame non germé خطأ! الإشارة المرجعية غير معروفة.	
Figure 22: Courbe DPPH d'extrait aqueux des graines de tritical germé. خطأ! الإشارة المرجعية غير معروفة.	
Figure 23: Courbe DPPH d'extrait aqueux des graines de tritical non germé... خطأ! الإشارة المرجعية غير معروفة.	
Figure 24: Courbe d'étalonnage d'acide ascorbique de test DPPH خطأ! الإشارة المرجعية غير معروفة.	

Liste des tableaux

tableau 1: composition chimique des grains de blé, orge et maïs.....	10
tableau 2: Rendements d'extraction des graines de blé dur et Triticale	25
tableau 3: Résultats des tests phytochimique de l'extrait aqueux des graines germée et non germée de blé dur.....	26
tableau 4: Résultats des tests phytochimique de l'extrait aqueux des graines germée et non germée de triticale.....	27
tableau 5: IC50 des extraits des grains germés et non germé.....	30

Sommaire

Remerciements	
Résumé	
Abstract	
الملخص	
Liste d'abréviation	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction	
Partie bibliographique	
1.Généralité sur les céréales.....	5
1.1.Définition de céréales	6
1.2.Position botanique des céréales	6
1.2.1.Taxonomie	6
1.2.2.Morphologie.....	7
1.2.3.Anatomie.....	7
1.3.Utilisation mondiale des céréales.....	8
1.4.Valeurs nutritifs des céréales	9
1.4.1. Valeurs nutritifs des grains de blé dur	10
1.4.2. Formes de consommation de blé dur	10
2. Aperçus sur les graines germées	11
2.1. Processus de germination des graines.....	11
2.2. Valeur nutritifs des graines germées.....	12
2.3. Consommation de graines germées	12
2.4. Types des graines utilisés.....	12
2.5. Bienfaits des graines germées	13
2.6. Dangers des graines germées	14
Matériel et méthodes	
1.Matériels utilisés	16
1.1.Matériels végétale	16
1.1.1.Blé dur (<i>Triticum durum</i>).....	16
1.1.2. Triticale (<i>Triticale secale</i>).....	16
1.2.Matériels chimique.....	17
2.Méthodologie	18
2.1.Mise à germination	18
2.2.Préparation des extraits aqueux	19
2.1.2.Extraits des grains germés	19
2.1.3.Extraits des graines non germés.....	19
3.Détermination du rendement.....	19

3.1.Criblage phytochimique	20
3.1.1.Saponosides.....	21
3.1.2.Tanins.....	21
3.1.3.Flavonoïdes	21
3.1.4.Terpénoïdes	21
3.1.5.Alcaloïdes	21
3.1.6.Quinone libres	21
3.1.7.Anthocyanes.....	21
3.1.8.Anthraquines	21
3.1.9.Sucres réducteurs	22
3.2.Activité anti-oxydante.....	22
3.2.1.Teste de réduction du radical DPPH	22
Résultats et discussion	
1. Rendements d’extractions.....	25
2. Criblage phytochimique	25
2.1. Extrait aqueux des grains de blé dur germés et non germés	25
2.2. Extrait aqueux des grains de Triticale germés et non germés.....	27
3. Etude de l’activité anti-oxydante	28
3.1. Résultats de DPPH.....	28
3.1.1. Extrait aqueux des grains de blé dur germés et non germés	28
3.1.2. Extrait aqueux des grains de Triticale germés et non germés.....	29
3.1.3. Concentration minimale inhibitrice IC50	30
Conclusion	
Références bibliographiques	
Annexes	

Introduction

Introduction

Les antioxydants sont des composés qui aident à protéger les cellules contre les dommages causés par les radicaux libres. Les antioxydants neutralisent ces radicaux libres, réduisant ainsi les dommages potentiels qu'ils peuvent causer aux cellules, ce qui peut contribuer à prévenir certaines maladies et à promouvoir une meilleure santé en général **(Duracková, 2008)**.

On trouve des antioxydants dans de nombreux aliments, en particulier les fruits et légumes colorés, ainsi que dans certains suppléments. Les vitamines C et E, le bêta-carotène, le sélénium et les flavonoïdes sont quelques exemples d'antioxydants bénéfiques pour la santé **(Cohen,2002)**.

Les graines germées sont une excellente source d'antioxydants. Lorsque les graines germent, leur teneur en antioxydants peut augmenter considérablement. Cela est dû à la transformation des composés présents dans la graine pour soutenir la croissance de la plante **(Anam,2023)**.

La consommation régulière de graines germées peut contribuer à renforcer le système immunitaire, à réduire l'inflammation et à protéger les cellules contre les dommages causés par les radicaux libres. Les types de graines les plus couramment germées incluent les graines de luzerne, de brocoli, de chia et de radis. Incorporer ces graines germées dans votre alimentation peut être une façon délicieuse et nutritive d'augmenter votre apport en antioxydants **(William,2011)**.

Les grains germés de blé dur sont également une source intéressante d'antioxydants **(Calzuola et al, 2004)**.

Notre travail porte sur la comparaison entre la composition phytochimique et l'activité antioxydante des grains germés et non germés de blé dur et celle de triticales cultivées dans une région saharienne. Le travail est subdivisé en 03 parties :

La première partie est une synthèse bibliographique sur les céréales et particulièrement le blé dur. La deuxième partie est une représentation des méthodes du travail alors que la dernière partie est consacrée au résultat obtenu et leurs discussions.

Partie bibliographique

1. Généralité sur les céréales

Les céréales sont l'un des aliments essentiels à notre organisme et constituent 45% des apports énergétiques dans l'alimentation humaine. Il existe trois groupes de céréales majeures qui correspondent à 75% de la consommation céréalière mondiale (**Reed, 1992**).

Un premier grand groupe de céréales formé par le blé, l'orge, le seigle et l'avoine, émerge dans le croissant fertile, berceau des civilisations occidentales qui ont donc leur point de départ au Moyen Orient et au Proche Orient. Un deuxième grand groupe est formé par le maïs qui est originaire d'Amérique centrale, il est à la base des civilisations amérindiennes. Le maïs a été importé en Europe par les explorateurs du Nouveau-Monde à la fin du XVème siècle. Un troisième grand groupe est ordonné autour du riz, qui est une plante originaire des régions chaudes et humides de l'Asie du Sud-est. Sa domestication s'est faite de façon synchrone avec la domestication du blé plus à l'Ouest. Le riz est à la base des civilisations orientales (**Clerget, 2011**).



Figure 1 : Différents types des céréales

Les céréales représentent la base de l'alimentation humaine et animale. Elles apportent l'énergie nécessaire au travail musculaire ainsi qu'au fonctionnement plus général de l'organisme. Chaque continent a sa céréale adaptée au climat et au sol, et donc facile à cultiver par les paysans ou les particuliers, pour vivre et pour se nourrir (**Anonyme, 2020**).

1.1.Définition de céréales

Par définition, une céréale est une plante cultivée principalement pour ses grains utilisés pour l'alimentation humaine et animale. La plupart des céréales appartiennent à la famille des poacées (anciennement graminées). On y associe aussi certaines plantes d'autres familles botaniques, comme le sarrasin (polygonacées), le quinoa ou l'amarante (chénopodiacées) qui sont en fait des pseudo-céréales (**Henrotte, 2016**).

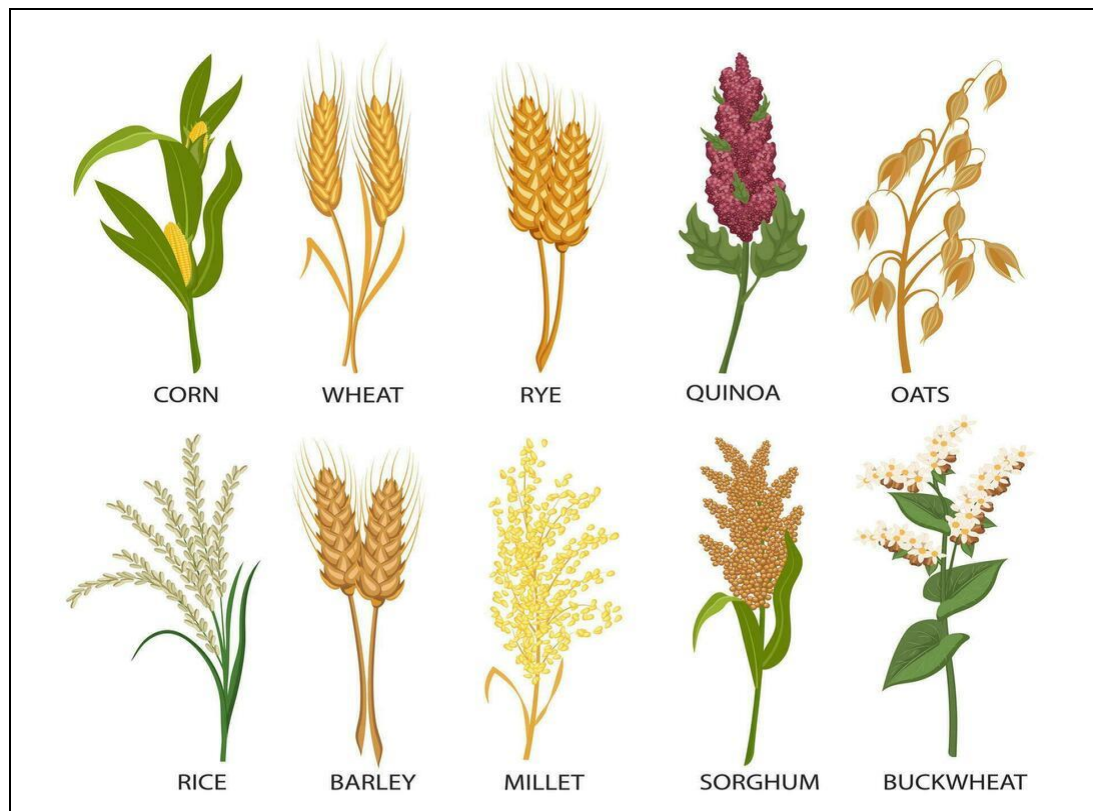


Figure 2: Différentes espèces des céréales.

1.2.Position botanique des céréales

La classification botanique des céréales implique une analyse détaillée de leurs caractéristiques morphologiques, anatomiques, embryologiques et génétiques. Voici un aperçu des éléments clés à considérer :

1.2.1.Taxonomie

- Règne: Plantae
- Sous-règne: Tracheobionta
- Division/Phylum: Magnoliophyta (Angiospermes)
- Classe: Liliopsida (Monocotylédones)
- Ordre: Poales (Graminées)
- Famille: Poaceae (Poacées)

1.2.2.Morphologie

Les feuilles des poacées sont longues et étroites avec une gaine foliaire et une ligule à la jonction de la lame et de la gaine. Leurs tiges sont creuses (chaumes) généralement nouées, avec des entre-nœuds pleins. Elles possèdent des inflorescences groupées en épis ou panicules. Alors que ses fruits s'appellent « Caryopse », des fruits secs à un seul grain avec une enveloppe mince et adhérente à la graine (**Anam.2023**).



Figure(03) : Plante de blé.

1.2.3.Anatomie

La structure vasculaire se compose des faisceaux vasculaires (xylème I et phloème I) parallèles disposés en anneaux dans la tige. L'anatomie foliaire caractérisée par la présence de cellules chlorophylliennes en faisceaux parallèles (**T.Ali, 1992**).

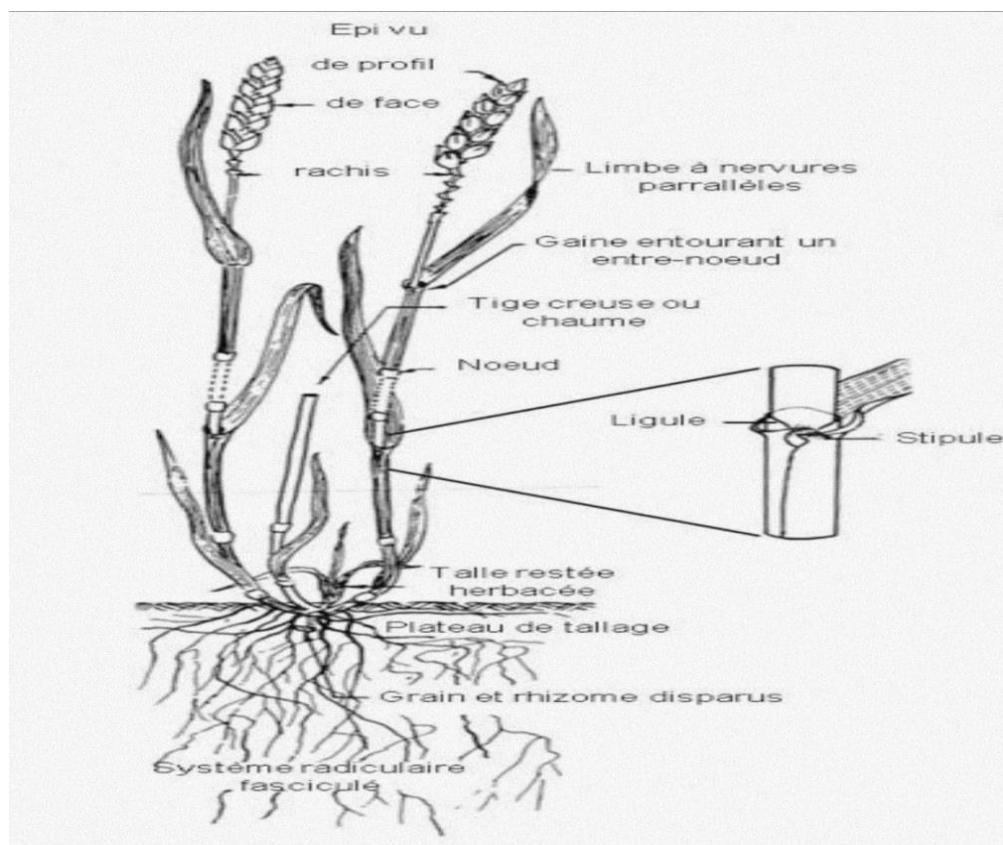


Figure 3: Anatomie de blé.

1.3. Utilisation mondiale des céréales

Les prévisions pour l'utilisation mondiale de céréales en 2023-2024 sont estimées à 2 829 millions de tonnes, ce qui représente une augmentation de 37,7 millions de tonnes par rapport à l'année précédente (soit 1,4%) (FAO, 2024).

L'utilisation mondiale de céréales secondaires devrait atteindre 1 510 millions de tonnes, soit une augmentation de 1,6% par rapport à l'année précédente. Cette augmentation est principalement due à une utilisation plus importante que prévue du maïs (notamment au Canada et aux États-Unis) et de l'orge (en Chine) dans l'alimentation animale. En revanche, les prévisions pour l'utilisation mondiale de blé en 2023-2024 ont été révisées à la baisse de 1,3 million de tonnes, principalement en raison d'une diminution de l'utilisation dans l'alimentation animale prévue au Brésil et aux États-Unis. Cependant, on prévoit toujours une augmentation de 1,9% de l'utilisation mondiale de blé par rapport à l'année précédente, atteignant ainsi 794 millions de tonnes. Cette augmentation est principalement due à une forte croissance de l'utilisation du blé dans l'alimentation animale, notamment en Chine et dans l'Union européenne. En avril, la FAO a revu à la hausse ses prévisions pour l'utilisation mondiale de riz en 2023-2024, qui s'élèvent maintenant à 525,0 millions de tonnes (FAO, 2024).

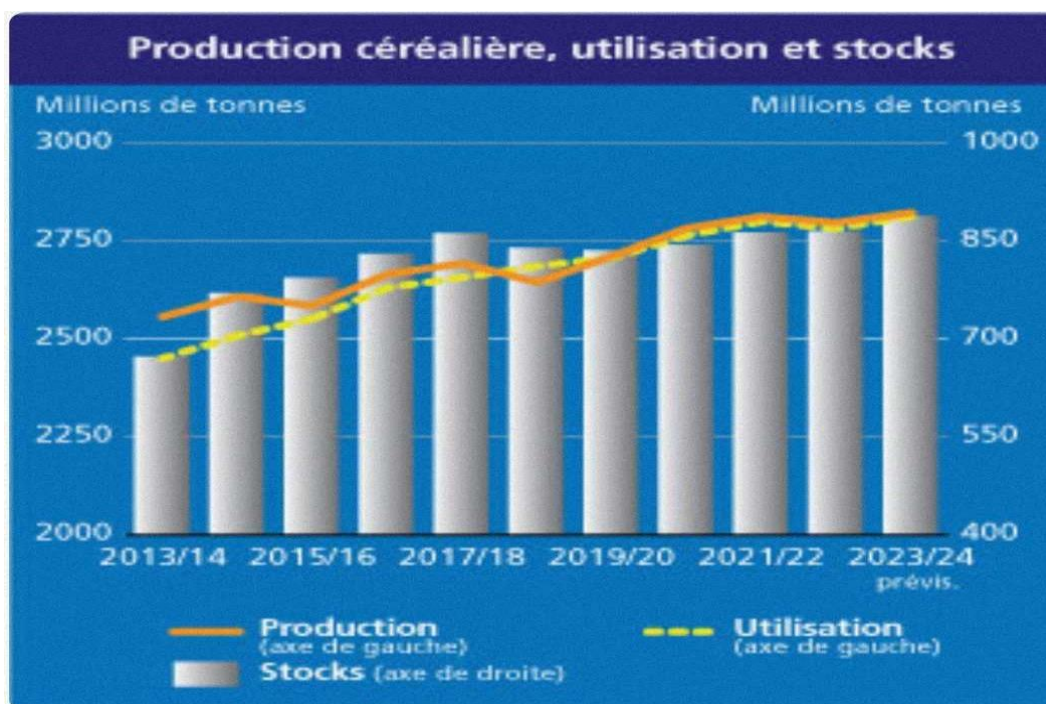


Figure 4: Production et utilisation mondiale des céréales (FAO, 2024).

1.4. Valeurs nutritives des céréales

On constate une grande analogie dans la composition chimique de grain entier de diverses céréales avec quelques différences (**Tableau 01**).

Dans toutes les espèces, le grain est essentiellement glucidique avec 60 à 75 % de glucides digestibles (amidon principalement). Les céréales apparaissent ainsi comme des aliments essentiellement énergétiques : 330 à 385 k cal /100g. Le taux de fibre diététique est variable (2 - 30 %), il dépend notamment de la taille du grain. La teneur en protéines est de 6 à 18 % dans les cas extrêmes mais se situe le plus souvent entre 8 et 13 %. Les lipides sont relativement abondants mais ils sont extrêmement intéressants par la forte proportion des acides gras polyinsaturés (**Favier, 1989**).

Les céréales sont peu minéralisées dont la teneur en phosphore est élevée, celle du calcium est faible à l'exception du maïs jaune qui contient des caroténoïdes actifs, les céréales sont pauvres en vitamine A et C, mais les germes sont riches en vitamine E et les vitamines du groupe B (à l'exception de la vitamine B12 (**Favier, 1989**)).

tableau 1: composition chimique des grains de blé, orge et maïs.

Composants	Blé	Orge	Maïs
Protéines (g)	10.7	9.91	3.27
Lipides (g)	1.99	1.91	1.35
Glucides (g)	75.4	77.72	18.7
Fibrediététique (g)	12.7	15.6	2
Calcium (mg)	34	29	2
Fer (mg)	5.37	2.50	0.52
Phosphore (mg)	200	221	89
Sucre (mg)	0.85	0.80	6.26
Eau (mg)	10.4	10.09	76
Vitamine B1 (mg)	0.410	0.191	0.055
Vitamine B9 (ug)	41	23	/
Vitamine B6 (mg)	0.378	0.260	0.093
Calories	340	352	86

1.4.1. Valeurs nutritifs des grains de blé dur

Le blé dur est un aliment sain et nutritif qui peut être consommé de différentes manières, c'est une céréale riche en nutriments, avec environ 11 à 12 grammes de protéines pour 100 grammes de blé (Anam.2023). Il constitue une source intéressante de :

- **Glucides complexes:** le blé dur est riche en glucides complexes, qui fournissent de l'énergie à l'organisme sur une longue période.
- **Fibres:** le blé dur est une bonne source de fibres, qui favorisent la digestion et la satiété.
- **Vitamines et minéraux:** le blé dur est riche en vitamines B, en fer, en magnésium et en phosphore.
- **Calories:** 155 calories pour 100 grammes de blé dur cuit
- **Indice glycémique:** bas
- **Teneur en gluten:** élevée

1.4.2. Formes de consommation de blé dur

Les pâtes alimentaires sont la forme principale d'utilisation des blés durs. Elles sont, contrairement à celui des autres céréales, est utilisée en totalité pour l'alimentation humaine et, dans les pays de culture traditionnelle, il constitue l'essentiel de l'apport énergétique et contribue à satisfaire une partie des besoins en protéines de la ration(William.2011).

Car, du point de vue nutritionnel, le grain présente, en général, des caractères favorables au point de vue teneur en protéines, teneur en acides aminés essentiels et digestibilité des matières azotées (**Grignac**)



Figure 5: formes de consommation de blé.

2. Aperçus sur les graines germées

2.1. Processus de germination des graines

La germination est une stratégie efficace qui permet de manipuler les composés phytochimiques présents dans les graines et d'améliorer leurs bienfaits pour la santé (**Aloo,S.O et al.2021**).

Le processus de la germination la germination comprend trois phases successives (**figure07**) ; la phase d'imbibition, la phase de germination stricto sensu et la phase de croissance.

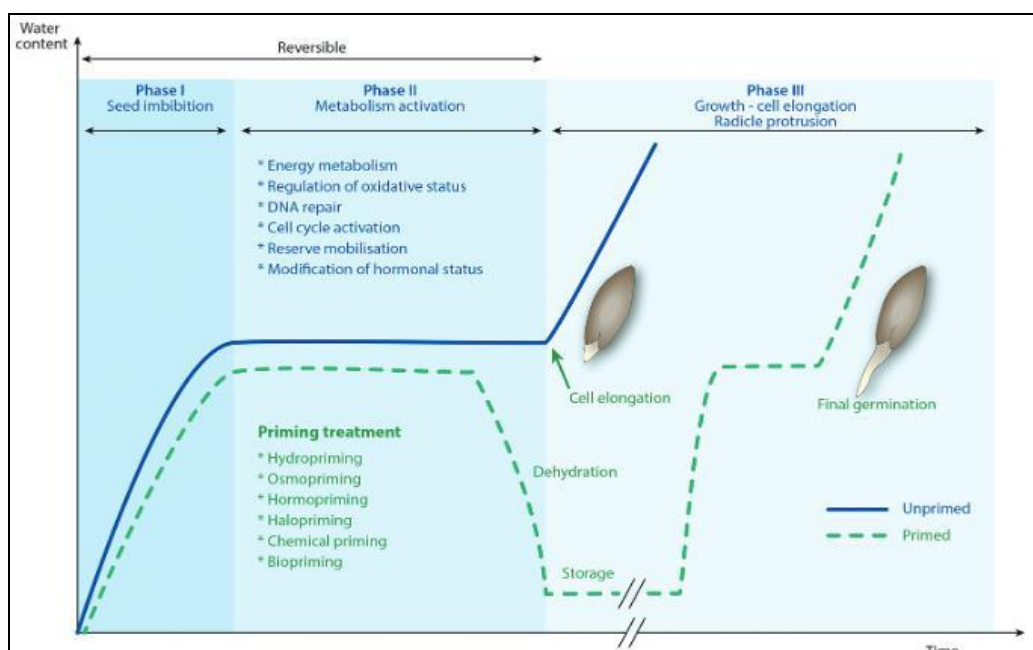


Figure 6: Courbe théorique d'imbibition d'une semence (d'après Côme, 1982).

- **La phase d'imbibition** : elle correspond à une forte hydratation des tissus par absorption d'eau aboutissant au gonflement de la graine : -Blé : 47 g d'eau pour 100 g de graines, -Haricot : 200 à 400 g d'eau pour 100 g de graines.
- **Phase de germination sensu-stricto** : durant cette phase qui est relativement brève elle aussi (12 à 48h), la graine peut être réversiblement déshydratée et réhydratée sans dommage apparent pour sa viabilité. Elle s'achève avec l'émergence de la radicule hors des téguments.
- **Phase III** : caractérisée par une reprise de l'absorption de l'eau et une élévation de la consommation d'oxygène, elle correspond en fait à un processus de croissance affectant la radicule puis la tigelle. A ce niveau, on doit distinguer entre l'activité métabolique de la jeune plantule qui se développe à partir de l'embryon, qui a tendance à s'exalter, et celle du tissu de réserve (albumen, cotylédons), qui a tendance à décroître par suite de l'épuisement des réserves.

2.2. Valeur nutritifs des graines germées

Les germes sont une source naturelle de composés bioactifs qui ont des effets bénéfiques sur la santé. Elles contiennent des oligo-éléments tels que le cuivre, le manganèse et le sélénium, qui jouent un rôle important dans la prévention du stress oxydatif et des radicaux libres. Ils peuvent également stimuler la sécrétion d'insuline et améliorer la fonction de l'insuline chez les patients diabétiques. De plus, les germes sont riches en vitamines B, C et E, ainsi qu'en composés phénoliques et flavonoïdes (Anam.2023) ;(T.NODA,2003).

2.3. Consommation de graines germées

La consommation de germes a augmenté dans le monde. Mais, il reste un manque dans l'information concernant la consommation et la perception des propriétés saines des germes. Une enquête en ligne assistée par (Carcea, 2021) a montré que 82 % des personnes interrogées étaient conscientes que la consommation de germes pourrait prévenir les maladies chroniques, ce qui pourrait être lié au niveau d'éducation. Il est nécessaire d'étudier les stratégies de communication utilisées par les fabricants de graines germées, les diététistes, les nutritionnistes et les professionnels de la santé sur les bienfaits des produits germés pour la santé afin de promouvoir leur consommation.

2.4. Types des graines utilisés

Les haricots mungo germés (*Vigna radiata L.*) sont les germes les plus anciens et les plus connus et sont utilisés comme aliment par les Chinois depuis près de 5 000 ans(Larimore, 1975).

Récemment, les germes de luzerne (*Medicago sativa L.*) sont devenus très populaires (Hesterman et Teuber, 1979). Les germes cultivés pour la consommation humaine proviennent

principalement de graines de légumineuses, tandis que les céréales germées ou germées sont principalement utilisées comme fourrage (**Waginger, 1984**).

2.5. Bienfaits des graines germées

Les graines germées sont plus facilement digestibles que les graines non germées. Lorsqu'une graine commence à germer et à se développer, elle produit des enzymes qui participent à la pré-digestion des protéines et des glucides. Ce processus rend la plante en croissance plus tendre et plus propice à une meilleure tolérance digestive. Les composés antinutritionnels présents dans la graine, tels que l'acide phytique, sont éliminés au fur et à mesure de la germination et de la croissance de la plante. Ainsi, les graines germées sont considérées comme plus digestes et sont souvent recommandées pour les personnes ayant des troubles intestinaux (**Anam.2023**).

Elles sont riches en enzymes, en protéines, en sels minéraux, en vitamines et en fibres. Par exemple, 100 grammes de blé germé contiennent 27 grammes de protéines. De plus, les jeunes pousses de graines germées contiennent également de la chlorophylle, ce qui leur confère une valeur nutritionnelle supplémentaire (**Krissoff.2013**).

Elles ont une excellente biodisponibilité. Grâce à l'élimination de nombreux facteurs antinutritionnels, les vitamines, les minéraux et les acides aminés contenus dans les graines germées sont beaucoup mieux assimilés par notre organisme. Ainsi, ajouter une poignée de graines germées à nos plats permet d'augmenter nos apports nutritionnels, tout en ajoutant très peu de calories(**Krissoff.2013**) .

Les graines germées sont super antioxydantes «lorsque la jeune plante sort de la graine et est exposée à l'air et à la lumière, elle développe des défenses naturelles contre les radicaux libres tels que les polyphénols et les flavonoïdes (**M.J.Gnanwa2021**).

Elles sont riches en micronutriments. Lorsque la plante passe de la graine à la jeune pousse, son métabolisme change complètement, ce qui entraîne une augmentation des vitamines, telles que la vitamine C et la vitamine B9, ainsi que la libération de minéraux. Les apports nutritionnels varient selon les espèces, donc il est recommandé de multiplier les variétés pour bénéficier d'un enrichissement optimal (**Z.Saramkova.2009**).

Les saponines présentes dans les germes ont des propriétés antimicrobiennes élevées contre les levures et les souches bactériennes. Elles peuvent également inhiber certaines enzymes impliquées dans la synthèse des acides gras, ce qui aide à équilibrer le rapport entre le cholestérol HDL et LDL(**William.2011**).

2.6. Dangers des graines germées

La production de graines germées peut présenter des risques pour la santé en raison de la possibilité de contamination bactérienne. Les conditions de production, telles que la chaleur et l'humidité, favorisent la croissance de bactéries telles qu'*Escherichia.coli*, *Salmonella* et *Listeria*.

Des cas de contaminations graves, comme ceux causés par *Escherichia coli* en 2011, ont entraîné des diarrhées hémorragiques et des syndromes hémolytiques et urémiques en France et en Allemagne. Il est donc important de prendre des précautions lors de la consommation de graines germées (**l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, l'environnement et du travail**).

Matériel et méthodes

Matériel et méthodes

1. Matériel utilisés

1.1. Matériel végétale

Pour la réalisation de notre travail, nous avons choisis deux types de céréales dont : le blé dur (*Triticum durum*) et le Triticale.

1.1.1. Blé dur (*Triticum durum*)

Le blé dur est une plante herbacée annuelle, largement consommé pour leurs grains, elle est considérée comme la céréale le plus cultivée dans le monde. Dans notre travaille nous avons choisis une variété locale Algérienne « var :*Boussellam* ».

Les graines utilisées lors de notre expérience sont issus de la coopérative des céréales et des légumes secs de la wilaya d'El Oued (CCLS).



Figure 7: Grains de blé dur « *Triticum durum* var :*Boussellam* »

1.1.2. Triticale (*Triticale secale*)

Le triticale est une céréale hybride issue du croisement entre le blé (genre *Triticum*) et le seigle (genre *Secale*). Créé par l'homme au début de 18ème siècle, il s'agit la première céréale artificielle.

Les graines utilisées lors de notre expérience sont issus de la coopérative des céréales et des légumes secs de la wilaya d'El Oued (CCLS).



Figure 8: Grains de blé dur « Triticale secale var :Elkouhi »

1.2. Matériels chimique

Les produits chimiques utilisés lors de nos expériences sont cité comme suit :

Eau distillé, Chlorure ferrique (FeCl_3), Chlorure d'hydrogène (HCl) , magnésium (Mg) , Acide sulfurique (H_2SO_4) , Chloroforme (CHCl_3) , , Réactif de Mayer, Réactif de Wagner, Hydroxyde de sodium (NaOH) , Solution de fehling, DPPH ($\text{C}_{18}\text{H}_{12}\text{N}_5\text{O}_6$) , Méthanol (CH_3OH), Acétone (CH_3COCH_3), Coomassie Brilliant Bleu R-250 (BBC) , Bovine surom abomine (BSA) , Acide phosphorique (H_3PO_4) , Ethanol ($\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$) , Acide ascorbique ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$), Acide trichloroacétique TCA , Solution de buffer A et B (H_2PO_4).

2.Méthodologie

2.1.Mise à germination

Nous avons sélectionné des graines des céréales (blé et triticales) qui ont presque la même taille et même couleur. Les graines ont été désinfectées par l'eau de javel, et rincé trois fois avec l'eau distillée.

Nous avons utilisé des boîtes de Pétri stériles en plastique de 90 mm de diamètre et d'une hauteur de 13 mm tapissées de disques de papier filtre standard d'un diamètre égal à celui des boîtes. Les graines de chaque espèce sont irriguées avec de l'eau distillée. L'expérimentation est suivie durant 4 jours jusqu'à l'apparition germination totale des graines.



Figure 9: Graines de triticales (Triticales secale) germées après 03 jours.



Figure 10: Graines de blé dur (Triticum durum) germées de variété « Boussellam » après 03 jours.

2.2.Préparation des extraits aqueux

2.1.2.Extraits des grains germés

Cent gramme (100g) des graines germiné de chaque espèce sont soigneusement lavé avec l'eau de robinet puis l'eau distillée. A l'aide d'un mixeur les graines germées sont broyées avec cent millilitres (100 ml) eau distillée glacée, puis une filtration a été faite jusqu'à l'obtention d'un extrait aqueux considéré comme extrait brut.



Figure 11: Préparation de l'extrait des graines germées.

2.1.3.Extrait des graines non germées

100g des graines secs de chaque espèce a été broyé en poudre. Une extraction aqueuse avec de l'eau distillée a été faite avec une agitation pour bien mélanger les composantes de l'extrait.

3.Détermination du rendement

Le rendement de l'extrait brut a été calculé selon la formule suivante :

$$R(\%) = (M / M_0) \times 100$$

- R (%) : Rendement exprimé en %.
- M: Masse en gramme de l'extrait sec résultant.
- M₀ : Masse en gramme du matériel végétal à traiter.

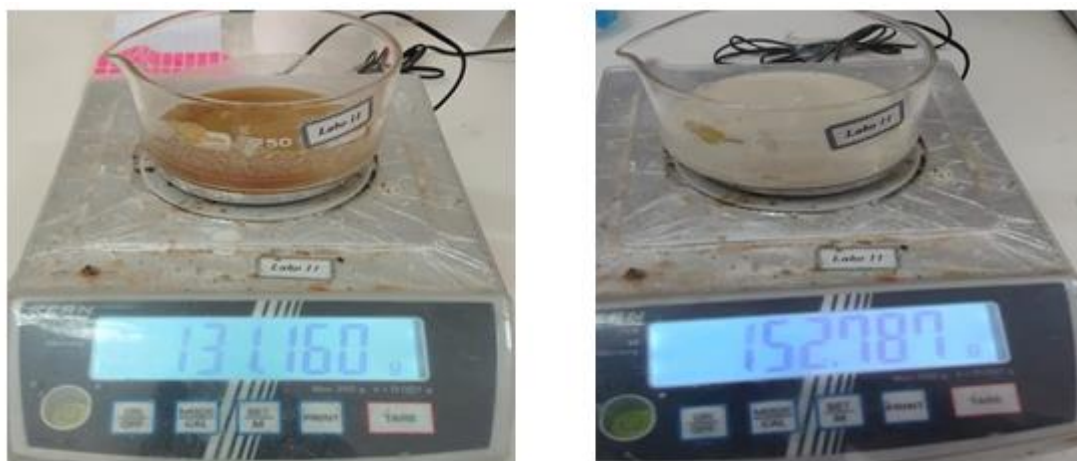


Figure 12: détermination de rendement d'extrait aqueux des graines germé

3.1.Criblage phytochimique

Le criblage phytochimique c'est un ensemble des tests mettent en évidence la présence ou l'absence des substances organiques et naturelles de la plante (El haoud, 2018).



Figure 13: Criblage phytochimique

3.1.1.Saponosides

Dans un tube on a ajouté deux millilitres (2 ml) d'extrait avec un millilitre (1 ml) eau distillé, le mélange est bien agité et on a attendant deux minutes (2 min). L'apparition d'une mousse persistante indique la présence des saponosides.

3.1.2.Tanins

Dans un tube d'essayé un mélange d'un millilitre (1 ml) d'extrait avec un millilitre (1 ml) eau distillé, puis y a ajouté quelque gouttes (deux ou trois gouttes) de chlorure ferrique FeCl_3 . L'apparition de couleur vert foncé ou bleu-vert indique la présence des tanins.

3.1.3.Flavonoïdes

Cinq millilitres (5 ml) d'extrait y a ajouté quelque gouttes (deux ou trois gouttes) d'hydroxyde de sodium HCl , et un peu de magnésium (Mg). On attend trois minute et observé la mélange. Si la couleur apparait on peut dire qu'il y a des flavonoïdes dans l'extrait.

3.1.4.Terpènoïdes

Cinq millilitres (5 ml) d'extrait y a ajouté trois millilitres (3 ml) H_2SO_4 et deux millilitres (2 ml) de chloroforme (CHCl_3). L'apparition de couleur marron indique la présence da terpènoïdes.

3.1.5.Alcaloïdes

Dans un tube été préparé cinq millilitres (5 ml) HCl avec un millilitre (1 ml) d'extrait, le mélange a été chauffé dans bain marie, puis séparé en deux solutions égales, y a ajouté à la première solution quelque gouttes (deux ou trois gouttes) de mayer et l'autre quelque gouttes (deux ou trois gouttes) de wagner. L'apparition des précipitations au dépôt détecté la présence des alcaloïdes.

3.1.6.Quinone libres

Dans un tube contient un millilitre (1 ml) d'extrait y a ajouté quelque gouttes de NaOH 1% ont été attend quelque moment que le résultat apparaisse. Si la couleur apparait vire au jaune, au rouge, ou au violet, on peut dire qu'il y a des quinones libres.

3.1.7.Anthocyanes

Dans ce test, un mélange de deux millilitres (2 ml) d'extrait avec deux millilitres (2 ml) HCl 2N a été préparé pour détecter la présence des anthocyanes. L'apparition d'une couleur rouge qui vire au bleu-violet indique la présence des anthocyanes.

3.1.8.Anthraquines

Dix millilitres (10 ml) D'extrait a été mélangé avec cinq millilitres (5 ml) NaOH dans un tube d'essayé, ce mélange a été resté quelque instant pour observer la résultat. L'apparition d'une couleur violet indique la présence des anthraquines.

3.1.9. Sucres réducteurs

Dans un tube contient cinq millilitres (5 ml) extrait, y a ajouté un millilitre (un ml) solution de Fehling. L'apparition de précipitation rouge brique ou violet au dépôt détecte la présence de sucre réducteurs..

3.2. Activité anti-oxydante

Pour la détection du pouvoir antioxydant des extraits aqueux des grains secs et germés de blé dur et du triticales, nous avons adopté deux méthodes les plus populaires et les plus crédibles.

3.2.1. Teste de réduction du radical DPPH

La méthode de mesure du pouvoir antioxydant par le DPPH (2,2-Diphényl-prirylhydrazine) est basé sur la capacité d'un composé à réduire le radical DPPH .Lorsque le composé anti radicalaire est présent, il va réagir avec le radical DPPH, ce qui entraine un changement de couleur de la solution, passant du violet au jaune. Ce changement de couleur est ensuite quantifié en mesurant l'absorbance de la solution à une longueur d'onde 517 nm à l'aide d'un spectromètre. Plus le changement de couleur est important, plus le pouvoir antioxydant du composé est élevé.

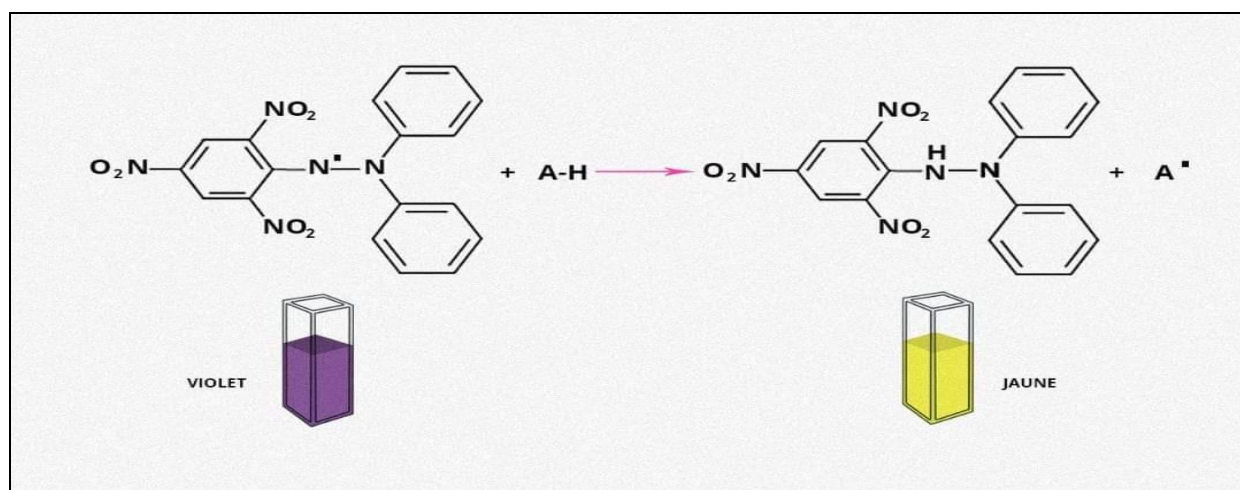


Figure 14: Réduction du DPPH par un anti oxydant

- Préparation de DPPH

Cette activité est mesurée selon le protocole de (L.Lotus et al.2008),(ATHAMINA et al.2010). Quatre grammes de DPPH est dissolue dans 50 millilitres méthanol avant de l'incuber à l'obscurité.

Une série des dilutions a été préparé dans huit tubes de chaque extrait à différentes concentrations, puis 1.95 ml de solution méthanoïque de DPPH est ajouté dans chaque tubes. La lecture est faite à l'aide d'un spectrophotomètre à une longueur d'onde 517 nm après une

incubation pendant 30 min à l'obscurité et à la température ambiante. Le témoin négatif est préparé en mélangeant 50 microlitres de méthanol avec 1,95 ml de solution de DPPH.

On a utilisé l'acide ascorbique comme un antioxydant (témoin positif) pour tracer la courbe d'étalonnage dans les mêmes conditions de l'expérience.

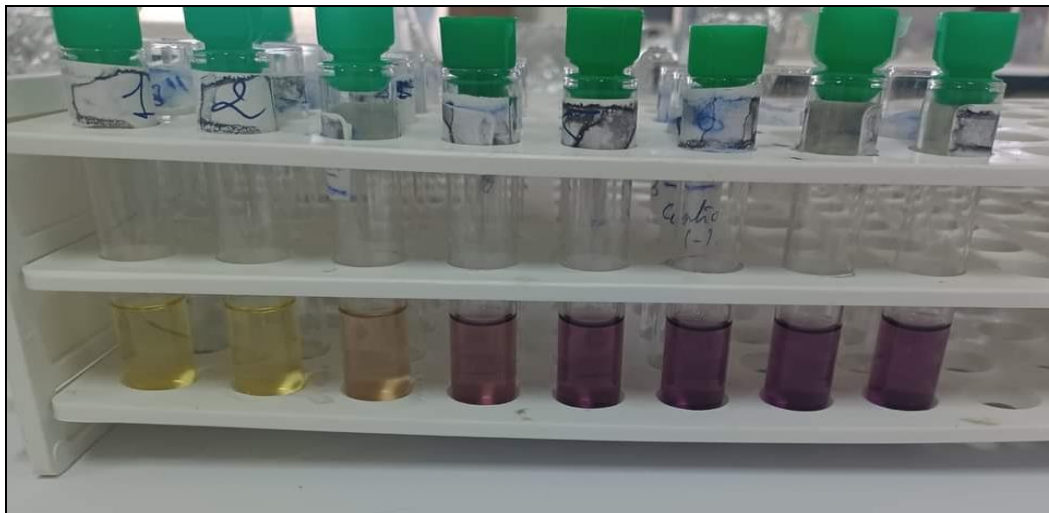


Figure 15: Test DPPH

Résultats et discussion

Résultats et discussion

1. Rendements d'extractions

Les différents rendements obtenus à partir de l'extraction aqueuse des grains germés de blé dur et de triticales ont été enregistrés dans le Tableau suivant :

tableau 2: Rendements d'extraction des graines de blé dur et Triticale

Extrait	Rendement d'extraction (%)
Blé dur	11.59
Triticale	7.68

D'après le **tableau(02)**, On remarque une faible différence dans les rendements d'extraction des grains de blé dur et de triticales sur la base du poids secs. Le rendement le plus élevée est enregistrée dans les grains de blé dur (11.59 %), tandis que le rendement des grains de triticales avait le plus faible (7.68 %).

Le rendement d'extraction des grains des céréales germés dépend de plusieurs facteurs, notamment le processus de germination, les conditions de culture, la variété, et les méthodes d'extraction utilisées. En général, la germination des grains peut entraîner une augmentation de leur volume et de leur poids, mais cela peut également affecter la composition chimique et nutritionnelle.

2. Criblage phytochimique

2.1. Extrait aqueux des grains de blé dur germés et non germés

D'après nos résultats mentionnés dans le **tableau (03)**, nous avons remarqué que l'extrait aqueux des grains germés de blé dur, a une composition phytochimique riche par rapport à l'extrait des grains secs. Les terpénoïdes, les quinones libre et sucres réducteurs ont une forte présence dans l'extrait des grains germés.

D'après (**Maajzobi.2023**), pendant la germination, certains changements biochimiques se produisent qui améliorent la qualité nutritionnelle, les propriétés organoleptiques des graines. Au stade d'imbibition, les graines rétablissent rapidement leurs activité métaboliques et libèrent ou synthétisent l'acide abscissique, l'acide gibbérillique et l'éthylène comme principales hormones végétales qui stimulent la production d'enzyme notamment la cellulase, la phytase, l'amylase, la protéase et la lipase, pour produire des molécules simples nécessaires à la croissance de l'embryon comme le glucose, les acides aminés, le phosphore.. Etc.

Selon le **tableau (03)** les terpénoïdes sont présent dans l'extrait des grains germé alors que sont absent dans l'extrait des grains non germé. Les terpénoïdes sont une classe importante de composés

chimiques présents dans de nombreuses plantes, y compris les grains de blé germé. Selon plusieurs auteurs (**Mofikoya et al, 2022 ; Lobo et al, 2018 ; Xiang et al, 2022**) les terpénoïdes qui peuvent être présents dans les extraits de grains de blé germé sont :

1. **Phytostérols** : des composés végétaux qui ont des structures similaires au cholestérol. Ils sont connus pour leurs propriétés bénéfiques pour la santé cardiovasculaire, notamment pour leur capacité à abaisser le taux de cholestérol sanguin.
2. **Triterpénoïdes** : une classe diversifiée de terpénoïdes présents dans de nombreuses plantes. Certains triterpénoïdes présents dans les grains de blé germé ont montré des activités biologiques intéressantes, telles que des propriétés anti-inflammatoires et anticancéreuses potentielles.
3. **Caroténoïdes** : des pigments naturels présents dans les plantes qui ont des propriétés antioxydantes. Ils jouent un rôle important dans la protection contre les dommages oxydatifs et peuvent avoir des effets bénéfiques sur la santé, notamment en réduisant le risque de maladies chroniques.
4. **Hétérosides terpéniques** : Certains terpénoïdes peuvent être présents sous forme d'hétérosides, c'est-à-dire liés à d'autres groupes chimiques. Ces composés peuvent également avoir diverses activités biologiques et peuvent contribuer aux propriétés pharmacologiques des extraits de grains de blé germé.
5. **Huiles essentielles** : Les huiles essentielles sont des mélanges complexes de terpénoïdes volatils qui peuvent être présents dans les extraits de grains de blé germé. Ces composés peuvent contribuer aux arômes et aux saveurs caractéristiques des grains germés.

Tableau 3: Résultats des tests phytochimique de l'extrait aqueux des graines germée et non germée de blé dur.

Teste	Observation	
	Germé	Non germé
Saponosides	(+)	(-)
Tanins	(-)	(-)
Flavonoïdes	(+)	(-)
Terpénoides	(+++)	(-)
Quinones libre	(+++)	(-)
Alcaloïdes	(-)	(-)
Anthocyanes	(-)	(-)
Anthraquines	(-)	(-)
Sucres réducteurs	(+++)	(+)

2.2. Extrait aqueux des grains de Triticale germés et non germés

D'après nos résultats mentionnés dans le **tableau (04)**, nous avons remarqué que l'extrait aqueux des grains germés de *Triticale*, a une composition phytochimique riche par rapport à l'extrait des grains secs. Les flavonoïdes, les terpénoïdes, les quinones libre et sucres réducteurs ont une forte présence dans l'extrait des grains germés.

Le criblage phytochimique des grains de triticale permet d'identifier les différents composés chimiques présents, ce qui peut fournir des informations importantes sur leur composition nutritionnelle et leurs propriétés bioactives.

La germination des grains de triticale peut entraîner des modifications significatives dans leur composition phytochimique, ce qui peut avoir des implications pour leur valeur nutritionnelle et leurs propriétés bioactives. Certains composés phytochimiques bioactifs, peuvent être produits ou augmentés pendant la germination, ce qui peut avoir des implications pour la santé (**Liu et al, 2014**)

Selon **Guo et al (2012)** la germination des grains de le haricot a considérablement augmenté la teneur en phytochimiques, la teneur en vitamine C et l'activité antioxydante.

Tableau 4: résultats des tests phytochimique de l'extrait aqueux des graines germée et non germée de triticale.

Tests	Observation	
	germé	Non germé
Saponosides	(+)	(-)
Tanins	(-)	(-)
Flavonoïdes	(++)	(-)
Terpénoides	(+++)	(-)
Quinones libre	(+++)	(-)
Alcaloïdes	(-)	(-)
Anthocyanes	(+)	(-)
Anthraquines	(-)	(-)
sucres réducteurs	(+++)	(+)

La richesse en composés secondaire ne se limite pas au blé dur ou au triticales, mais à toutes les graines comme le brocoli, le sésame, luzerne les arachides, selon (M.J.Gnawa2021) et (F.M.T.Kone2021).

3. Etude de l'activité anti-oxydante

3.1. Résultats de DPPH

3.1.1. Extrait aqueux des grains de blé dur germés et non germés

A partir des valeurs obtenues, nous avons calculé les pourcentages d'inhibition des extrait aqueux des grains de blé dur germés et non germés, en utilisant la formule donnée auparavant.

Les valeurs obtenues ont permis de tracer des graphes représentées sur les **figures (17) et (18)**, qui montrent la variation du pourcentage d'inhibition en fonction des concentrations de nos extraits.

D'après les **figures(17) et(18)** l'activité antioxydant est plus élevée chez les extraits des grains germés que l'extrait des grains secs de blé dur.

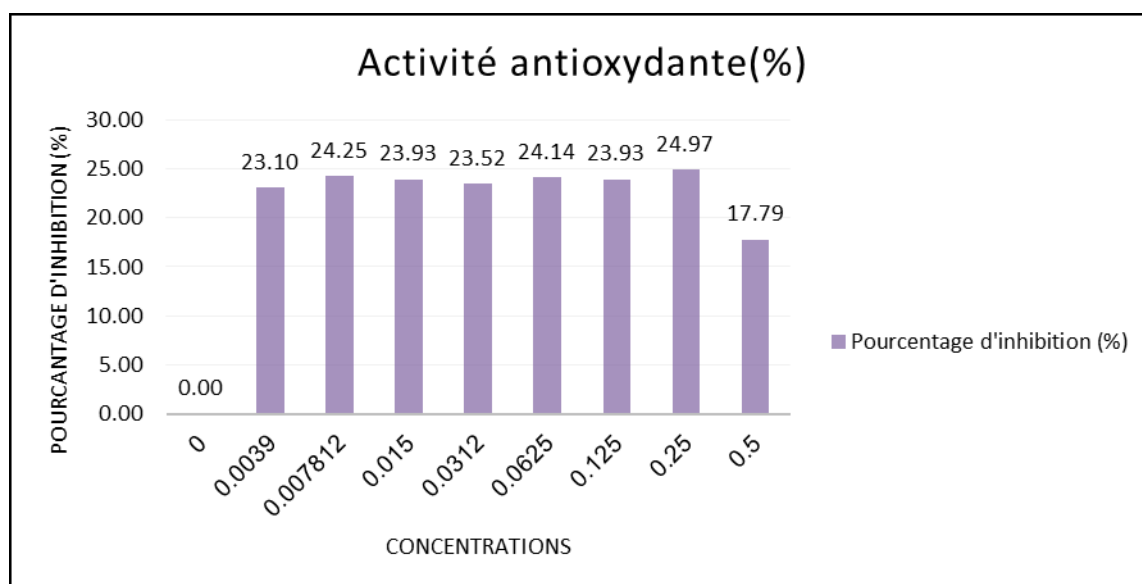


Figure 16: Pourcentage d'inhibition de DPPH en fonction des concentrations de l'extrait des grains germés de blé dur.

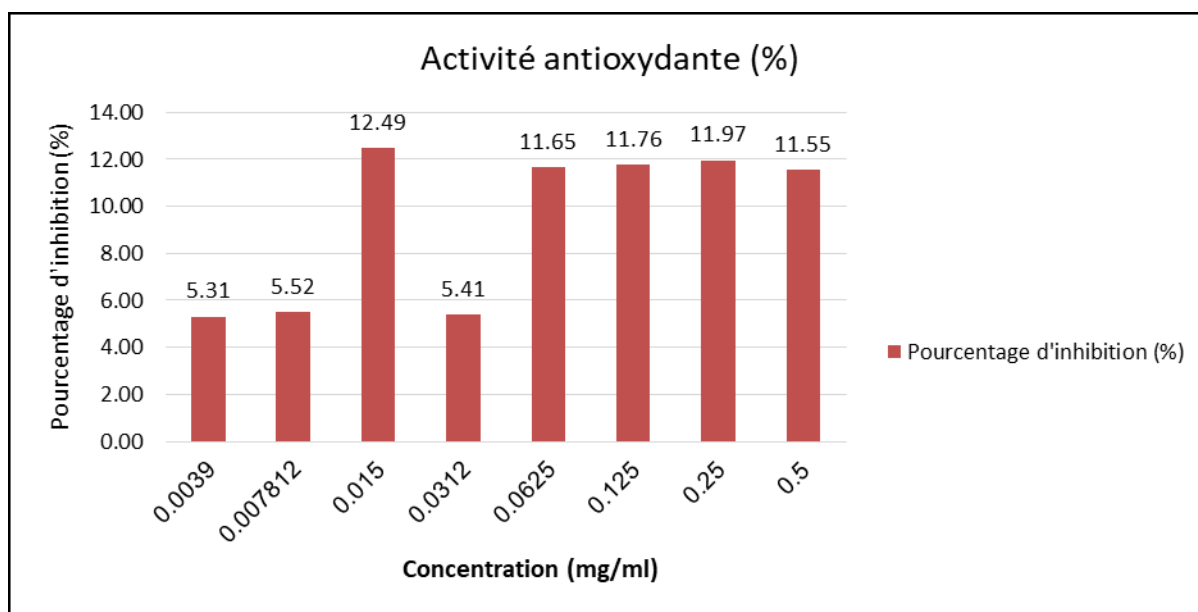


Figure 17: pourcentage d'inhibition de DPPH en fonction des concentrations de l'extrait des grains non germés de blé dur.

3.1.2. Extrait aqueux des grains de Triticale germés et non germés

A partir des valeurs obtenues, nous avons calculé les pourcentages d'inhibition des extraits aqueux des grains de *Triticale* germés et non germés, en utilisant la formule donnée auparavant.

Les **figures (19)(20)** présentes l'activité antioxydante des grains de triticale germé et non germé.

D'après les **figures (19), (20)** nous observons que les valeurs de pourcentage d'inhibition de piégeage des radicaux libres d'extraits aqueux des graines de *Triticale* germées est plus faible que celle des grains secs.

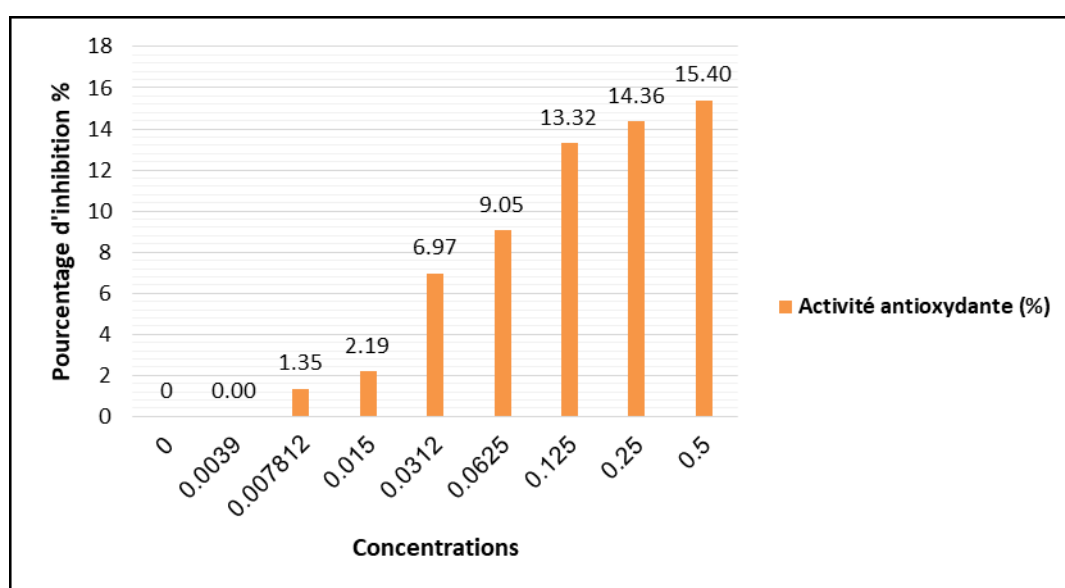


Figure 18: pourcentage d'inhibition de DPPH en fonction des concentrations de l'extrait des grains germés de Triticale.

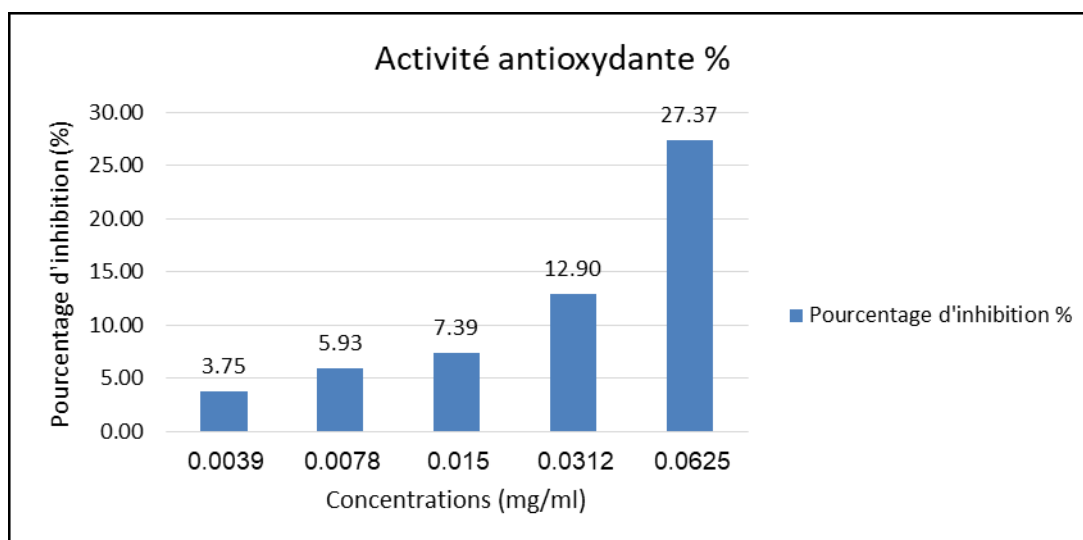


Figure 19: Pourcentage d'inhibition de DPPH en fonction des concentrations de l'extrait des grains non germés de Triticale.

3.1.3. Concentration minimale inhibitrice IC50

L'IC50 exprime la quantité nécessaire pour diminuer 50% de concentration des radicaux libres dans un composé. Ce dernier a une relation inverse avec l'IC50, plus l'activité antioxydante d'un produit est élevée, la valeur d'IC50 est faible. Nos résultats mentent au **tableau(05)**.

D'après le **tableau (05)**, nous observons que les extrait aqueux germées ont le pourcentage d'inhibition de DPPH le plus élevé que les extrait aqueux non germées, où la valeur le plus a été atteint au extrait non germées de *Triticale* de 17.42 mg/ml

Tableau 5: IC50 des extraits des grains germés et non germé.

Extrait	IC50 (mg/ml)	
	Germé	Non germé
Blé dur	13.74	4.43
Triticale	17.42	0.12

Les extraits de grains germés présentent généralement une activité antioxydante grâce à la présence de divers composés bioactif (**Chon et al, 2003**)

Pendant le processus de germination, les grains libèrent des enzymes qui décomposent les nutriments stockés pour soutenir la croissance des jeunes pousses. Cette décomposition conduit souvent à une augmentation des antioxydants, tels que les vitamines C et E, les caroténoïdes, les flavonoïdes et les composés phénoliques (**Pajak et al, 2014**).

Les antioxydants présents dans les grains germés agissent en neutralisant les radicaux libres, des molécules instables qui peuvent endommager les cellules et contribuer au développement de

diverses maladies, notamment les maladies cardiovasculaires, le cancer et le vieillissement prématuré.

Les grains germés avec une activité antioxydante élevée peuvent contribuer à la protection contre les dommages oxydatifs, renforcer le système immunitaire, réduire le risque de maladies chroniques et favoriser une meilleure santé globale

Conclusion

Conclusion

L'objectif de notre travail est la comparaison entre la composition phytochimique et l'activité anti-oxydante des grains germés et non germés de blé dur et celle de triticales cultivées dans une région saharienne.

Les résultats de notre travail montrent que la composition phytochimique des grains de blé germés est plus diversifiée que les grains non germés.

La composition phytochimique de l'extrait aqueux des grains germés de triticales est comparable à celle des grains germés de blé dur, sauf que les anthocyanes sont observés positivement chez les grains de triticales germés.

L'activité antioxydante est plus élevée chez les extraits des grains germés des deux céréales que chez les grains non germés.

L'ajout de grains germés de blé dur à notre alimentation peut être une excellente façon d'augmenter l'apport en antioxydants, ainsi que de bénéficier des autres nutriments essentiels présents dans les grains germés, comme les fibres, les vitamines et les minéraux.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

1. A.Khalid,H.Amjad,M.FTahir.Wheat quality: A review on chemical composition, nutritional attributes, grain anatomy, types, classification, and function of seed storage proteins in bread making quality.Front Nutr. 2023; 10: 1053196. Published online 2023 Feb 24.
2. A.S.Nirmal,R.D. Bhalke, R.S.Jadhav,V.D.Tambe. Oxidants, antioxidants and oxidative Stress. In A. Gvozđjková. Edition. Mitochonrial Medicine.Ed.Springer Science Business Media.2008: 50-54.
3. Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, l'environnement et du travail.
4. Boudjema et al. Screening phytochimique et activités biologiques d'extrait méthanolique obtenu à partir de la plante Melissa officinalis L. Journal of Advanced Research in Science and Technology, 2021, 8(1), 1-10.
5. C.Reed. 1992. Development of storage techniques: A historical perspective. In Storage of Cereal Grains and Their Products. Edited by D. B, Sauer, St Paul.1992: 143-156.
6. C.Sanchez-Moreno,J.A. Larrauri,F. saura-calixto. A procedure to measure the antiradical efficiency of polyphenols. J. Sci. Technol.Int.1998 ,8: 121-137.
7. Chaib,G;Bouchelaleg,A;Talbi,R.ETUDE PHYTOCHIMIQUE DE QUELQUES VARIETES DE BLE TENDRE (TRITICUM AESTIVUM) ET D'ORGE (HORDEUM VULGARE)ET LEURS ACTIVITES BIOLOGIQUES.European Scientific Journal October 2015 edition vol.11, No.30 ISSN: 1857 – 7881 (Print) e - ISSN 1857- 7431.
8. Chon, S. U., Kim, D. K., & Kim, Y. M. (2013). Phenolics content and antioxidant activity of sprouts in several legume crops. Korean Journal of Plant Resources, 26(2), 159-168.
9. Coopérative des céréales et des légumes secs de la wilaya d'El Oued (CCLS).
10. E.Hamid,B.Moncef, B.Assia, T.Hind.R.Bengueddour. SCREENING PHYTOCHIMIQUE D'UNE PLANTE MEDICINALE: MENTHA SPICATA L. Am. J. innov. res. appl. sci. 2018; 7(4): 226-233
11. F. M. T. KONE, I. A. D. KOUAME, M. B. FAULET.QUALITE NUTRITIONNELLE DES GRAINES GERMEES DE SESAME (SESAMUM INDICUM L.) CULTIVEES EN CÔTE D'IVOIRE.25/05/2021.
12. Food and Agriculture Organization of the United Nation.
13. Guo, X., Li, T., Tang, K., & Liu, R. H. (2012). Effect of germination on phytochemical profiles and antioxidant activity of mung bean sprouts (Vigna radiata). Journal of agricultural and food chemistry, 60(44), 11050-11055.
14. H.Habibou;et al.Activité Antioxydante des Extraits Méthanoliques de Differents Organes de Detarium microcarptum Guill. & Perr.European Scientific Journal April 2019 edition Vol.15, No.12 ISSN: 1857 – 7881 (Print) e - ISSN 1857- 7431.

Références bibliographiques

15. Liu, B., Guo, X., Zhu, K., & Liu, Y. (2011). Nutritional evaluation and antioxidant activity of sesame sprouts. *Food Chemistry*, 129(3), 799-803.
16. Lobo, M. G., Hounsome, N., & Hounsome, B. (2018). Biochemistry of vegetables: secondary metabolites in vegetables—terpenoids, phenolics, alkaloids, and sulfur-containing compounds. *Handbook of vegetables and vegetable processing*, 47-82.
17. M.Carcea,A.Editor.Consumption of Sprouts and Perceptions of Their Health Properties in a Region of Northwestern Mexico.2021.Dec.
18. M.Cohen. Stress oxydant, glycation des protéines vieillissements et maladies liées à l'âge. La phytothérapie Européenne.2002. 4 :18-26.
19. M.Majzoobi;et al.Unlocking the Potential of Sprouted Cereals, Pseudocereals, and Pulses in Combating Malnutrition.Foods. 2023.
20. Mofikoya, O. O., Mäkinen, M., & Jänis, J. (2022). Compositional analysis of essential oil and solvent extracts of Norway spruce sprouts by ultrahigh-resolution mass spectrometry. *Phytochemical Analysis*, 33(3), 392-401.
21. P.Feillet. Le grain de blé. Composition et utilisation. Edition INRA.2000: 58-198.
22. Pająk, P., Socha, R., Gałkowska, D., Rożnowski, J., & Fortuna, T. (2014). Phenolic profile and antioxidant activity in selected seeds and sprouts. *Food chemistry*, 143, 300-306.
23. R.M.Samarth., M.Panwar, A.Soni., M.Kumar., A.Kumar .2008. Evaluation of antioxidant and radical-scavenging activities of certain radioprotective plant extract, *Food Chem*.2008. 106: 868-873.
24. T.Ali Dib:P.Monneveux:J.L.Araus.Adaptation à la sécheresse et notion d'idéotype chez le blé dur.II. Caractères physiologiques d'adaptation.HAL Id: hal-02713423.Submitted on 1 Jun 2020.
25. T.Noda·et al.The physicochemical properties of partially digested starch from sprouted wheat grain.Science direct.2003.
26. Xiang, N., Hu, J., Zhang, B., Cheng, Y., Wang, S., & Guo, X. (2022). Effect of light qualities on volatiles metabolism in maize (*Zea mays* L.) sprouts. *Food Research International*, 156, 111340.
27. Z.Šramková et al., Chemical composition and nutritional quality of wheat grain. *Acta Chimica Slovaca*, Vol.2, No.1, 2009, 115 – 138.

