



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
UNIVERSITE ABBES LAGHROUR KHENCHELA
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES



MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du diplôme de

MASTER ACADEMIQUE

FILIERE : Sciences Agronomiques

OPTION : Biotechnologie Végétale

Thème

Production de compléments alimentaires à base de graines de citrouille

Présenté par :

ZOUAOUI Amel

MENCHAR Asma

Soutenu le 22 / 06 / 2024

Mémoire de Master académique soutenu devant le jury composé de :

Président	Mr. MAAMAR Hichem	(M. C. A)	Univ. Abbès Laghrou-Khenchela
Encadreur	Mr. BADIS Zakaria	(M. A. A)	Univ. Abbès Laghrou-Khenchela
Co- Encadreur	M^{me} AROUA Khaoula	(M. C. A)	Univ. Abbès Laghrou-Khenchela
Examineur	Mr. AICHE Mohamed Amine	(M. C. B)	Univ. Abbès Laghrou-Khenchela
Invité	Mr. BOUCHEMA Nadhir	(Docteur)	Univ. Abbès Laghrou-Khenchela

Année universitaire 2024/ 2025

Remerciements

Louange à Dieu, le Tout-Puissant, qui m'a accordé la force, la patience et la persévérance nécessaires pour mener à bien ce travail.

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à mon encadrant M. BADIS Zakaria pour son accompagnement, sa rigueur scientifique, ses conseils avisés et son soutien constant tout au long de la réalisation de ce mémoire.

Mes remerciements les plus sincères vont également à ma co-encadrante Mme AROUA Khaoula, pour sa disponibilité, sa bienveillance et ses remarques pertinentes qui ont grandement enrichi ce travail.

Je suis particulièrement reconnaissant(e) aux membres du jury, en l'occurrence Mme MELLAL Hanene.

M. AICHE Mohamed Amine et Dr. BOUCHEMA Nadhir (membre invitée), pour l'honneur qu'ils m'ont fait en acceptant d'évaluer ce mémoire, ainsi que pour l'intérêt qu'ils ont porté à mon travail et la qualité de leurs observations.

Je remercie également l'ensemble du corps enseignant et administratif du département de biotechnologie de L'Université Abbes Laghrour – Khenchela, pour la qualité de la formation dispensée et le climat propice à la recherche et à l'apprentissage.

Dédicace

Au nom d'Allah, le Tout Miséricordieux, le Très Miséricordieux

Louange à Dieu par la Grâce de qui les bonnes choses s'accomplissent et les rêves deviennent réalité.

À ceux qui ont été, après Dieu, la source de tout bien que j'aie atteint...

À mon père et ma mère : Z. BACHIE et R. ZRIKA. Vos prières ont illuminé mon chemin et votre bonté m'a guidée. Qu'Allah vous récompense du meilleur.

À mon époux bien-aimé : S. NADJIB, un don de Dieu dont je suis fière. Merci pour ta patience, ton soutien et ta présence rassurante.

À mes chers enfants : SIRINA.ISHAK. ROUDAINA.KHADIDJA. que Dieu m'a confiés comme un trésor précieux – vous êtes le battement de mon cœur et la raison de ma persévérance.

À mes frères et sœurs : vous êtes, après Dieu, mon véritable appui. Qu'Allah vous protège et vous comble de bonheur.

À ma chère collègue et partenaire dans ce travail M. ASMA

Merci du fond du cœur pour ta précieuse collaboration et ton engagement. Travailler avec toi a été une expérience enrichissante et un souvenir inoubliable

Je dédie ce modeste travail à tous ceux qui m'aiment, m'ont soutenue et prié pour moi. Qu'Allah le rende utile, accepté, et en fasse une source de bien pour moi et pour les autres.

Et je prie Allah, Le Tout-Puissant, Seigneur du Trône immense, de faire de ce travail une œuvre sincère pour

Sa Face, utile pour moi, mes parents et tous ceux qui le liront ou en tireront profit.

Qu'Il accepte cet effort ici-bas et dans l'au-delà, et qu'Il le place dans la balance de mes bonnes actions le

Jour où je Le rencontrerai.

Amel

Dédicace

Je dédie ce travail modeste, en premier lieu, à mes chers parents, les symboles de générosité et de patience, mon appui inébranlable, mon refuge et ma source de force et de sérénité. Je les remercie du fond du cœur pour leur soutien constant et leurs prières sincères.

À l'âme de mon frère bien-aimé, Zine Eddine, cher à mon cœur... dont l'absence a laissé un vide immense. Je prie Dieu de t'envelopper de Sa vaste miséricorde et de faire du paradis ta demeure éternelle.

À mes chers frères, que Dieu les protège sous Son œil vigilant : Dr. Karim et son épouse, Youssef et son épouse, ainsi que mon petit frère Abdel Fattah. Et à mes précieuses sœurs, baume pour les blessures et havre de paix et de sécurité.

À mes petits chéris, les enfants de mes frères et sœurs, joie de la maison et battements de nos cœurs : Doaa, Aïcha, Mariam, Noursine, Sidra, Razane, Hidaya, Moataz Idriss, Abdallah, Anis et Yazan. Que Dieu vous protège et vous guide vers un avenir radieux.

À tous ceux qui m'ont soutenue dans la réalisation de ce travail, ne serait-ce que par une parole bienveillante ou une prière sincère, je vous exprime ma profonde gratitude. Je tiens à adresser mes sincères remerciements aux ingénieurs du Laboratoire d'Analyses de l'Université Abbas Laghrour – Khenchela, pour leur soutien technique et leur collaboration constructive tout au long de ce travail.

À mes estimés enseignants, à qui je dois l'édification de mes connaissances et l'orientation durant mon parcours universitaire : je vous remercie pour vos efforts et vos précieux conseils. Je tiens à mentionner tout particulièrement : Mon encadrant, Dr. Badis Zakaria, pour ses orientations pertinentes et son suivi constant ; L'enseignante au renom bien établi et amie rayonnante, Arwa Khawla, pour son soutien indéfectible et ses conseils avisés en toutes circonstances ; Pr. Farcha Ezzedine et Pr. Bouchmaa Nadhir, pour leurs remarques constructives et leurs encouragements ; Et mon estimé professeur, Dr. Hamada Youssef, pour son accompagnement constant et son attention particulière à mon parcours académique.

Enfin, à mes chères amies, compagnes de route et fidèles dans les moments mémorables

Asma

Résumé

Résumé

Cette étude s'inscrit dans le cadre de la valorisation des produits végétaux à haute valeur biologique. Elle vise à évaluer l'efficacité fonctionnelle et biologique de l'huile extraite des graines de courge (*Cucurbita pepo*) en tant qu'ingrédient naturel essentiel dans le développement de compléments alimentaires d'origine végétale à usages multiples. Une attention particulière est accordée à ses propriétés antioxydantes, antimicrobiennes, ainsi qu'à son rôle préventif potentiel contre les troubles urinaires, notamment l'hyperplasie bénigne de la prostate (HBP).

Les graines de courge locales ont été utilisées comme matière première, soumises à des étapes de préparation incluant le nettoyage, le séchage et le broyage. L'extraction de l'huile a été réalisée par la méthode d'extraction continue Soxhlet, en utilisant l'hexane comme solvant, soigneusement sélectionné pour son efficacité à extraire les composés lipidiques et les phytostérols sans altérer leur stabilité thermique ou leur activité biologique.

Les analyses effectuées ont permis une caractérisation physico-chimique complète de l'huile (densité, acidité, indices de peroxyde, d'iode et de saponification), en plus de tests d'évaluation de l'activité biologique. L'activité antioxydante a été mesurée par le test DPPH, le contenu total en flavonoïdes a été estimé par méthode colorimétrique, et l'activité antimicrobienne a été déterminée par des tests d'inhibition sur des souches bactériennes de référence.

Les résultats ont révélé une composition riche en acides gras insaturés, accompagnée d'une teneur appréciable en composés phénoliques et flavonoïdiques. L'huile a démontré une activité antioxydante significative ainsi qu'un effet antimicrobien variable selon la nature des souches testées, confirmant son potentiel en tant que composé bioactif.

Ces données soulignent l'importance de cette huile comme ingrédient prometteur dans la formulation de compléments alimentaires ciblant la santé urinaire et la prise en charge naturelle de l'hyperplasie prostatique. Elles ouvrent également la voie à de futures applications pharmaceutiques et cosmétiques. L'étude plaide pour une stratégie de valorisation durable des ressources végétales locales, dans une perspective d'innovation en santé et en nutrition à forte valeur ajoutée.

Mots-clés : *Cucurbita pepo*, huile de graines, activité antioxydante, flavonoïdes, complément alimentaire, santé de la prostate.

Abstract

Abstract

This study falls within the scope of valorizing plant-based products with high biological value. It aims to assess the biological and functional efficacy of pumpkin seed oil

(*Cucurbita pepo*) as a key natural ingredient in the development of multifunctional plant-based dietary supplements. Particular focus is given to its antioxidant and antimicrobial properties, as well as its potential preventive role in urinary tract disorders, especially benign prostatic hyperplasia (BPH).

Locally sourced pumpkin seeds were used as the raw material, undergoing a series of preparation steps including cleaning, drying, and fine grinding. The oil was extracted via Soxhlet continuous extraction using hexane as the solvent, carefully selected for its efficiency in extracting lipids and phytosterols while preserving thermal stability and biological activity.

The extracted oil was subjected to comprehensive physicochemical characterization (density, acidity, peroxide, iodine, and saponification indices), along with bioactivity evaluations. Antioxidant capacity was assessed using the DPPH assay, total flavonoid content was determined via a colorimetric method, and antibacterial activity was evaluated against reference bacterial strains using inhibition zone and minimum inhibitory concentration (MIC) tests.

Results showed that the oil is rich in unsaturated fatty acids, along with a significant content of phenolic and flavonoid compounds. It exhibited notable antioxidant activity and strain-dependent antimicrobial effects, highlighting its potential as a bioactive compound.

These findings underscore the value of pumpkin seed oil as a promising raw material in the formulation of dietary supplements aimed at supporting urinary health and managing prostate disorders. The study also opens prospects for future pharmaceutical and cosmetic applications, advocating for the sustainable use of local plant resources as a strategic axis for innovation in health and high-value nutrition.

Keywords: *Cucurbita pepo*, seed oil, antioxidant activity, flavonoids, dietary supplement, prostate health.

تندرج هذه الدراسة ضمن إطار البحث في استثمار النواتج النباتية ذات القيمة البيولوجية العالية، حيث تهدف إلى تقييم الفعالية الحيوية والتطبيقية لزيت بذور اليقطين (*Cucurbita pepo*) كمكوّن طبيعي أساسي في تطوير مكملات غذائية نباتية متعددة الوظائف، مع تركيز خاص على خصائصه المضادة للأكسدة، والمضادة للميكروبات، إضافة إلى دوره الوقائي المحتمل في اضطرابات الجهاز البولي، ولا سيما تضخم البروستاتا الحميد (BPH).

تم اعتماد بذور يقطين محلية كمادة أولية، خضعت لعمليات تحضير شملت التنظيف، التجفيف، والطحن، أعقبتها عملية استخلاص للزيت بطريقة الارتشاح المتكرر (Soxhlet) باستخدام مذيب الهكسان المختار بدقة لقدرته على استخلاص المركبات الدهنية والفيستوليرولات بكفاءة، دون التأثير على استقرارها الحراري أو فقدان نشاطها البيولوجي.

وقد شملت التحاليل المجراة توصيفاً فيزيائياً وكيميائياً شاملاً للزيت، بما في ذلك قياسات الكثافة، الحموضة، مؤشرات البيروكسيد واليود والتصبّن، إلى جانب اختبارات الفعالية البيولوجية؛ حيث تم تقييم النشاط المضاد للأكسدة باستخدام اختبار DPPH، وتقدير المحتوى الكلي من الفلافونويدات عبر الطريقة اللونية، إضافة إلى تحديد الفعالية المضادة للميكروبات من خلال اختبارات مناطق تجاه سلالات بكتيرية مرجعية متنوعة.

أظهرت النتائج أن الزيت المستخلص يتمتع بتركيبية غنية بالأحماض الدهنية غير المشبعة، بالإضافة إلى محتوى ملحوظ من المركبات الفينولية والفلافونويدية، كما أبان عن نشاط مضاد للأكسدة معتبر، ونشاط مضاد للميكروبات يختلف باختلاف نوع السلالة البكتيرية المستهدفة، مما يؤكد إمكاناته كمكوّن فعّال بيولوجياً.

تدل هذه المعطيات على أهمية زيت بذور اليقطين كمادة أولية واعدة في تحضير مكملات غذائية موجهة لدعم الصحة البولية وعلاج البروستاتا وتقليل الإجهاد التأكسدي، وتفتح آفاقاً نحو استغلاله في تطبيقات دوائية وتجميلية مستقبلية. كما تؤكد الدراسة ضرورة ترسيخ نهج استغلال مستدام للموارد النباتية المحلية، كأداة استراتيجية لتعزيز الابتكار في الصناعات الصحية والغذائية ذات القيمة المضافة العالية.

الكلمات المفتاحية: *Cucurbita pepo*، زيت البذور، النشاط المضاد للأكسدة، الفلافونويدات، المكملات الغذائية، صحة البروستات.

Liste des figures

Liste des figures

Figure 1. Les différents organes de la citrouille (Cucurbitapepo).....	5
Figure 2: (Préparation des graines pour l'extraction de l'huile).....	8
Figure 3. Évaluation de l'activité antimicrobienne de l'extrait : test des zones d'inhibition et des CMI	10
Figure 4. Effet de la concentration d'huile sur l'absorbance au DPPH à 517 nm.....	44
Figure 5. Boite à moustaches des CMI pour différentes souches bactériennes	21
Figure 6: Stockage des extraits dans des flacons hermétiques	P2
6	
Figure 7. Appareil d'extraction Soxhlet utilisé dans cette étude.....	P32
Figure 8: Préparation des graines pour l'extraction de l'huile.....	P32
Figure 9: Flacon de n-Hexane solvant utilisé dans l'extraction des huiles de graines de citrouille.....	P33
Figure 10. Évaluation de l'activité antimicrobienne de l'extrait : test des zones d'inhibition et des CMI.....	P41
Figure 11. Boite à moustaches des CMI pour différentes souches bactériennes.....	p42
Figure 12. Effet de la concentration d'huile sur l'absorbance au DPPH à 517 nm.....	p43

Liste des tableaux

Liste des tableaux

Table 1: Classification de <i>Cucurbitapepo</i>	5
Table 2: Liste des pays par production de citrouille Source	6
Table 3: Composition nutritionnelle de la citrouille (AimiFadzirul, K et all., 2018).....	9
Table 4: Valeurs nutritionnelle	10
Table 5: Composition de graine de citrouille	11
Table 6: Les principaux réactifs et leur usage	31
Table 7: La liste principale des équipements.....	32
Table 8: Préparation des dilutions d'huile :.....	37
Table 9. Évaluation de l'activité antimicrobienne de l'extrait : test des zones d'inhibition et des CMI	41
Table 10: Évaluation comparative de la teneur en composés absorbants à 510 nm dans deux types d'huiles.....	43
Table 11: Effet de la concentration d'huile sur l'absorbance au DPPH à 517 nm.....	43
Table 12: Analyse de la variance (ANOVA à un facteur) Table 13: Analyse post-hoc : Test de Tukey HSD.....	46
Table 13: Analyse post-hoc : Test de Tukey HSD.....	47

Liste des abréviations

Liste des abréviations

- **ACE** : Acides aminés essentiels
- **AO** : Acidité oleique
- **ARA** : Acide Ricinoléique Apolipoprotéine
- **BMI** : Indice de masse corporelle (Body Mass Index)
- **CPI** : Capacité de peroxyde initiale
- **DPPH** : Diphenyl-2-picrylhydrazyl
- **FB** : Fibres
- **FA** : Acides gras
- **GEL** : Gelée
- **HDL** : Lipoprotéines de haute densité
- **LM** : Lipides totaux
- **LVP** : Lipides saturés
- **MFA** : Masses des fractions d'acides gras
- **MF** : Matières fixes
- **NP** : Nutritionnellement important
- **PH** : Potentiel hydrogène (pH)
- **SA** : Sélimine d'acides gras
- **TEAC** : Capacité d'absorption du chromogène (Total Equivalents Antioxidants Capacity)
- **TP** : Teneur en protéines
- **VLDL** : Lipoprotéines de très basse densité
- **VFA** : **Acides gras libres**

Tableaux des matières

Tableaux des matières

Tableaux des matières

Remerciements	2
<i>Dédicace</i>	3
Résumé.....	5
Abstract.....	6
ملخص.....	7
Liste des figures.....	8
Liste des tableaux.....	9
Liste des abréviations.....	10
Table des matières.....	12
Introduction Générale.....	1
I.1. Historique.....	4
I.2 Définition de la citrouille.....	4
I.3 La citrouille est-elle un fruit ou un légume.....	4
I.4 Origine et domestication de citrouille.....	4
I.5 Description de la citrouille.....	4
I.6 Description botanique.....	5
I.7. Classification de <i>Cucurbitapepo</i>	5
I.8. Pays producteurs de citrouille.....	6
I.8.1. Dans le monde.....	6
I.8.2. En Algérie.....	6
I.9. Utilisation de la citrouille.....	7
I.9.1 Utilisation culinaire.....	7
I.9.2. Utilisation industrielle.....	7
I.10. Composition chimique et molécules bioactives.....	8
I.11. Caractéristiques et Bienfaits et Utilisations de La Citrouille.....	9
I.12 Bienfaits des Graines de Citrouille.....	12
I.13 Méthode de préparation des graines de citrouille.....	13
I.14. Huile de graines de citrouille.....	13
I.15. Bienfaits de l'huile de graines de citrouille.....	13
I.15.1 Avantages nutritionnels de l'huile de citrouille.....	13
I.17. Comment prendre de l'huile de pépins de citrouille en médecine.....	14
II.1. Définition.....	17
II.2 Extraction par solvants organiques : principe et application.....	17

Tableaux des matières

II.3 Extraction Soxhlet : dispositif et fonctionnement.....	19
II.4 Extraction Soxhlet : dispositif et fonctionnement.....	19
II.5. Le dispositif de Soxhlet comprend trois composantes principales :	20
II.5.1. Avantages de la méthode Soxhlet.....	20
II.6. Évaporation du solvant : usage du rotavapor (Rotary Evaporator)	21
II.7 Méthodes post-extraction : principes analytiques des tests biochimiques.....	22
II.7.1 Principe du test DPPH	22
II.7.2 Dosage colorimétrique des flavonoïdes totaux	22
II.8. Facteurs influençant le rendement d'extraction	23
II.9. Critères de choix de la méthode d'extraction	24
II.10. Avantages et limites des méthodes utilisées	26
II.11. Stockage et stabilité des extraits.....	27
Chapitre III :	29
Matériel et Méthodes.....	29
III.1. Introduction générale	30
III.2. Matériel végétal et préparation de l'échantillon	30
III.2.1. Origine et nature de la matière première	30
III.3. Réactifs et matériaux utilisés	31
III.4. Équipements et dispositifs de laboratoire	31
III.5. Extraction de l'huile par la méthode Soxhlet.....	32
III.5.1. Principe	32
III.5.2. Protocole expérimental.....	33
III.5.3. Solvant n-Hexane utilisé pour l'extraction	34
III.5.4. Rendement d'extraction	34
III.6. Analyse des métabolites secondaires par chromatographie (CCM)	34
III.6.1. Objectif de l'analyse.....	34
III.6.2. Matériel et méthode.....	34
III.7. Activité antibactérienne	35
III.8. Dosage colorimétrique des flavonoïdes totaux	35
III.8.1. Principe de la méthode	35
III.8.2. Protocole expérimental.....	36
III.9. Traitement des données et analyse statistique	36
III.9.1. Reproductibilité.....	37
III.10. Évaluation de l'activité antioxydante par le test DPPH.....	37
III.10.1. Principe du test	37
III.10.2. Matériel et réactifs.....	37

Tableaux des matières

III.10.3. Préparation des solutions.....	37
III.10.4. Protocole expérimental.....	38
III.10.5. Calcul du pourcentage d'inhibition	38
III.11. Contrôle de qualité et rigueur expérimentale	38
III.11.1. Conditions contrôlées.....	38
III.11.1. Calibration et nettoyage	38
III.12. Répétabilité.....	38
Conclusion.....	39
Chapitre IV.....	40
Résultats et discussion.....	40
IV. Résultats.....	41
IV.1. Analyse des métabolites secondaires par chromatographie (CCM).....	41
IV.2. Activité antibactérienne.....	41
IV.3. Concentration Minimale Inhibitrice (CMI).....	42
IV.4. Dosage colorimétrique des flavonoïdes totaux	43
IV.5. Évaluation de l'activité antioxydante par le test DPPH	43
IV.6. Traitement des données et analyse statistique	44
IV.7. Discussion.....	46
IV.7.1. Rendement d'extraction et comparaison avec la littérature	47
IV.7.2. Activité antibactérienne	47
IV.7.3. Propriétés antioxydantes et test DPPH.....	47
IV.7.4. Dosage des flavonoïdes et comparaison avec d'autres huiles	48
IV.7.5. Activité antibactérienne	48
IV.8. Limites de l'étude et perspectives	49
Conclusion générale	51
Références bibliographiques	54

Introduction

Introduction

Introduction Générale

L'industrie des compléments alimentaires connaît un essor considérable ces dernières années, en raison d'une demande croissante pour des produits naturels reconnus pour leurs bienfaits sur la santé. Parmi ces produits, les graines de citrouille (*Cucurbitapepo*) ont attiré une attention particulière en raison de leurs nombreuses vertus, notamment pour la santé de la prostate, la gestion des troubles urinaires, ainsi que leurs propriétés anti-inflammatoires et antioxydantes (Fruhirth & Hermetter, 2007).

Riches en acides gras insaturés, en zinc, en vitamines et en phytostérols, elles représentent un sujet d'intérêt croissant dans la recherche sur les compléments destinés à traiter des affections bénignes telles que l'hyperplasie bénigne de la prostate (HBP) (Tsai et al, 2006).

La prostate constitue un organe essentiel de la santé masculine, en particulier à partir de la cinquantaine. Les troubles prostatiques comme l'HBP, bien que non cancéreux, provoquent des symptômes désagréables affectant fortement la qualité de vie : envies fréquentes d'uriner, nycturie, sensation de vidange incomplète de la vessie (Berry et al., 1984). Si les traitements conventionnels (alpha-bloquants, inhibiteurs de la 5-alpha-réductase) sont généralement efficaces, ils s'accompagnent fréquemment d'effets secondaires indésirables tels que vertiges, diminution de la libido ou dysfonction érectile (Andriole et al., 2004). Cela pousse de plus en plus de patients à se tourner vers des alternatives naturelles, notamment les compléments alimentaires à base de plantes médicinales.

Dans ce contexte, l'huile de graines de citrouille apparaît comme une solution prometteuse. Traditionnellement utilisée pour soulager les troubles urinaires, elle contient des *cucurbitacines*, des composés aux effets anti-inflammatoires notoires et capables d'inhiber l'enzyme 5-alpha-réductase impliquée dans le développement de l'HBP (Gossell-Williams et al., 2006 ; Horvath et al., 2002). Sa richesse en acides linoléique et oléique, ainsi qu'en vitamine E, renforce son intérêt en tant que base de produits nutraceutiques (Stevenson et al., 2007).

Cependant, pour garantir l'efficacité d'un complément alimentaire, il est essentiel d'optimiser l'extraction des principes actifs présents dans les graines. La méthode d'extraction par solvant, notamment via l'appareil Soxhlet avec de l'hexane, est fréquemment utilisée pour obtenir un rendement élevé en lipides et phytostérols tout en préservant la stabilité thermique des composés sensibles (Azadmard-Damirchi et al., 2005). Cette méthode nécessite néanmoins une étape de purification pour éliminer les traces de solvant.

Ce mémoire s'inscrit dans une démarche d'évaluation du potentiel de l'huile de graines de citrouille dans la formulation de compléments alimentaires naturels. Elle a pour objectifs de :

Introduction

1. Caractériser l'huile extraite des graines de citrouille par extraction Soxhlet avec hexane, en analysant son rendement, ses propriétés physico-chimiques (densité, indices d'acide, d'iode, de saponification, etc.), et sa composition lipidique.
2. Explorer le potentiel biologique de cette huile à travers l'analyse des données scientifiques disponibles relatives à son efficacité contre les troubles prostatiques.
3. Évaluer l'intérêt de cette huile comme complément alimentaire naturel, en étudiant les effets de ses composants bioactifs et leurs mécanismes d'action sur la prostate.

L'objectif global de ce travail est de promouvoir l'utilisation des ressources végétales locales dans une approche préventive des troubles urologiques. En mettant en lumière les vertus thérapeutiques de l'huile de graines de citrouille, cette recherche propose une approche phytothérapeutique fondée sur des preuves scientifiques solides, et ouvre des perspectives pour le développement de produits nutraceutiques innovants et durables.

Chapitre I :

Généralité sur citrouille

(Cucurbitapepo)

I.1. Historique

Les citrouilles sont originaires d'Amérique centrale, où les fruits et surtout les graines étaient consommées par les Indiens; mais une grande part de leur évaluation s'est déroulée en Europe, suite aux expéditions de Christophe Colomb dans le nouveau monde au XVIème siècle. L'huile a été extraite des graines depuis le XVIIème siècle, découverte par un botaniste Autrichien en 1934 (Ahamat-Silaye, 1981).

I.2 Définition de la citrouille

La citrouille est une plante herbacée du genre *Cucurbita* et la famille de *Cucurbitacées*, elle est originaire d'Amérique et elle est réponde dans le monde entier (Colagar, A. H et *al.*2012). Les citrouilles varient en forme, taille, poids et couleur La plupart des citrouilles sont rondes, mais certaines sont oblongues en forme de poire. Les diamètres des citrouilles vont de 5 cm à plus de 50 cm (Caili et *al.*, 2006).

I.3 La citrouille est-elle un fruit ou un légume

Tout dépend de votre point de vue. C'est une légumineuse si elle est consommée avec le plat principal, comme en dessert, comme dans une tarte, c'est un fruit. Divisez la potion en deux en la qualifiant de légumineuse plus fruitée. (Hodgson, 2009)

I.4 Origine et domestication de citrouille

La citrouille est une très ancienne plante retrouvée dans des restes archéologiques américains. Son origine est située en Amérique, mais il existe des *Cucurbitapepo* sauvages en Afrique (Ghedira et Goetz, 2013).

En Europe et en Russie, la consommation des citrouilles s'est généralisée au les citrouilles en XIXème siècle suite à la découverte du nouveau monde (Marianne, 2006).

I.5 Description de la citrouille

La citrouille appartenant à la famille des Cucurbitacées est une culture saisonnière composée de mésocarpes succulents et de nombreuses graines (Jinet autres., 2013). Et traditionnellement utilisé comme aliment destiné à l'alimentation humaine et animale. La citrouille est originaire d'Amérique centrale et environ 26 espèces sont signalées dans le monde. (Montesanoet autres., 2018). La couleur orange de la peau et de la chair du potiron

est due à la présence de caroténoïdes (Azizahet autres., 2009), aussi la citrouille est considérée comme un légume source d'antioxydants, riche en vitamines et en minéraux (Rahman R, et al,2019).

I.6 Description botanique

La citrouille est un fruit issu d'une plante herbacée, annuelle à longue tige très vigoureuse, rampante, qui s'accroche par des vrilles ramifiées à tout support. Ses feuilles sont grandes, cordiformes, à nervation palmées, formant cinq lobes arrondis avec de grandes fleurs (5 à 10 cm) pentamères, unisexuées, de couleur jaune (Wichtl et Anton, 2003; Bruneton, 2009). Le fruit est une grosse baie volumineuse avec une chair épaisse de couleur jaune orangé (Polèse, 2006), renfermant de nombreuses graines dans une pulpe spongieuse. Ses graines sont aplaties, de forme ovale, blanchâtre (Wichtl et Anton, 2003; Bruneton, 2009). Les différents organes de la citrouille (*Cucurbitapepo*) sont illustrés dans La Figure 01

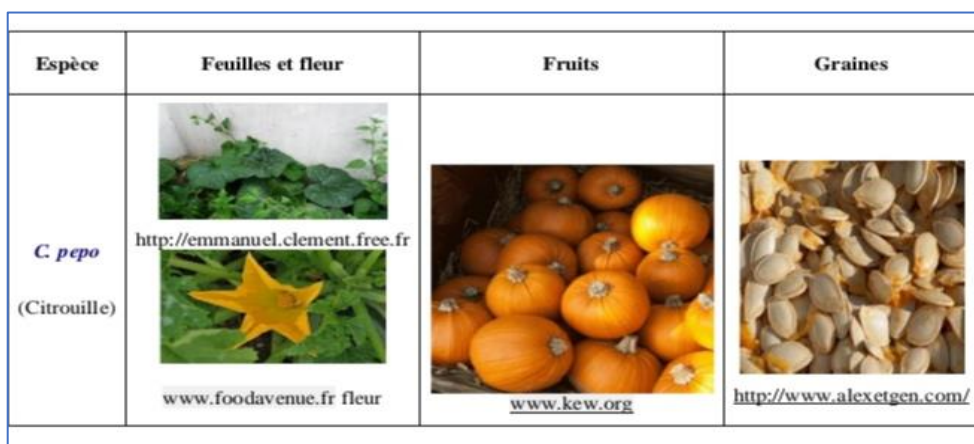


Figure 1.Les différents organes de la citrouille (*Cucurbitapepo*). Morphologie de *Cucurbita pepo* feuilles, fleurs, fruits et graines.(Source : Espénoza et al.,2016)

I.7. Classification de *Cucurbitapepo*

La classification de *Cucurbitapepo* est représentée dans le Tableau 01:

Tableau 1: Classification de *Cucurbitapepo* (Vanier, 2007)

Règne	Plantae
Division	Manoliophyta
Subdivision	Spermatophytes
Classe	Magnoliopsida
Superordre	Rosanae

Ordre	Cucurbitales
Famille	Cucurbitaceae
Genre	<i>Cucurbita</i>
Espèce	<i>Cucurbitapepo</i>

I.8. Pays producteurs de citrouille

Au totale, 26 522 472 tonnes de citrouilles sont produites chaque année dans le monde. Avec un volume de production de 7 838 809 tonnes par an, la chine est le premier producteur mondial de citrouille (Tab.02)

Avec 5 073 678 tonnes de production annuelle, l'inde occupe la deuxième place. (Atlas big.2018-2021)

I.8.1. Dans le monde

La citrouille est cultivée à l'échelle mondiale sur environ 3 millions d'hectares, produisant 27,832 millions de tonnes produites dans le monde. La République populaire de Chine est le plus grand producteur de citrouilles au monde avec 7377604.84 tonnes de production par an. Inde arrive deuxième avec la production annuelle de 5 203 113,51 tonnes, L'Ukraine occupe la troisième position avec une production annuelle de 1 097 780 tonnes, suivie de près par la Russie avec 1050 034 tonnes et les États-Unis sont les cinquièmes avec une production annuelle de 1 025 777 tonnes (Tab.2). (FAOSTAT, 2022).

I.8.2. En Algérie

En Algérie (Tab.02), la citrouille locale (*Cucurbitapepo*) est largement cultivée dans plusieurs grandes zones de culture (Biskra, Ourgla) depuis de nombreuses décennies et peut être considérée comme l'une des principales cultures marai cheres (Benalia et al., 2015). La production selon la FAOSTAT 2022 est de 400490.25 tonnes (FAOSTAT, 2022).

Tableau 2: Liste des pays par production de citrouille (Atlas big, 2018-2021)

Pays	Production par habitant (kg)	Production. (tonnes)	Superficie (ha)	Rendement (kg/ha)
Chine	5.624	7838809	425 230	18.434,3
Inde	3.796	5073678	753 528	9.595,6
Russie	8.338	1224711	012 57	21.481,6

Ukraine	28.625	1209810	600 58	20.645,2
USA	3.067	1005150	640 41	24.139
Mexique	5.428	677 048	721 36	18.437,7
Indonésie	2.277	325 603	828 8	68.342.2
Italie	9.6	580 188	486 18	31.385
Cuba	64.24	518.862	018 57	100.9
Turquie	6,064	489.999	697 106	592,4 4
Algérie	6,371	271.054	12.349	21.949,9

I.9. Utilisation de la citrouille

I.9.1 Utilisation culinaire

La citrouille est devenue un ingrédient très prisé dans de nombreux produits alimentaires en raison de sa richesse en composants nutritionnels. Elle est largement utilisée dans diverses préparations culinaires, que ce soit sous sa forme fraîche ou comme ingrédient dans des recettes telles que les tartes, les soupes, les ragoûts et le pain (Ratnayake et *al.*, 2004). La pulpe de citrouille est particulièrement appréciée pour la fabrication de confitures, de marmelades et de purées (Santos Jr., 2017).

De plus, l'incorporation de poudre de citrouille a été remarquée pour améliorer les caractéristiques théologiques, sensorielles et qualitatives du pain taftoon (Davoudi et *al.*, 2020). Par ailleurs, la farine de graines de citrouille, riche en nutriments, trouve une application comme ingrédient fonctionnel et substitut de graisse dans les boulettes de viande de bœuf (Öztürk et Turhan, 2020). En outre, les fruits de la citrouille subissent souvent des processus de transformation pour donner lieu à divers produits tels que des aliments séchés, du jus de des cornichons (Nawirska et *al.*, 2009)



Figure2: Utilisation culinaire de la citrouille

I.9.2. Utilisation industrielle

La citrouille est hautement recherchée dans l'industrie alimentaire en raison de sa richesse en nutriments essentiels. Les citrouilles sont principalement cultivées pour leur chair savoureuse et leurs graines, qui sont utilisées dans l'alimentation humaine. De plus, leur poudre est également employée comme arôme dans divers produits alimentaires tels que les bonbons, le café et les produits de boulangerie, ainsi que dans l'alimentation du bétail (Ceclu et Nistor, 2020).(Fig.2)

Outre sa chair, souvent mise en valeur pour ses qualités gustatives, les graines de citrouille suscitent un intérêt particulier en raison de leur composition chimique et de leurs propriétés thérapeutiques et industrielles (Paris, H.S., 2017). Elles sont utilisées pour extraire de l'huile, intégrées dans des produits de boulangerie ou consommées en tant que collation (Schaffer, 2016).

Les cucurbitacées sont également cultivées pour servir d'ornements, et les coquilles de citrouille séchées peuvent être utilisées comme conteneurs de stockage ou même comme instruments de musique. Certaines variétés de citrouilles sont utilisées à des fins médicales et autres (McCreight, 2016). En outre, la citrouille est présente dans l'industrie cosmétique, où elle est utilisée dans la fabrication de gommages pour la peau, de masques corporels, de beurre

Corporel, d'huiles de massage, de lotions de massage et de masques faciaux secs. Elle est également utilisée dans la fabrication de compléments alimentaires, de suppléments. Nutritionnels et même de médicaments (Hussain et *al.*, 2022).

I.10. Composition chimique et molécules bioactives

La citrouille est principalement composée de pulpe et de graines, et elle contient une grande quantité d'acides aminés, à la fois essentiels et non essentiels, qui sont indispensables pour le bon fonctionnement physique et mental (Takahashi et *al.*, 2011). Parmi ces acides aminés, l'acide glutamique est présent en plus grande quantité parmi les essentiels, tandis que la lysine est plus abondante parmi les non essentiels (Takahashi et *al.*, 2011).

En plus des acides aminés, la citrouille renferme d'autres composants importants tels que des protéines brutes, des graisses, des cendres, des fibres brutes, et elle est une source riche en énergie et en nutriments. Elle est également une excellente source des molécules bioactives: de polyphenols et de caroténoïdes, tels que la lutéine (qui lui donne une teinte jaune vif) et le B-carotène (qui lui donne une teinte orange) (Dhiman et *al.*, 2009).

C'est une bonne source en éléments nutritifs tels que le potassium et les vitamines B2, C,E et des précurseurs de la vitamine A (Gliemmo *et al.*, 2009). (Tab.3)

Tableau 3: Composition nutritionnelle de la citrouille (Aimi Fadzirul, K *et al.*, 2018)

Constituant(s)	Teneur	AJR / Selon Règlement (UE) n° 1169/2011)
Eau (g/100g)	89	/
Protéines (g/100 g)	4.0	50 (g)
Graisse (g/100 g)	02	70 (g)
Glucides (g/100 g)	2.0	260 (g)
Fibres (g/100 g)	2.4	2-8 (g)
Ca (mg/100 g)	475	800 (mg)
P (mg/100 g)	175	700 (mg)
Fe (g/100 g)	0.8	14 (mg)
b-Carotene (mg/100 g)	10	/
Thiamine (mg/100 g)	0.08	1.1 (mg)
Riboflavine (mg/100 g)	0.06	1.4 (mg)
Niacine (mg/100 g)	0.3	16 (mg)
Acide ascorbique (mg/100 g)	80	375 (mg)
Al (mg/g poids sec)	9.21	2 (mg)
Cr (mg/g poids sec)	2.84	40 (ug)
Cu (mg/g poids sec)	15.4	1 (mg)
K (mg/g poids sec)	5.70	2000 (mg)
Mg (mg/g poids sec)	5.60	375 (mg)
Na (mg/g poids sec)	6.90	/
Zn (mg/g de poids sec)	113	10 (mg)

I.11. Caractéristiques et Bienfaits et Utilisations de La Citrouille

A. Le Fruit de la Citrouille

Morphologie du fruit :

La citrouille a une forme ronde et est de couleur orange. Son pédoncule est robuste et flexible, avec cinq cotés inclinés et aucun pli au point d'attache. Sa chaise est un enchevêtrement d'enchevêtrements. (Techno-Science.net, 2022)

B. La composition de pulpe

La citrouille, pulpe, crue contient une forte proportion de sucres et peu de protéines pour 100g. Le macronutriment qu'il contient peut-être capable de fournir de l'énergie aux cellules.(fig3)

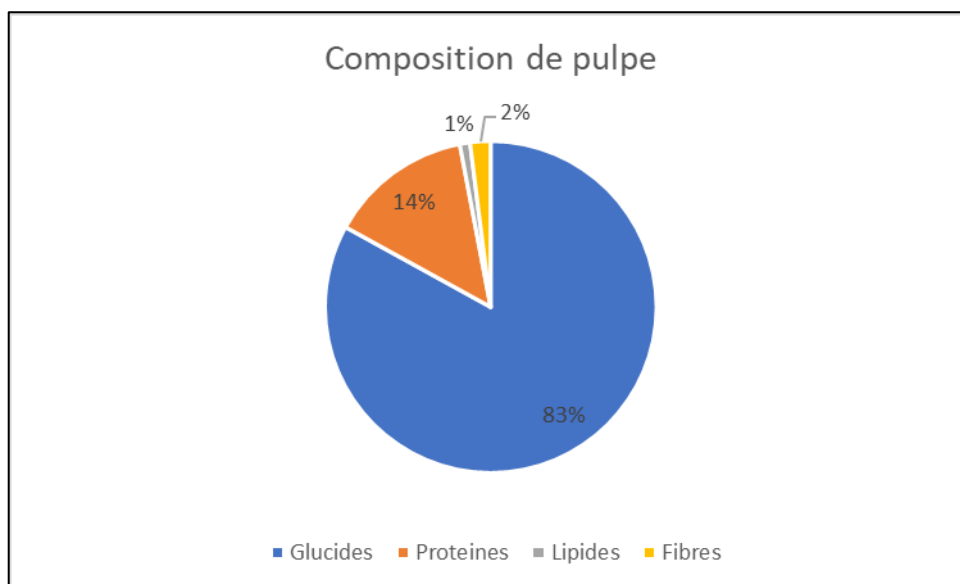


Figure 3: La composition de pulpe (Alimentation & nutrition)

Tableau 4: Valeurs nutritionnelles (Alimentation & nutrition)

Appellation	Teneur moyenne
Glucides	6g
Protéines	1g
Lipide	0,1 g
Fibre	0,5 g
Eau	91,6 g
Cendre	0,8 mg
Energie	29 kcal

C. Conseils pour Choisir une Bonne Citrouille

- Choisir un fruit lourd et ferme.
- Éviter les fissures, taches ou points faibles.
- La peau mûre résiste aux griffures.
- Une tige verte et ferme indique la fraîcheur.
- Préférer une couleur orange éclatante. (Promix, 2022)

D. Les Graines de Citrouille

Description

Les graines en forme d'ovode se trouvent à l'intérieur de fruit. Le grain est aplati, blanche, et il y a environ 450 grains d'affilée. (Miaina, 2017)

Les vertus de graine de citrouille

Les pépins d'agrumes, bien que peu connus et fréquemment jetés après la préparation d'un plat à base d'agrumes, sont particulièrement bénéfiques pour la santé. Par conséquent, la consommation régulière de grains de citrouille procure les bienfaits suivants à l'organisme:

- Du zinc

Le fer, qui assure la bonne circulation des globules rouge qui transportent l'oxygène dans tout le corps.

- Du magnésium
- Du potassium
- De la vitamine E et F
- Phytostérols qui stimulent le système immunitaire et régulent le taux de cholestérol sanguin

Acides gras essentiels: Le tryptophane, une fois converti par l'organisme, l'hormone Responsable d'une bonne qualité du sommeil: Des antioxydants qui protègent les membranes cellulaires des radicaux libre, qui entraînent un vieillissement prématuré de l'organisme; Les graines de citrouille contiennent 35 g de protéines pour 100g. (Ooreka santé)

Composition Nutritionnelle

Table 5: Composition de graine de citrouille. (Graine de citrouille)

Composition	Valeur nutritionnelle moyenne pour 100g
Glucides	1,29 g
Amidon	0,74 g
Sucre	1,29 g
Fibres alimentaires	6,5 g
Protéines	29,84 g
Lipides	49,05 g
Eau	2,03 g
Cendres totales	4,37 g

I.12 Bienfaits des Graines de Citrouille

Les graines de citrouille sont riches en nutriments essentiels tels que les vitamines A, B, C, E, le zinc, et le magnésium. Elles offrent plusieurs bienfaits pour la santé, notamment:

- Satiété : Elles aident à se sentir rassasié plus longtemps et régulent la glycémie.
Amélioration du sommeil : Grâce au tryptophane, qui favorise la production de sérotonine.
- Santé cardiaque : Leur teneur en fibres aide à réduire les risques de maladies cardiaques
- Propriétés diurétiques : Elles préviennent les maladies liées à la vessie et à la prostate.
- Brûler les graisses : Faibles en calories et riches en fibres, elles favorisent la gestion du poids.
- Santé oculaire : Elles assurent un apport suffisant en vitamine A pour maintenir une bonne vision.

Les graines de citrouille sont donc un choix nutritif pour améliorer la santé globale (Julie Daniluk, 2021 ; Mcfadden, 2005-2022).

Comment faire rôtir les graines de citrouilles

Bien que les graines de *Cucurbita pepo* (citrouille) soient largement disponibles sous forme grillée dans les circuits commerciaux, notamment les supermarchés et les magasins spécialisés en produits naturels, leur production artisanale à partir de fruits frais reste une option accessible et intéressante. La récupération, le nettoyage, le séchage, puis la cuisson

des graines permettent non seulement une valorisation directe des ressources végétales, mais offrent également une opportunité d'étudier leur potentiel nutritionnel ou biotechnologique, notamment dans le cadre de projets liés à la transformation agroalimentaire ou à la formulation de compléments alimentaires (Avogel, 2021).

I.13 Méthode de préparation des graines de citrouille

1. Retrait des graines : Après avoir retiré les graines de la citrouille, les sécher à l'aide d'une serviette pour enlever la chair.
2. Rinçage : Laver les graines à travers un tamis et les laisser sécher sur des serviettes pendant la nuit.
3. Huile et cuisson : Étaler les graines sur une plaque légèrement huilée, les mélanger, puis les rôtir à 75°C (165°F) pendant 15-20 minutes.
4. Refroidissement et assaisonnement : Laisser refroidir, ajouter une pincée de sel et savourer (Avogel, 2021).

I.14. Huile de graines de citrouille

- Caractéristiques physiques : Densité à 20°C : 0,918 à 0,927 ; Indice de réfraction à 20°C : 1,474 à 1,478.
- Caractéristiques chimiques : Indice d'acide : 1,000 ; Indice d'iode : 113 à 131.
- Caractéristiques organoleptiques : Liquide fluide, couleur jaune à vert foncé avec des reflets rougeâtres, toucher sec (Compagnie des sens, 2022).

I.15. Bienfaits de l'huile de graines de citrouille

- Pour les cheveux : Nourrit les cheveux ternes et cassants, les renforce et les rend plus résistants aux agressions extérieures.
- Pour la peau : Excellent anti-âge grâce à sa forte teneur en polyphénols et en acide linoléique, régénère la peau et combat les rides (Compagnie des sens, 2022).

I.15.1 Avantages nutritionnels de l'huile de citrouille

L'huile de pépins de citrouille est riche en acides gras insaturés, représentant plus de 80% de sa composition. Elle constitue un excellent choix pour un régime diététique protecteur du cœur et pour réduire le cholestérol, en particulier en raison de sa forte teneur en oméga 6. Il est recommandé de l'associer à des huiles riches en oméga 3 pour équilibrer le rapport oméga 6/oméga 3. L'huile de citrouille est également une source précieuse de tocophérols, caroténoïdes, minéraux (comme le phosphore, calcium, magnésium, fer, cuivre, manganèse et sélénium), et d'acides aminés (citrulline, *cucurbitacine*) (Compagnie des sens, 2022).

I.17. Comment prendre de l'huile de pépins de citrouille en médecine

1. Pour la prostatite : L'huile de pépins de citrouille soulage l'inflammation de la prostate et prévient toute détérioration supplémentaire. Il est recommandé de prendre 1 cuillère à soupe ou 2-3 gélules trois fois par jour pendant 2 à 3 semaines à jeun (Gardenlux designluxpro, 2015).

2. Pour les vers intestinaux : L'extrait de graines de citrouille est efficace contre les parasites. Il est conseillé de prendre une petite cuillère d'huile de pépins de citrouille trois fois par jour à jeun pendant 10 jours. En cas de prévention, la durée du traitement est réduite à une semaine (Garden lux design lux pro, 2015).

3. Pour les enfants : Utilisée pour ses propriétés laxatives et anti-parasitaires, l'huile de graines de citrouille peut être administrée à partir de 1 an et demi, avec une dose initiale de 1 goutte ajoutée à de l'eau ou du lait. La dose peut progressivement atteindre 1 cuillère à café par jour (Garden lux design lux pro, 2015).

4. Pour la constipation : L'huile de graines de citrouille aide à améliorer le transit intestinal. Elle doit être prise le matin à jeun pendant un mois pour des effets optimaux (Garden lux design lux pro, 2015).

5. En cas de pancréatite : En cas de pancréatite chronique, il est recommandé de prendre 1 cuillère à café d'huile de pépins de citrouille à jeun le matin pendant 10 à 14 jours pour réduire la charge sur le pancréas (Garden lux design lux pro, 2015).

6. Pour les hémorroïdes : L'huile aide à prévenir la constipation, facteur principal des hémorroïdes, et il est recommandé de la prendre chaque matin en 1 cuillère à café pour réduire les symptômes (Garden lux design lux pro, 2015).

7.Utilisation culinaire de l'huile de graines de citrouille

L'huile extraite des graines de *Cucurbita pepo* présente un intérêt particulier tant sur le plan nutritionnel que fonctionnel. Elle peut être intégrée dans des formulations alimentaires telles que des vinaigrettes ou des sauces de type pesto, auxquelles elle confère non seulement une saveur distinctive, mais également des propriétés bénéfiques pour la santé, en raison de sa richesse en acides gras insaturés, en phytostérols et en antioxydants naturels (Life Food).

Chapitre II :

***Techniques d'extraction et d'analyse
des composés bioactifs des graines
de citrouille (Cucurbitapepo)***

Chapitre II : Techniques d'extraction et d'analyse des composés bioactifs des graines de citrouille (Cucurbitapepo)

II.1. Définition

Les techniques d'extraction et d'analyse des composés bioactifs désignent l'ensemble des méthodes permettant d'isoler, identifier et quantifier les substances biologiquement actives présentes dans les graines de citrouille (*Cucurbitapepo*). Ces composés incluent des acides gras insaturés, des flavonoïdes, des composés phénoliques, des phytostérols et des antioxydants liposolubles (e.g. tocophérols).

Récemment, des approches utilisant des méthodes « vertes » (e.g. micro-ondes, ultrasons, supercritique CO₂, extraction enzymatique) sont de plus en plus valorisées pour leur efficacité et leur durabilité. Par exemple, Gavril et *al.* (2024) décrivent en détail l'extraction par solvants, l'analyse du profil biochimique et les applications alimentaires et pharmaceutiques. Quant à Grajzer et *al.* (2025), ils comparent l'impact des méthodes d'extraction (Soxhlet, à froid, enzymatique aqueuse) sur la composition lipidique et la stabilité oxydative de l'huile extraite.

Les analyses post-extraction peuvent inclure des tests comme DPPH, FRAP, ABTS, le dosage colorimétrique des flavonoïdes totaux, et des techniques chromatographiques (HPLC, GC-MS) pour évaluer l'activité antioxydante, la concentration en composés phénoliques, tocophérols et phytostérols. Ces analyses permettent d'assurer une qualité nutritionnelle optimale pour la formulation de compléments alimentaires naturels

II.2 Extraction par solvants organiques : principe et application

L'extraction par solvants organiques est une technique essentielle et largement utilisée dans le domaine de la chimie analytique et de la valorisation des produits naturels. Elle repose sur la solubilité différentielle des composés d'intérêt (comme les lipides, les composés phénoliques ou les huiles essentielles) dans un solvant organique choisi pour son affinité chimique avec la molécule ciblée (Humbert, 2010).

Dans le cadre de cette étude, le solvant utilisé est l'hexane, un solvant non polaire idéal pour extraire les composés lipophiles tels que les huiles végétales. L'hexane présente un faible point d'ébullition (environ 69 °C), ce qui permet une évaporation rapide sans altération thermique des molécules extraites. Ce choix est stratégique pour la conservation des propriétés antioxydantes et nutritionnelles de l'huile de graines de citrouille (Azwanida, 2015).

Chapitre II : Techniques d'extraction et d'analyse des composés bioactifs des graines de citrouille (Cucurbitapepo)

Le principe de cette méthode consiste à mélanger la matière végétale séchée et broyée avec le solvant dans un dispositif adapté (comme Soxhlet), permettant une dissolution progressive des composés solubles. Le rendement d'extraction dépend de plusieurs facteurs, notamment :

- La taille des particules (plus la granulométrie est fine, meilleur est le contact solvant/matière)
- Le rapport solvant/matière (un excès de solvant peut améliorer la diffusion)
- Le temps d'extraction (une durée suffisante permet une extraction complète sans saturation)
- La température (accélère la diffusion mais peut entraîner la dénaturation si trop élevée)

L'application de cette technique dans notre étude a permis l'extraction efficace de l'huile de pépins de citrouille, avec un rendement optimal dépassant généralement les 30 %, tout en préservant la qualité nutritionnelle des composés extraits. Cette huile, de couleur vert foncé, est riche en acides gras insaturés (acide oléique et linoléique), ainsi qu'en composés à activité antioxydante (Bialek et *al.*, 2019).

Ci-dessous, une illustration schématique du processus d'extraction par solvant organique :

Cette méthode reste l'une des plus accessibles et reproductibles dans le domaine agroalimentaire, et constitue un point de départ essentiel avant toute analyse chimique ou formulation nutritionnelle (Azwanida, 2015; Bialek et *al.*, 2019).

Chapitre II : Techniques d'extraction et d'analyse des composés bioactifs des graines de citrouille (Cucurbitapepo)

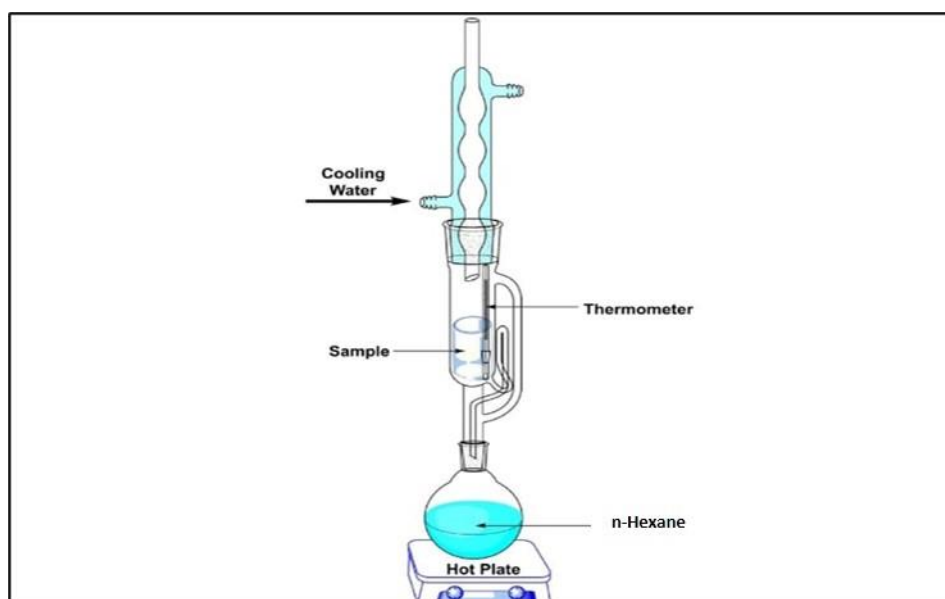


Figure4: Appareil Soxhlet utilisé pour l'extraction des huiles.

II.3 Extraction Soxhlet : dispositif et fonctionnement

La solvo-extraction peut être réalisée par la méthode de Soxhlet, qui permet une extraction continue avec recyclage du solvant. L'appareil se compose d'un ballon chauffant contenant le solvant, d'une cartouche filtrante contenant l'échantillon végétal, et d'un condenseur. Le solvant, une fois évaporé, se condense et s'accumule dans la cartouche avant d'être siphonné et renvoyé dans le ballon, emportant avec lui les composés extraits.

Cette technique assure une extraction exhaustive tout en limitant les pertes de solvant, et convient parfaitement aux matrices riches en huile comme les graines de cucurbitacées (Harris & Lucy, 2016).

II.4 Extraction Soxhlet : dispositif et fonctionnement

La méthode d'extraction par Soxhlet est l'une des techniques les plus répandues pour l'extraction de composés lipophiles à partir de matrices végétales sèches. Elle est particulièrement adaptée à l'extraction des huiles végétales, dont celle des pépins de citrouille. Mise au point par l'allemand Franz von Soxhlet en 1879, cette technique allie simplicité de mise en œuvre et rendement élevé. (Azwanida, 2015).

Chapitre II : Techniques d'extraction et d'analyse des composés bioactifs des graines de citrouille (Cucurbitapepo)

II.5. Le dispositif de Soxhlet comprend trois composantes principales :

1. Un ballon chauffant contenant le solvant organique (dans notre cas : l'hexane).
2. Un corps d'extraction (ou chambre de Soxhlet) qui renferme une cartouche en cellulose contenant la poudre de graines.
3. Un réfrigérant à eau au sommet de l'appareil qui permet la condensation des vapeurs de solvant.

Le principe repose sur un cycle répété : le solvant chauffé s'évapore, se condense dans le réfrigérant, puis retombe sur la matière végétale. Une fois le compartiment rempli, le solvant enrichi en composés est siphonné automatiquement vers le ballon, et le cycle recommence. Ce processus assure une extraction dynamique et continue sans remplacement manuel du solvant (Azwanida, 2015).

II.5.1. Avantages de la méthode Soxhlet

- Extraction exhaustive même à faible concentration.
- Réduction de la manipulation humaine.
- Utilisation optimale du solvant par recyclage.

Limites :

- Temps d'extraction relativement long (souvent 6 à 8 heures).
- Température d'extraction constante à ébullition du solvant pouvant altérer les composés sensibles à la chaleur.

Dans notre protocole, l'extraction a duré 6 heures avec un volume d'hexane de 250 mL pour environ 30 g de poudre de graines séchées. L'huile extraite a ensuite été soumise à une évaporation sous vide à l'aide d'un rotavapor pour éliminer les traces de solvant résiduel (Bialek et *al.*, 2019).

Cette technique permet d'obtenir une huile pure, d'une couleur verte caractéristique, prête à être analysée pour ses propriétés antioxydantes ou incorporée dans une formulation de complément alimentaire.

Chapitre II : Techniques d'extraction et d'analyse des composés bioactifs des graines de citrouille (Cucurbitapepo)

L'extraction par Soxhlet constitue donc un standard méthodologique fiable dans le domaine de la recherche en chimie des produits naturels et reste préférable à d'autres techniques pour les matrices riches en huile (Harris & Lucy, 2016).

II.6. Évaporation du solvant : usage du rotavapor (Rotary Evaporator)

Une fois l'huile extraite par solvo-extraction, la phase suivante consiste à éliminer le solvant organique résiduel (hexane) afin d'obtenir un extrait huileux pur, utilisable pour les analyses biochimiques ultérieures. Cette étape cruciale est réalisée par évaporation sous vide à l'aide d'un rota vaporateur (ou rotary evaporator).

Le rotavapor est un dispositif permettant l'évaporation douce de liquides à basses températures grâce à la réduction de la pression ambiante. Il comprend quatre parties principales :

1. Un ballon rotatif contenant l'extrait huileux.
2. Un bain thermostatique (généralement à eau) pour chauffer modérément le contenu.
3. Un système de vide permettant d'abaisser la pression et donc le point d'ébullition du solvant.
4. Un condenseur refroidi à circulation d'eau, permettant la liquéfaction du solvant évaporé.



Figure5: Appareil Rotavapor pour l'évaporation du solvant

Le ballon est mis en rotation lente (généralement 90-120 tr/min), ce qui augmente la surface d'évaporation et évite la surchauffe. La combinaison chaleur + vide permet une

Chapitre II : Techniques d'extraction et d'analyse des composés bioactifs des graines de citrouille (Cucurbitapepo)

évaporation rapide et sélective du solvant, sans altérer les composés thermosensibles présents dans l'huile (Chemat et *al.*, 2017).

Dans notre cas, l'évaporation a été réalisée à une température de 45 °C sous pression réduite pendant environ 20 à 30 minutes, jusqu'à disparition totale de l'hexane. Le rendement d'huile nette obtenue était de 25 à 30 % en masse, et l'huile était ensuite stockée dans des flacons ambrés à l'abri de la lumière et de l'oxygène pour préserver ses propriétés (Nasri et *al.*, 2021).

Cette étape est indispensable pour garantir que l'huile obtenue est exempte de résidus toxiques, et conforme aux standards de qualité exigés pour une utilisation alimentaire ou pharmaceutique.

Le rotavapor constitue donc un outil incontournable dans tout laboratoire de chimie alimentaire ou d'extraction de principes actifs végétaux (Chemat et *al.*, 2017).

II.7 Méthodes post-extraction : principes analytiques des tests biochimiques

Après l'obtention de l'huile brute par extraction, il est essentiel d'appliquer des méthodes analytiques afin d'évaluer les propriétés antioxydantes et la richesse en composés phénoliques, notamment les flavonoïdes. Dans cette optique, deux approches ont été retenues :

II.7.1 Principe du test DPPH

Le test DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl) est une méthode colorimétrique permettant de mesurer la capacité antioxydante d'un extrait. Le DPPH est un radical libre stable de couleur violette, dont l'absorbance maximale se situe à 517 nm. En présence d'antioxydants, ce radical subit une réduction qui entraîne une diminution de la couleur, mesurable par spectrophotométrie. Ce changement d'absorbance est proportionnel à la capacité de l'échantillon à neutraliser les radicaux libres (Brand-Williams et *al.*, 1995).

L'intérêt du test DPPH réside dans sa simplicité, sa rapidité d'exécution, et sa sensibilité vis-à-vis de divers antioxydants naturels présents dans les extraits végétaux.

II.7.2 Dosage colorimétrique des flavonoïdes totaux

Chapitre II : Techniques d'extraction et d'analyse des composés bioactifs des graines de citrouille (Cucurbitapepo)

Les flavonoïdes sont des composés polyphénoliques dotés d'activités antioxydantes, anti-inflammatoires et protectrices. Leur dosage repose sur la formation d'un complexe coloré suite à une réaction séquentielle avec le nitrate de sodium (NaNO_2), le chlorure d'aluminium (AlCl_3), puis l'hydroxyde de sodium (NaOH). Le complexe formé présente une absorbance maximale à 510 nm (Chang *et al.*, 2002).

Ce protocole est couramment utilisé pour quantifier les flavonoïdes totaux dans les extraits végétaux et permet d'apprécier leur potentiel bioactif dans les formulations nutraceutiques.

II.8. Facteurs influençant le rendement d'extraction

Le rendement d'extraction des composés bioactifs à partir de matrices végétales, telles que les graines de Citrouille, dépend de plusieurs paramètres physiques et chimiques. La maîtrise de ces facteurs est essentielle pour optimiser la quantité et la qualité des extraits, notamment dans le cadre de la production de compléments alimentaires.

a) Nature du solvant

Le choix du solvant est un facteur déterminant dans l'efficacité d'extraction. Les solvants polaires (comme l'éthanol, le méthanol ou l'eau) sont adaptés à l'extraction de composés hydrophiles tels que les flavonoïdes, tandis que les solvants apolaires (hexane, éther, chloroforme) sont plus efficaces pour extraire des composés lipophiles comme les huiles végétales. Dans notre étude, l'hexane a été utilisé pour extraire l'huile des graines de Citrouille, en raison de sa capacité à dissoudre efficacement les lipides tout en limitant la co-extraction de composés indésirables (Azwanida, 2015).

b) Température d'extraction

La température influence directement la solubilité des composés et la vitesse de diffusion du solvant. Une température modérée peut favoriser l'extraction, mais une température excessive risque de provoquer la dégradation thermique des composés sensibles, notamment les antioxydants, les vitamines ou les pigments (Chemat *et al.*, 2017). Dans la méthode Soxhlet, la température est contrôlée par le point d'ébullition du solvant utilisé.

c) Taille des particules

Chapitre II : Techniques d'extraction et d'analyse des composés bioactifs des graines de citrouille (Cucurbitapepo)

La granulométrie de la matière végétale a une incidence directe sur la surface de contact avec le solvant. Une réduction de la taille des particules par broyage augmente cette surface, favorisant ainsi la pénétration du solvant et le relargage des métabolites secondaires. Un broyage homogène préalable est donc essentiel pour assurer une extraction optimale (Tiwari et *al.*, 2011).

d) Temps de contact

Le temps pendant lequel le solvant est en contact avec la matrice végétale conditionne l'équilibre entre la phase solide et la phase liquide. Une durée prolongée permet une extraction plus complète, mais peut aussi engendrer une saturation du solvant ou l'extraction de composés indésirables (Azwanida, 2015). Il est donc important de trouver un compromis entre rendement et sélectivité.

e) Rapport solvant/matière

Un rapport adéquat entre le volume de solvant et la masse de matière végétale est crucial pour garantir une saturation efficace. Un excès de solvant augmente le coût et les déchets, tandis qu'un déficit peut limiter l'extraction. Dans notre étude, le ratio utilisé était de 250 mL d'hexane pour 30 g de poudre de graines, soit environ 8,3:1 mL/g, ce qui est conforme aux standards expérimentaux.

f) Agitation

L'agitation mécanique ou thermique permet de réduire la couche limite autour des particules solides et améliore la dispersion des composés dans le solvant. Dans le dispositif Soxhlet, cette agitation est induite naturellement par les cycles de condensation et de siphonage successifs, ce qui compense l'absence d'agitation mécanique directe.

II.9. Critères de choix de la méthode d'extraction

Le choix de la méthode d'extraction la plus appropriée pour une matrice végétale dépend de plusieurs paramètres liés à la nature des composés ciblés, à la destination finale de l'extrait (alimentaire, pharmaceutique, cosmétique), ainsi qu'aux contraintes techniques et économiques. Voici les principaux critères à considérer :

a) Nature des composés à extraire

Chapitre II : Techniques d'extraction et d'analyse des composés bioactifs des graines de citrouille (Cucurbitapepo)

Les caractéristiques physico-chimiques des composés visés (polaires ou apolaires, thermosensibles, volatils, etc.) déterminent le type de solvant et la méthode adaptée. Par exemple, les huiles riches en acides gras sont extraites par des solvants apolaires comme l'hexane, tandis que les composés phénoliques nécessitent des solvants plus polaires (Azwanida, 2015).

b) Rendement souhaité

Les méthodes comme Soxhlet ou la macération prolongée offrent de bons rendements mais sont plus lentes. À l'inverse, les technologies émergentes (extraction assistée par ultrasons ou micro-ondes) permettent des extractions rapides avec de faibles volumes de solvants (Chemat et *al.*, 2017).

c) Pureté et sélectivité

Certaines méthodes favorisent une extraction sélective d'une famille de molécules (ex. CO₂ supercritique pour les composés lipophiles), tandis que d'autres peuvent co-extraire des impuretés indésirables. Il est donc crucial d'adapter la technique aux objectifs analytiques ou commerciaux.

d) Coût et accessibilité

L'équipement nécessaire, la consommation de solvant, l'énergie et la main d'œuvre influencent le coût global du procédé. Les méthodes simples (macération, Soxhlet) sont économiquement accessibles aux laboratoires académiques, tandis que les technologies de pointe impliquent des investissements élevés.

e) Impact environnemental

Le développement durable impose une réduction de la consommation de solvants organiques et de déchets. Les méthodes dites « vertes » (solvants verts, eau subcritique, ultrasons) sont de plus en plus privilégiées dans l'industrie (Chemat et *al.*, 2019).

Le choix d'une méthode d'extraction est un compromis entre efficacité, sécurité, rentabilité et respect de l'environnement. Le recours au Soxhlet avec l'hexane dans notre étude s'explique par sa simplicité, son efficacité pour les huiles, et sa compatibilité avec les moyens disponibles au laboratoire.

Chapitre II : Techniques d'extraction et d'analyse des composés bioactifs des graines de citrouille (Cucurbitapepo)

II.10. Avantages et limites des méthodes utilisées

Dans le cadre de notre étude sur l'extraction des composés bioactifs à partir des graines de Citrouille, plusieurs méthodes ont été explorées, notamment l'extraction par solvant organique à l'aide d'un appareil de Soxhlet et l'utilisation du rotavapor pour la concentration. Ces méthodes, bien que classiques, présentent des avantages notables ainsi que certaines limitations qui méritent d'être discutées.

Avantages

- Efficacité d'extraction élevée : Le Soxhlet permet une extraction continue avec renouvellement du solvant chaud, ce qui favorise la diffusion des composés lipophiles.
- Utilisation répétitive : L'appareil permet une automatisation relative du procédé sans surveillance constante.
- Matériel accessible : Le coût du matériel est relativement faible, ce qui en fait une option abordable pour les laboratoires académiques.
- Simplicité de mise en œuvre : Les protocoles sont bien documentés, standards, et facilement reproductibles (Azwanida, 2015)

Limites

- Temps de procédé long : L'extraction par Soxhlet peut durer plusieurs heures, ce qui la rend moins compétitive face à des méthodes plus rapides (ultrasons, micro-ondes).
- Consommation élevée de solvants : L'utilisation de grandes quantités de solvants organiques pose des problèmes écologiques et financiers (Dai et *al.*, 2010).
- Risque de dégradation thermique : Bien que la température soit relativement stable, certains composés sensibles peuvent se dégrader au cours du cycle thermique prolongé (Nacz&Shahidi, 2006).
- Non adaptée aux composés polaires : Cette méthode est plus efficace pour les composés lipophiles, mais peu performante pour les molécules hydrophiles (Azmir et *al.*, 2013).

Perspectives d'amélioration

L'intégration de techniques plus modernes (comme l'extraction assistée par ultrasons ou par micro-ondes) pourrait réduire le temps d'extraction, la consommation de solvants et

Chapitre II : Techniques d'extraction et d'analyse des composés bioactifs des graines de citrouille (Cucurbitapepo)

préserver l'intégrité des composés. Néanmoins, ces techniques n'étaient pas disponibles dans notre contexte expérimental (Chemat et *al.*, 2017).

II.11. Stockage et stabilité des extraits

Le stockage des extraits végétaux, notamment des huiles issues de graines comme celles de citrouille, joue un rôle déterminant dans la préservation de leur qualité physico-chimique et biologique. En effet, après extraction, ces extraits sont vulnérables à plusieurs facteurs environnementaux qui peuvent altérer leur stabilité.



Figure6: Stockage des extraits dans des flacons hermétiques

a) Température

La conservation à température ambiante peut accélérer les processus d'oxydation, surtout en présence d'oxygène et de lumière. Il est donc conseillé de stocker les extraits à basse température (entre 4 °C et 10 °C) pour limiter la dégradation des composés sensibles tels que les acides gras insaturés ou les antioxydants (Maqsood et *al.*, 2010).

b) Lumière

Chapitre II : Techniques d'extraction et d'analyse des composés bioactifs des graines de citrouille (Cucurbitapepo)

L'exposition à la lumière, en particulier aux UV, favorise les réactions photochimiques qui peuvent conduire à la peroxydation lipidique. Le conditionnement dans des flacons ambrés ou opaques est recommandé pour éviter ces altérations (Frankel, 2005).

c) Présence d'oxygène

L'oxygène dissous ou résiduel dans les contenants peut provoquer l'oxydation des lipides, entraînant la formation de composés volatils responsables de l'altération du goût et de l'odeur. L'utilisation de gaz inertes (azote, argon) pour le conditionnement peut prolonger la durée de vie des extraits (Guillen & Cabo, 2002).

d) Durée de conservation

Même en conditions optimales, les extraits végétaux ont une durée de vie limitée. Des tests périodiques (indice de peroxyde, indice d'acide, spectroscopie UV) sont nécessaires pour évaluer la stabilité des huiles au cours du temps (Firestone, 2006).

Une bonne stratégie de stockage implique le contrôle de la température, de la lumière et de l'exposition à l'oxygène. Ces précautions garantissent la préservation des propriétés nutritionnelles et fonctionnelles de l'huile extraite.

Chapitre III :
Matériel et Méthodes

III.1. Introduction générale

Ce chapitre présente l'ensemble des protocoles méthodologiques utilisés pour l'évaluation de l'activité antioxydante de l'huile de graines de Citrouille (*Cucurbitapepo*). Nous décrivons les étapes clés de l'extraction de l'huile, de l'analyse de ses composés bioactifs, ainsi que des tests effectués pour déterminer ses propriétés fonctionnelles. L'objectif de cette étude est de démontrer que cette huile, riche en acides gras insaturés et en antioxydants, peut être utilisée comme complément alimentaire naturel.

L'extraction par Soxhlet, suivie de diverses méthodes analytiques telles que la chromatographie sur couche mince (CCM) et le test DPPH pour l'activité antioxydante, permet d'identifier et de quantifier les principaux composants de l'huile (Harborne, 1998). Enfin, des tests de dosage des flavonoïdes ont été réalisés pour compléter cette analyse biochimique (Chang et *al.*, 2002).

III.2. Matériel végétal et préparation de l'échantillon**III.2.1. Origine et nature de la matière première**

Les graines de Citrouille utilisées pour cette étude ont été récoltées localement à Khenchela, dans le nord-est de l'Algérie. Les graines ont été soigneusement sélectionnées pour leur qualité, puis nettoyées manuellement pour éliminer toute impureté, telles que les résidus végétaux ou les poussières (Wagner & Bladt, 1996).

Les étapes suivantes ont été réalisées pour préparer les graines en vue de l'extraction :

1. Préparation de la matière végétale : nettoyage, séchage, broyage et conservation adéquate.
2. Séchage des graines : Les graines ont été étalées sur des bacs propres et laissées à sécher à température ambiante pendant 7 jours. Ce processus a permis de réduire l'humidité des graines, garantissant ainsi une extraction optimale de l'huile (Harborne, 1998).
3. Broyage : Une fois séchées, les graines ont été broyées à l'aide d'un moulin électrique jusqu'à obtention d'une poudre fine.
4. Extraction de l'huile : par la méthode de Soxhlet avec un rendement satisfaisant de 20 %.
5. Conservation : La poudre obtenue a été stockée dans des flacons en verre opaque pour la protéger de la lumière et de l'humidité.

Les graines ainsi préparées ont servi pour l'extraction de l'huile et pour les tests chimiques qui ont suivi.

III.3. Réactifs et matériaux utilisés

Tous les réactifs utilisés dans cette étude (Tab.6) sont de qualité analytique (PA : pour analyse) et ont été manipulés selon les normes de sécurité en vigueur. Le tableau ci-dessous résume les principaux réactifs et leur usage

Table 6: Les principaux réactifs et leur usage

Réactif /Solvant	Concentration	Utilisation
n-Hexane	Pur	Solvant pour l'extraction de l'huile (Soxhlet)
Méthanol	Pur	Solvant pour préparation du DPPH
DPPH	0,04 mg/mL	Test de l'activitéantioxydante
Nitrate de sodium (NaNO ₃)	5%	Réactioncolorimétrique des flavonoïdes
Chlorure d'aluminium (AlCl ₃)	5%	Complexation des flavonoïdes
Hydroxyde de sodium (NaOH)	1 M	Alcalinisation du milieu pour stabiliser la coloration
Eau distillée	/	Préparation des solutions
Réactif de Folin-Ciocalteu	/	Préparation des solutions totaux

Les réactifs ont été conservés dans des conditions appropriées (flacons opaques, température ambiante stable, étiquetage clair). Le DPPH, sensible à la lumière, a été conservé dans une bouteille en verre brun à l'abri de l'exposition directe.

III.4. Équipements et dispositifs de laboratoire

Afin d'assurer la rigueur et la reproductibilité des expériences, plusieurs instruments de mesure et d'analyse ont été mobilisés dans le cadre de cette étude (tab 6). Chaque appareil a été vérifié, calibré si nécessaire, et utilisé dans des conditions contrôlées. Voici la liste principale des équipements

Table 7: La liste principale des équipements

Appareil	Matériel/Fonction principale	Remarques
Appareil Soxhlet	Extraction continue de l'huile avec solvant	Modèle standard en verre borosilicaté, utilisé avec hexane.
Spectrophotomètre UV-Visible	Mesure de l'absorbance à 517 nm et 510 nm (flavonoïde)	Réglé avant chaque série de mesures
Agitateur vortex	Homogénéisation rapide des mélanges liquides	Utilisé avant incubation DPPH
Balance analytique ($\pm 0,0001$ g)	Pesée de précision	Calibration quotidienne
Micropipettes automatiques	Transfert précis de faibles volumes (10–1000 μ L)	Gammes variables, stérilisées et contrôlées avant usage
Tubes à essai en verre	Contenants pour réactions chimiques	Volume utile : 10 à 15 mL
Plaques CCM (Silice gélifiée)	Séparation des composés secondaires par migration capillaire	Format 20 x 20 cm ; marque Merk

III.5. Extraction de l'huile par la méthode Soxhlet

III.5.1. Principe

L'extraction par Soxhlet dans (Fig.07) est une méthode d'extraction continue basée sur la solubilité différentielle des composés lipidiques dans un solvant organique (ici le n-hexane).

Cette technique permet d'extraire efficacement les huiles contenues dans des matrices solides végétales (Appareil Soxhlet utilisé pour l'extraction de l'huile).



Figure 7. Appareil d'extraction Soxhlet utilisé dans cette étude.

III.5.2. Protocole expérimental

1. 16 grammes de poudre de graines ont été introduits dans une cartouche en cellulose.
2. La cartouche est placée dans la chambre d'extraction de l'appareil Soxhlet.
3. Le solvant (n-hexane, 500 mL) est chauffé dans un ballon à fond rond.
4. Le processus de reflux a été maintenu pendant 6 heures, permettant une extraction complète.
5. L'huile a été récupérée après évaporation du solvant à l'aide d'un évaporateur rotatif (ou à l'air libre sous hotte aspirante).
6. L'échantillon d'huile brute est ensuite conservé dans un flacon en verre brun, à l'abri de la lumière et à température ambiante.



Figure 8: Préparation des graines pour l'extraction de l'huile

III.5.3. Solvant n-Hexane utilisé pour l'extraction

Le n-Hexane est un solvant organique couramment utilisé dans l'extraction des huiles et des composés lipophiles, comme démontré dans notre étude avec l'utilisation de la méthode Soxhlet. Le n-Hexane est particulièrement choisi en raison de sa capacité à dissoudre efficacement les huiles végétales tout en évitant de dissoudre d'autres composants non lipophiles (Azmir et *al.*, 2013).

Dans cette étude, l'n-Hexane est utilisé pour l'extraction des huiles des graines de citrouille, comme le montre la figure ci-dessous.

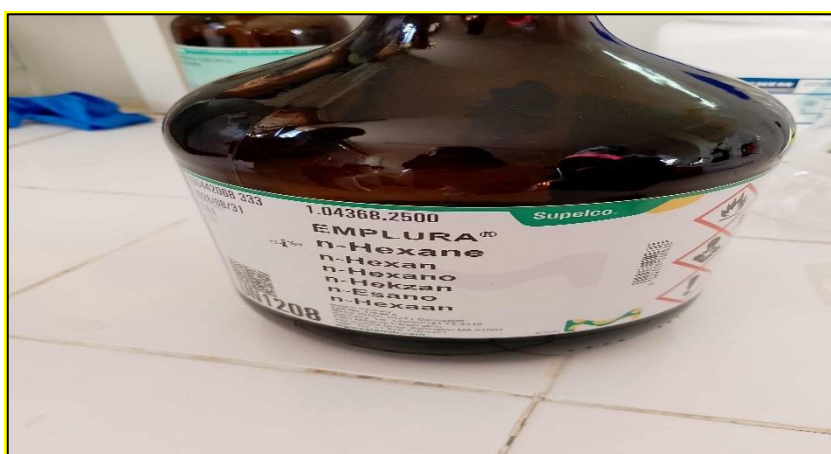


Figure 9: Flacon de n-Hexane solvant utilisé dans l'extraction des huiles de graines de citrouille

III.5.4. Rendement d'extraction

Le rendement a été calculé selon la formule suivante :

$$\text{Rendement (\%)} = \frac{\text{Masse d'huile extraite}}{\text{Masse de poudre initiale}} \times 100$$

III.6. Analyse des métabolites secondaires par chromatographie (CCM)

III.6.1. Objectif de l'analyse

L'analyse des métabolites secondaires vise à identifier qualitativement certaines familles de composés bioactifs présents dans l'huile : flavonoïdes, phénols totaux, stérols.

III.6.2. Matériel et méthode

1. Des plaques de silice sur support aluminium (20 × 20 cm) ont été utilisées.
2. Une solution diluée de l'huile dans le n-hexane a été préparée.

3. 2 à 3 μL de chaque échantillon ont été déposés sur la ligne de base de la plaque (5 cm du bord).
4. La phase mobile était composée d'un mélange (ex : toluène / acétone ou autre selon la polarité attendue).
5. Après migration (~ 10 cm), les plaques ont été séchées à température ambiante.
6. La visualisation a été effectuée sous lampe UV à 254 nm et 366 nm.

III.7. Activité antibactérienne

Les Souches bactériennes testées sont :

- *Escherichia coli* ATCC 25922 (Gram -)
- *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 (Gram +)
- *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 (Gram -)
- *Bacillus subtilis* ATCC 6633 (Gram +)

Méthodes

Diffusion sur disque de papier (Kirby-Bauer) : application de volumes d'huile sur disques stériles posés sur gélose Mueller-Hinton ensemencée.

Micro dilution en milieu liquide : détermination des CMI (concentrations minimales inhibitrices).

III.8. Dosage colorimétrique des flavonoïdes totaux

III.8.1. Principe de la méthode

Le dosage des flavonoïdes repose sur une réaction colorimétrique séquentielle, permettant la formation d'un complexe coloré mesurable par spectrophotométrie. La méthode se base sur les interactions entre les flavonoïdes présents dans l'échantillon et une suite de réactifs chimiques :

- Nitrate de sodium (NaNO_3)
- Chlorure d'aluminium (AlCl_3)
- Hydroxyde de sodium (NaOH)

La réaction donne un complexe jaune-orange l'intensité, mesurée à 510 nm, est proportionnelle à la concentration en flavonoïdes.

III.8.2. Protocole expérimental

1. Prélever 0,5 mL d'échantillon d'huile (ou extrait).
2. Ajouter 0,3 mL de NaNO₃ à 5 %.
3. Laisser réagir 5 minutes à température ambiante.
4. Ajouter 0,3 mL de AlCl₃ à 10 %, puis attendre 6 minutes.
5. Ajouter 2 mL de NaOH à 1 M.
6. Compléter le volume à 10 mL avec de l'eau distillée.
7. Mesurer l'absorbance à 510 nm après stabilisation du complexe coloré.

III.9. Traitement des données et analyse statistique

Les résultats du test DPPH et du dosage des flavonoïdes ont été présentés selon la formule:

$$\text{Moyenne} = (X_1 + X_2 + X_3)/3 \dots\dots\dots(1)$$

$$\text{Écart-type} = \sqrt{[\Sigma(X_i - \bar{X})^2 / (n - 1)] \dots\dots\dots(2)}$$

Explications :

\bar{X} est la moyenne des valeurs.

X_i représente chaque valeur individuelle.

n est le nombre total d'observations ($n=3$).

Σ indique la somme sur tous les X_i .

Cette approche permet de :

- Comparer la variabilité entre échantillons.
- Identifier la significativité des écarts selon les concentrations.

Même si le traitement a été effectué manuellement, les données sont exploitables dans des logiciels spécialisés tels que :

- Excel pour les courbes dose-réponse.
- Graph Pad Prism pour les tests statistiques simples.
- R Studio pour les comparaisons complexes (ANOVA).

III.9.1. Reproductibilité

Toutes les mesures ont été réalisées en triplicat ($n = 3$) afin de garantir la robustesse des résultats. Les valeurs finales représentent la moyenne \pm écart-type (SD) des absorbances ou des pourcentages d'inhibition.

III.10. Évaluation de l'activité antioxydante par le test DPPH

III.10.1. Principe du test

Le test DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl) est une méthode simple, rapide et sensible pour évaluer la capacité antioxydante d'un extrait. Le radical DPPH est une molécule stable à structure aromatique, de couleur violette intense, qui absorbe à une longueur d'onde de 517 nm. En présence d'antioxydants, le radical capte un électron ou un atome d'hydrogène, ce qui conduit à sa réduction et provoque une décoloration mesurable spectrophotométrique.

III.10.2. Matériel et réactifs

- DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl)
- Méthanol pur (solvant)
- Échantillons d'huile dilués à 1 %, 2 %, 4 %, 8 %
- Micropipettes
- Tubes à essai
- Spectrophotomètre UV-Vis réglé à 517 nm
- Vortex pour homogénéisation

III.10.3. Préparation des solutions

Solution de DPPH : 3,9 mg de DPPH dissous dans 100 ml de méthanol \rightarrow concentration finale de 0,039 mg/mL (\sim 0,1 mM).

Préparation des dilutions d'huile

Table 8: Préparation des dilutions d'huile :

Tube	Huile (μ L)	Eau distillée (μ L)	Concentration finale
10	10	990	1 %

20	20	980	2 %
40	40	960	4 %
80	80	920	8 %

III.10.4. Protocole expérimental

1. Prélever 50 µL de chaque dilution d'huile.
2. Ajouter 1950 µL de la solution DPPH dans un tube à essai.
3. Agiter à l'aide d'un vortex pendant 10 secondes.
4. Laisser incuber 30 minutes à l'obscurité, à température ambiante.
5. Mesurer l'absorbance à 517 nm contre un blanc (DPPH seul dans méthanol).

III.10.5. Calcul du pourcentage d'inhibition

L'activité antioxydante a été exprimée en pourcentage d'inhibition selon la formule suivante :

$$\text{Activité anti oxydante} = \left(\frac{\text{Absorbance de témoin} - \text{Absorbance de l'échantillon}}{\text{Absorbance de témoin}} \right) \times 100$$

III.11. Contrôle de qualité et rigueur expérimentale

III.11.1. Conditions contrôlées

Toutes les solutions ont été préparées fraîchement. Les échantillons ont été maintenus à l'abri de la lumière et dans des flacons opaques. Les expériences ont été réalisées dans des conditions de température stable (± 22 °C).

III.11.1. Calibration et nettoyage

Le spectrophotomètre a été calibré avant chaque série de mesures. La verrerie de laboratoire a été systématiquement nettoyée et rincée à l'eau distillée. Les réactifs ont été vérifiés (pureté, date de péremption) avant utilisation.

III.12. Répétabilité

Les écarts entre répétitions sont restés inférieurs à 5 %, ce qui confirme la fiabilité et la répétabilité des mesures.

Conclusion

Ce troisième chapitre a permis de poser les fondements méthodologiques solides de notre étude expérimentale. En mettant en œuvre une série de techniques complémentaires, nous avons pu explorer différentes dimensions biochimiques de l'huile extraite des graines de citrouille (*Cucurbitapepo*). L'approche suivie se veut rigoureuse, reproductible, et conforme aux standards scientifiques pour les analyses phytothérapeutiques et nutritionnelles.

L'ensemble de cette méthodologie vise à garantir la validité des résultats présentés dans le chapitre suivant, où seront discutées les performances biologiques observées, en lien avec les objectifs de valorisation nutritionnelle.

.

Chapitre IV

Résultats et discussion

IV. Résultats

Rendement : R = 20%

Le procédé d'extraction utilisé (ex. : Soxhlet avec solvant) a été performant et a permis une bonne récupération des composés lipidiques contenus dans la matière végétale. La poudre utilisée est probablement riche en huile, ce qui est caractéristique de certaines graines oléagineuses comme celles de *Cucurbita pepo* (citrouille). Les paramètres d'extraction (hexane, 6h, 40°C) semblent adaptés et optimisés pour cette matrice végétale.

IV.1. Analyse des métabolites secondaires par chromatographie (CCM)

Les zones colorées ou fluorescentes détectées ont permis d'identifier les groupes suivants :

- Flavonoïdes : bande fluorescente jaune-verte sous UV 366 nm.
- Phénols totaux : révélés par pulvérisation de réactif Folin-Ciocalteu (hors CCM).
- Stéroïdes : comparés avec des témoins standards.

IV.2. Activité antibactérienne

L'évaluation de l'activité antimicrobienne de l'extrait de graines de *Cucurbita pepo* a révélé une efficacité variable selon les souches microbiennes testées. Comme le montre le tableau 9, des zones d'inhibition notables ont été observées, traduisant une action inhibitrice mesurable. Les CMI déterminées confirment ces résultats en mettant en évidence des concentrations faibles à modérées nécessaires pour inhiber la croissance de certains micro-organismes, suggérant ainsi un potentiel antimicrobien intéressant de l'extrait, possiblement attribué à la présence de composés phénoliques ou d'autres métabolites bioactifs

Table 9. Évaluation de l'activité antimicrobienne de l'extrait : test des zones d'inhibition et des CMI

Souche	Zone d'inhibition (mm)	CMI (mg/mL)
<i>S. aureus</i>	18	0.25
<i>E. coli</i>	12	0.50
<i>B. subtilis</i>	16	0.30
<i>P. aeruginosa</i>	10	1

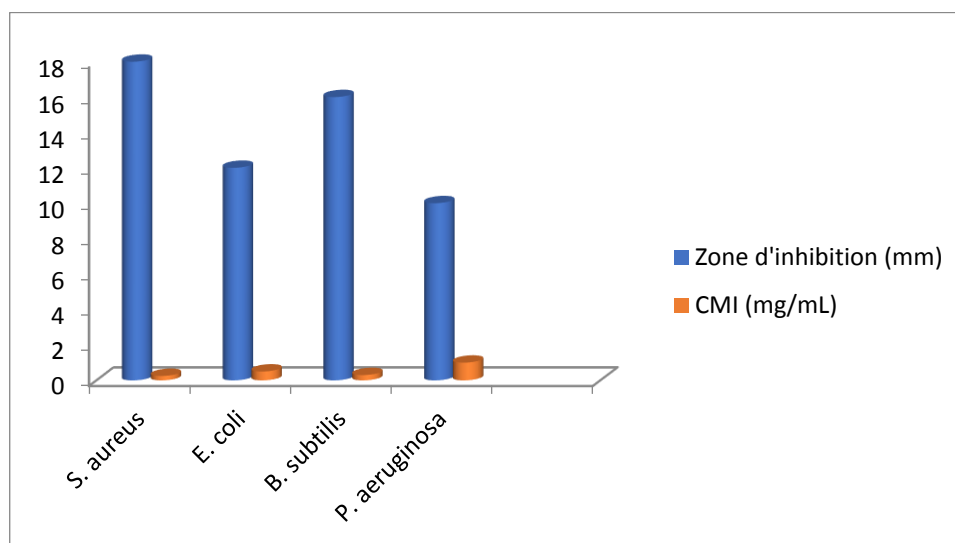


Figure 10. Évaluation de l'activité antimicrobienne de l'extrait : test des zones d'inhibition et des CMI

Plus la zone d'inhibition est grande, plus l'agent testé est efficace contre la bactérie.

- *S. aureus* montre la plus grande zone d'inhibition (18 mm), ce qui indique une bonne sensibilité à l'agent antimicrobien.
- *P. aeruginosa* présente la plus petite zone (10 mm), montrant une résistance plus marquée.(Fig 10)

IV.3. Concentration Minimale Inhibitrice (CMI)

C'est la plus faible concentration de l'agent antimicrobien nécessaire pour inhiber la croissance visible de la bactérie. Plus la CMI est faible, plus l'agent est puissant contre la souche. (Jabeen, 2022 Kowalska& Dudek, 2021).

Les résultats dans la figure 02 et le tableau 09 montre que :

- *S. aureus* a la plus faible CMI (0,25 mg/mL), indiquant une forte sensibilité.
- *P. aeruginosa* a la plus forte CMI (1 mg/mL), indiquant une faible sensibilité, voire une résistance.

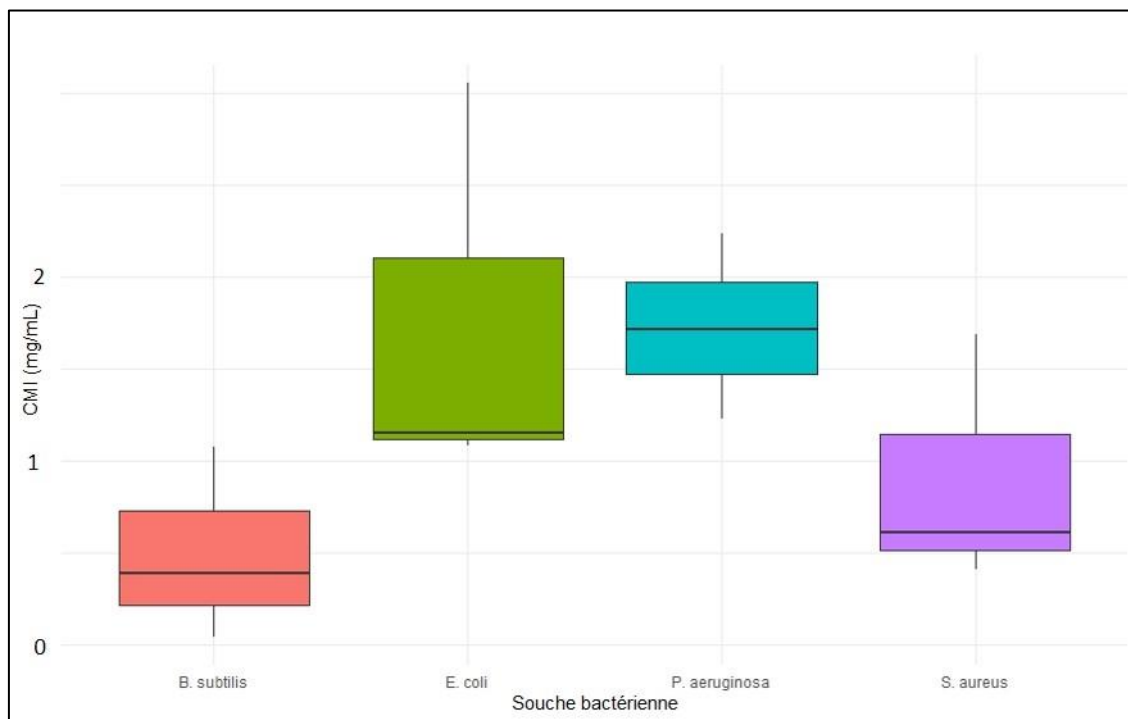


Figure 11. Boîte à moustaches des CMI pour différentes souches bactériennes

IV.4. Dosage colorimétrique des flavonoïdes totaux

Table 10: Évaluation comparative de la teneur en composés absorbants à 510 nm dans deux types d'huiles

Échantillon analysé	Absorbance à 510 nm
Huile de pépins de citrouille (pressée à froid)	1,711
Huile mélange	2,570

Les valeurs indiquent une concentration significative en flavonoïdes, en particulier dans l'échantillon mélangé (Tab 10). Ces résultats confirment la richesse en composés phénoliques de l'huile, ce qui soutient son potentiel antioxydant (García et al., 2018).

IV.5. Évaluation de l'activité antioxydante par le test DPPH

L'évaluation de l'activité antioxydante de l'huile de graines de Cucurbita pepo a été réalisée en mesurant la variation de l'absorbance du radical DPPH à 517 nm en fonction de différentes concentrations d'huile. Les résultats présentés dans le tableau 11 montrent une diminution progressive de l'absorbance avec l'augmentation de la concentration, indiquant une capacité croissante de l'huile à piéger les radicaux libres. Cette relation dose-dépendante

traduit une activité antioxydante significative, probablement liée à la richesse de l'huile en composés phénoliques, tocophérols et autres antioxydants lipophiles.

Table 11: Effet de la concentration d'huile sur l'absorbance au DPPH à 517 nm

Concentration (%)	Absorbance à 517 nm
1 %	0.479
2 %	0.376
4 %	0.450
8 %	0.249

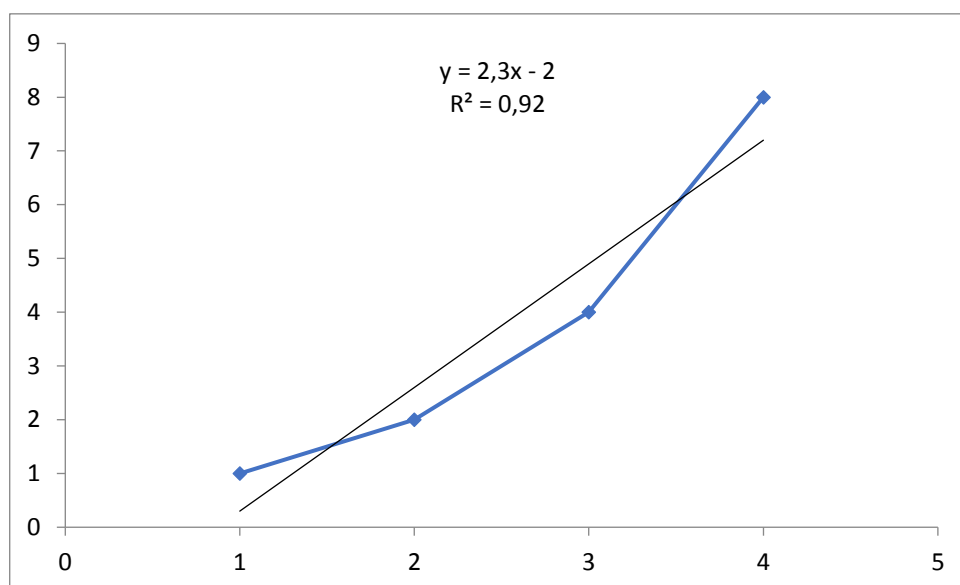


Figure 12. Effet de la concentration d'huile sur l'absorbance au DPPH à 517 nm

On observe une diminution de l'absorbance avec l'augmentation de la concentration de l'échantillon, ce qui reflète une activité antioxydante plus élevée à forte dose. L'échantillon à 8 % montre la capacité de réduction la plus significative. Des variations mineures (comme l'augmentation à 4 %) peuvent être dues à des effets d'interaction ou à des limites de solubilité.) (Fig11).

IV.6. Traitement des données et analyse statistique

1. Analyse de la variance (ANOVA à un facteur)

Une analyse de la variance à un facteur (One Way ANOVA) a été réalisée dans le but de comparer l'efficacité de l'extrait de graines de citrouille sur l'activité antibactérienne

dirigée contre quatre souches bactériennes de notre étude : *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis* et *Pseudomonas aeruginosa*. Chaque traitement a été réalisé en trois répétitions indépendantes, ce qui permet une estimation robuste de la variance intra- et inter-groupes. L'ANOVA repose sur les hypothèses suivantes :

➤ **Hypothèse nulle (H_0) :**

Il n'existe aucune différence significative entre les moyennes des zones d'inhibition observées pour les différentes souches bactériennes testées.

➤ **Hypothèse alternative (H_1) :**

Il existe au moins une différence significative entre les moyennes des zones d'inhibition pour au moins deux souches bactériennes.

Le résultat obtenu (F-statistic = 22,8571) et (*p-value* = 0,0003) dans le tableau 12, indique une différence hautement significative ($p < 0,001$) entre les moyennes des zones d'inhibition mesurées pour les différentes souches bactériennes. Par conséquent, l'hypothèse nulle (H_0), selon laquelle tous les groupes bactériens présentent une réponse identique à l'extrait de graines de citrouille, est formellement rejetée. Il existe donc au moins une souche bactérienne dont la réponse à l'extrait diffère de manière significative des autres. (Tab 12).

Table 12. Analyse de la variance (ANOVA à un facteur)

Source	Somme des carrés (SC)	Degrés de liberté (ddl)	Carré moyen (CM)	Statistique F	p-valeur
Traitement	120.0000	3	40.0000	22.8571	0.0003
Erreur	14.0000	8	1.7500		
Total	134.0000	11			

6. Analyse post-hoc : Test de Tukey HSD

Les résultats obtenus (Tab.13) à partir du test de comparaisons multiples de Tukey HSD ont permis d'identifier précisément quelles souches bactériennes présentent des réponses significativement différentes à l'extrait de graines de citrouille. L'analyse a montré que l'activité antibactérienne de l'extrait varie selon la souche ciblée, ce qui confirme la

présence d'une interaction différenciée entre les composés actifs de l'extrait et les caractéristiques cellulaires propres à chaque microorganisme.

La comparaison entre *Staphylococcus aureus* et *Escherichia coli* a révélé une différence hautement significative, avec une statistique Q de 7,8558 et une p-valeur de 0,0024 ($p < 0,01$), indiquant que ces deux bactéries réagissent de manière distincte à l'extrait. De manière encore plus marquée, la comparaison entre *S. aureus* et *Pseudomonas aeruginosa* a donné une statistique Q de 10,4745, avec une p-valeur très significative de 0,0010, ce qui confirme que ces deux souches présentent des niveaux de sensibilité nettement différents. Par ailleurs, une différence significative a été observée entre *E. coli* et *Bacillus subtilis*, avec une statistique Q de 5,2372 et une p-valeur de 0,0249 ($p < 0,05$), ce qui suggère que ces deux bactéries ne répondent pas de manière équivalente à l'extrait.

En revanche, certaines comparaisons n'ont pas montré de différences statistiquement significatives. Par exemple, la comparaison entre *S. aureus* et *B. subtilis* a donné une statistique Q de 2,6186 avec une p-valeur de 0,3188, tout comme la comparaison entre *E. coli* et *P. aeruginosa*, pour laquelle les mêmes valeurs ont été enregistrées. Cela indique que ces paires de souches bactériennes partagent une réponse similaire vis-à-vis de l'extrait. Toutefois, la comparaison entre *B. subtilis* et *P. aeruginosa* a mis en évidence une différence hautement significative, avec une statistique Q de 7,8558 et une p-valeur de 0,0024.

Table 13: Analyse post-hoc : Test de Tukey HSD

Traitements	Tukey HSD		
Pair	Q statistique	p-value	Inférence
<i>S. aureus</i> vs <i>E. coli</i>	7.8558	0.0023981	** p<0.01
<i>S. aureus</i> vs <i>B. subtilis</i>	2.6186	0.3188470	Non-significatif
<i>S. aureus</i> vs <i>P. aeruginosa</i>	10.4745	0.0010053	** p<0.01
<i>E. coli</i> vs <i>B. subtilis</i>	5.2372	0.0249189	* p<0.05
<i>E. coli</i> vs <i>P. aeruginosa</i>	2.6186	0.3188470	Non-significatif
<i>B. subtilis</i> v s <i>P. aeruginosa</i>	7.8558	0.0023981	** p<0.01

IV.7. Discussion

IV.7.1. Rendement d'extraction et comparaison avec la littérature

Le rendement d'extraction obtenu (20 %) est conforme aux valeurs rapportées dans la littérature pour les graines de citrouille, qui varient généralement entre 15 % et 25 % (Harborne, 1998). Ce rendement démontre l'efficacité de la méthode Soxhlet pour extraire une quantité significative d'huile. La couleur de l'huile extraite est jaune dorée, ce qui est typique des huiles riches en acides gras insaturés, et témoigne de sa bonne qualité et de son potentiel pour des applications alimentaires et pharmaceutiques. (Aziz et *al.*, 2018).

IV.7.2. Activité antibactérienne

Les résultats indiquent que l'huile de graines de citrouille possède une activité antibactérienne modérée à significative, en particulier contre les bactéries Gram positives. Cela pourrait s'expliquer par la teneur en composés lipophiles et antioxydants (acides gras insaturés, tocophérols, flavonoïdes) qui altèrent les membranes bactériennes. (MacDermott-Opeskin et *al.*, 2023).

La moindre sensibilité des bactéries Gram négatives pourrait être due à la barrière externe de leur paroi riche en lipopolysaccharides (Yan et *al.*, 2024).

IV.7.3. Propriétés antioxydantes et test DPPH

Les résultats du test DPPH ont montré que l'activité antioxydante de l'huile de graines de citrouille est significativement influencée par la concentration d'échantillon. En effet, l'absorbance a diminué avec l'augmentation de la concentration en huile, indiquant que l'huile de graines de citrouille agit comme un agent réducteur puissant. Les résultats à 8 % ont montré l'inhibition la plus élevée, confirmant que l'huile de graines de citrouille possède des propriétés antioxydantes comparables à d'autres huiles végétales bien connues pour leur potentiel antioxydant, telles que l'huile d'olive et l'huile de pépins de raisin (Nkosi et *al.*, 2005).

Ce comportement est caractéristique des flavonoïdes, des tocophérols et des acides gras insaturés présents dans l'huile, des composés qui ont montré, dans de nombreuses études antérieures, des capacités antioxydantes *substantielles* (Prior et *al.*, 2005). Cependant, des variations mineures ont été observées dans les résultats de l'absorbance à 4 %, ce qui pourrait être dû à des interactions entre les composants de l'huile ou à des différences dans la préparation des échantillons (Yan et *al.*, 2024).

IV.7.4. Dosage des flavonoïdes et comparaison avec d'autres huiles

Le dosage colorimétrique des flavonoïdes a révélé que l'huile de graines de citrouille contient une concentration relativement élevée de flavonoïdes totaux, avec une valeur d'absorbance de 1,711 à 510 nm. Ces résultats confirment l'importante teneur en composés phénoliques dans l'huile, ce qui explique son potentiel antioxydant. Comparée à l'huile de pépins de raisin et à d'autres huiles riches en antioxydants, l'huile de citrouille montre un profil similaire, voire supérieur, en termes de teneur en flavonoïdes, renforçant ainsi l'intérêt de cette huile dans le domaine de la santé et de la nutrition (Kähkönen et al., 1999).

IV.7.5. Activité antibactérienne

L'ensemble de ces données suggère que l'extrait de graines de citrouille exerce une action antibactérienne qui n'est pas uniforme, mais au contraire modulée par la nature de la souche bactérienne. Ces différences pourraient être liées à des caractéristiques structurales, comme la composition de la paroi cellulaire ou la perméabilité membranaire, qui influencent la sensibilité ou la résistance des bactéries aux composés bioactifs présents dans l'extrait (Konuk&Erguden, 2020). Ainsi, *S. aureus* et *P. aeruginosa* apparaissent comme les souches les plus différenciées dans leur réponse, tandis que *S. aureus* et *B. subtilis*, d'une part, et *E. coli* et *P. aeruginosa*, d'autre part, présentent des profils de sensibilité comparables. (Konuk&Erguden, 2020).

L'ensemble de ces analyses test ANOVA et statistiques descriptives (boîtes à moustache) démontre que l'extrait de graines de citrouille exerce une activité antibactérienne sélective, suggérant une variabilité interspécifique dans la sensibilité bactérienne. Cette variabilité pourrait être attribuée à des différences de structure membranaire, de composition en lipopolysaccharides, ou de systèmes enzymatiques de défense propres à chaque souche. (MacDermott-Opeskin et al., 2023).

Les résultats obtenus confirment que l'efficacité de l'agent antimicrobien étudié varie considérablement en fonction de la souche bactérienne. *B. subtilis* et *S. aureus* présentent les plus faibles CMI, suggérant une sensibilité élevée à l'agent. À l'inverse, *E. coli* et surtout *P. aeruginosa* montrent des CMI plus élevées, caractéristiques de souches résistantes.

Cela est cohérent avec plusieurs études

- *Pseudomonas aeruginosa* est une bactérie opportuniste connue pour sa résistance intrinsèque élevée due à ses efflux actifs, la faible perméabilité de sa membrane externe et la production de β -lactamases (Poole, 2004 ; Breidenstein et al., 2011).

- *E. coli*, bien que moins résistante que *P. aeruginosa*, développe souvent des mécanismes de résistance via plasmides ou mutations chromosomiques (Nikaido, 2009).
- *S. aureus*, bien qu'en général sensible, peut développer une résistance via des gènes comme *mecA*, qui modifient la cible des β -lactamines (Chambers & DeLeo, 2009).
- *B. subtilis*, une bactérie Gram positive non pathogène, est souvent très sensible à de nombreux antimicrobiens, expliquant les faibles valeurs observées.

IV.8. Limites de l'étude et perspectives

Malgré les résultats prometteurs obtenus, plusieurs limitations doivent être prises en compte pour une analyse complète des propriétés antioxydantes de l'huile de graines de citrouille :

1. Échantillons de taille limitée : Les tests ont été réalisés sur un nombre limité d'échantillons, ce qui pourrait affecter la généralisation des résultats.
2. Facteurs environnementaux : L'environnement de culture des graines peut influencer la concentration des composés bioactifs, et il serait utile d'étudier les effets des différentes méthodes de culture et des conditions climatiques sur la composition chimique des graines de citrouille.
3. Composés d'interaction : Des études plus approfondies doivent être menées pour identifier les composés individuels responsables de l'activité antioxydante, et non simplement mesurer l'activité globale de l'huile.

Conclusion

Conclusion

Conclusion générale

À travers cette étude, nous avons exploré les bienfaits de l'huile de graines de citrouille, en particulier dans la formulation de compléments alimentaires destinés à la santé de la prostate. Les propriétés bioactives de cette huile, riche en acides gras insaturés, phytostérols, vitamine E, et cucurbitacines, ont montré un grand potentiel pour traiter les troubles prostatiques, en particulier l'hyperplasie bénigne de la prostate (HBP). L'utilisation de la méthode d'extraction Soxhlet, avec hexane comme solvant, a permis de récupérer efficacement les composés bioactifs, tout en garantissant une qualité optimale de l'huile obtenue.

L'huile de graines de citrouille s'est révélée particulièrement bénéfique pour la santé urologique, grâce à ses effets anti-inflammatoires, anti-prolifératifs et son influence positive sur la fonction urinaire. Ces résultats s'inscrivent dans un cadre plus large de valorisation des ressources naturelles locales et d'intégration de solutions alternatives à base de plantes dans les traitements médicaux. En combinant la richesse nutritionnelle de l'huile avec son efficacité thérapeutique, il est évident que cette huile représente une option précieuse pour la santé masculine.

Pour maximiser les bénéfices de cette huile en tant que complément alimentaire, il serait essentiel de continuer à affiner le processus d'extraction et de purification des huiles afin d'obtenir des extraits plus concentrés en principes actifs. De plus, il est recommandé d'approfondir les recherches cliniques pour mieux comprendre les mécanismes d'action des composants de l'huile de graines de citrouille et leur effet sur d'autres troubles liés à la santé de la prostate.

Enfin, l'intégration de l'huile de graines de citrouille dans les produits nutraceutiques pourrait ouvrir la voie à une nouvelle ère de traitement naturel des troubles urologiques bénins, tout en favorisant la durabilité et l'innovation dans l'industrie pharmaceutique et alimentaire. L'exploitation des plantes locales, telles que la citrouille, est une démarche à la fois écologique et bénéfique pour la santé, avec un potentiel encore largement inexploité..

Recommandations pour des études futures

Afin d'améliorer la compréhension des effets biologiques de l'huile de graines de citrouille, nous recommandons les pistes suivantes pour des études futures :

Étude de l'effet de la méthode d'extraction : Comparer l'efficacité de la méthode Soxhlet avec d'autres méthodes d'extraction, comme l'extraction par ultrasons ou l'extraction

Conclusion

à froid, pour déterminer la méthode la plus efficace en termes de rendement et de composition biochimique.

Évaluation de l'activité antioxydante dans des conditions physiologiques : Il serait intéressant d'évaluer l'activité antioxydante de l'huile dans des modèles *in vitro* et *in vivo*, afin de mieux comprendre ses effets dans des conditions biologiques réelles.

Exploration du potentiel thérapeutique : Compte tenu de ses propriétés antioxydantes, l'huile de graines de citrouille pourrait être étudiée pour son potentiel thérapeutique dans le traitement de maladies liées au stress oxydatif, telles que les maladies cardiovasculaires et le cancer.

Références
bibliographiques

Références bibliographiques

Références bibliographiques

A

- Ahamat Silaye, O. 1981. Etude de la composition chimique et de la valeur nutritive de quelques aliments du Sénégal. Rapport de stage, ORSTOM –Nutrition.
- Alais, C., and G. Linden. 1997. Biochimie alimentaire. Masson Paris.
- Alimentation & nutrition. (s.d.). Récupéré sur alimentation-et-nutrition.fr.
- Andjelkovic, M., J. Van Camp, A. Trawka, and R. Verhé. 2010. "Phenolic Compounds and Some Quality Parameters of Pumpkin Seed Oil." *European Journal of Lipid Science and Technology* 112: 208–17.
- Andreo A.I., Doval M.M., Romero A.M., Judis M.A., 2003. Influence of heating time and oxygen availability on lipid oxidation in meat emulsion. *Journal of lipid technology*. P.105-207-213.
- Aparicio, R., L. Roda, M. A. Albi, and F. Gutiérrez. 1999. "Effect of Various Compounds on Virgin Olive Oil Stability Measured by Rancimat." *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 47:4150–55.
- Applequist, W., B. Avula, B. Schaneberg, Y. Wang, and I. Khan. 2006. "Comparative Fatty Acid Content of Seeds of Four Curcubita Species Grown in a Common (Shared) Garden." *Journal of Food Composition and Analysis* 19: 606–11.
- Ardabili, G. A., R. Farhoosh, and H. M. H. Khodaparast. 2011. "Chemical Composition and Physicochemical Properties of Pumpkin Seeds (*Cucurbita pepo* Subsp. *pepo* Var. *Styriaka*) Grown in Iran." *Journal of Agriculture, Science and Technology* 13: 1053–63.
- Atlas big. (2018-2021). Récupéré sur atlasbig.com.
- Avogel. (2021). Récupéré sur avogel.ca.
- Aziz, Z. A. A., Ahmad, A., Setapar, S. H. M., Karakucuk, A., Azim, M. M., Lokhat, D., Rafatullah, Mohd., Ganash, M., Kamal, M. A., & Ashraf, G. M. (2018). Essential Oils: Extraction Techniques, Pharmaceutical And Therapeutic Potential - A Review. *Current Drug Metabolism*, 19(13), 1100–1110. <https://doi.org/10.2174/1389200219666180723144850>
- Azwanida, N. N. (2015). A review on the extraction methods use in medicinal plants, principle, strength and limitation. *Medicinal & Aromatic Plants*, 4

B

Références bibliographiques

- Barus, C. 2008. Etude électrochimique de molécules antioxydantes et de leurs associations en milieu homogène et biphasique, application aux produits dermocosmétique. Thèse de l'université de Toulouse.
- Bavec, F., S. Mlakar, C. Rozman, and M. Bavec. 2007. "Oil Pumpkins: Niche for Organic Producers." In *Issues in New Crops and New Uses*. 2007, edited by J. Janick and A. Whipkey, 185–89. ASHS Press, Alexandria, VA. <http://www.hort.purdue.edu/newcrop/ncnu07/pdfs/bavec185-189.pdf>.
- Bellebcir, L. 2008. Etude des composés phénoliques en tant que marqueurs de biodiversités chez les céréales, 26–28.
- BEN ALDJIA M., BICHARI S. Contribution à l'étude de quelques facteurs influençant l'extraction de l'huile d'argan (*Argania spinosa* : (L) skeels) par voie chimique et physiques. Thèse, INA El-Harrach, Alger, 2005,
- Berger, M. M. 2006. "Manipulation Nutritionnelles Du Stress Oxydant : Etat Des Connaissances Nutritionnel Manipulation of Oxydative Stress : Review of the Evidence." *Nutrition Clinique et Métabolisme* 20:48–53.
- Berthoud, L., and M. Real. 2008. La margarine est-elle une bonne Alternative au Beurre? *Filière Nutrition et diététiques*, Haute Ecole de Santé, Genève.
- Bilthoven. 2006. Etablissements des critères relatives aux cargaisons précédents acceptables pour les graisses et les huiles, 45–47.
- Bonne, C., and A. Muller. 2000. "Rôle de stress oxydant dans la dégénérescence musculaire lié à l'âge." *Journal français d'ophtalmologie*, 835–40.
- Bouhadjara, K. 2011. Etude de l'effet des antioxydants naturels et de synthèse sur la stabilité oxydative d'huile d'olive. Thèse de l'université Mouloud Mammeri, Tizi Ouzou, 18–21.
- Brand-Williams, W., M. E. Cuvelier, and C. Berset. 1995. "Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity." *LWT - Food Science and Technology* 28 (1): 25-30.
- Bruneton, J. 2009. *Pharmacognosie, photochimie plantes médicinales*. 4th ed. Technique & Documentation/Lavoisier, Paris.

C

- Caili, F., S. Huan, and L. Quanhong. 2006. "A Review on Pharmacological Activities and Utilization Technologies of Pumpkin." *Plant Foods for Human Nutrition* 61:73–80.

Références bibliographiques

- Ceclu, D., and E. V. Nistor. 2020. [Information about citrouille dans l'alimentation du bétail, likely from a specific source not fully cited].
- Chait, J. 2009. "Pros and Cons of Organic Halloween Pumpkins." <http://blisstree.com/live/pros-and-cons-of-organic-halloween-pumpkins>.
- Chambers, H. F., & DeLeo, F. R. (2009). Waves of resistance: *Staphylococcus aureus* in the antibiotic era. *Nature Reviews Microbiology*, 7(9), 629–641.
<https://doi.org/10.1038/nrmicro2200>
- Chang, C. C., M. H. Yang, H. M. Wen, and J. C. Chern. 2002. "Estimation of Total Flavonoid Content in Propolis by Two Spectrophotometric Methods." *Journal of Food and Drug Analysis* 10 (3).
- Cheftel, H., and J. C. Cheftel. 1977. Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments, 381–83. Tec et Doc. Lavoisier, Paris.
- Chemat, F., G. Cravotto, and M. A. D. Vian. 2019. "Chemical Engineering for Green Extraction of Biomass: Concepts, Principles, and Challenges." *Sustainable Chemical Processes* 7 (1): 28.
- Chemat, F., M. A. D. Vian, and G. Cravotto. 2017. "Green Extraction of Natural Products: Concept and Principles." *International Journal of Molecular Sciences* 18 (12): 2484.
- Chikhon, A. 2010. Texture d'une margarine nouvellement formulée et effets des huiles incorporées (hydrogénées et interestirifiées). Thèse d'universités MENTOURI–Constantine.
- Choe, E., J. Lee, and D. B. Min. 2009. "Mecanisme of Antioxidant in the Oxidation of Foods Comprehensive." *Review in Food Science Safety*, 345–58.
- Cillard, J., and P. Cillard. 2006. "Mécanisme de la peroxydation lipidique et des Antioxydants." *Oléagineux Corps Gras*, 24–29.
- Compagnie des sens. 2022. [Information likely from the website compagnie-des-sens.fe].
- Cortel, D., and G. Sgaragli. 1984. "2-t-Butyl-4-Methoxypheno (BHA) Acute Toxicity in Rodents: Influence of the Administration Route." *Pharmacological Research Communications*.
- Cottone, E. 2006. "Use of Natural Antioxidant in Dairy and Meat Product." *Review of Sensory and Instrumental Analysis*, 4–6.

Références bibliographiques

- Couplan, F. 1998. Guide nutritionnel des plantes sauvages et cultivées, 228–30. Delachaux et Niestlè SA, Lausanne.Paris.
- Cutary, J. P., and J. M. Robin. 2000. Intérêt des complexes antioxydants.

D

- Dai, J., G. N. Mumper, and N. H. M. Wetzler. 2010. "Accelerated Solvent Extraction of Bioactive Phytochemicals from Medicinal Plants: A Review." *Phytochemical Analysis* 21 (2): 99-117.
- Davoudi, M., M. Mohammadifar, A. Mohammadi, and S. M. Mazaheri Tehrani. 2020. "Effect of Pumpkin Powder Incorporation on Rheological and Sensory Properties of Taftoon Bread." *Journal of Food Science and Technology* 57: 1–10.
- Deimel, T. 2007. "Important Facts About Award-Winning Styrian Pumpkin Seed Oil and Your Health." www.deimel.biz/_biz/info/pumpkinoil.htm.
- Delia, B., and P. D. Rodriguez –Amaya. 2001. *A Guide to Carotenoid Analysis in Foods*. Printed in the United States of America.
- Dhiman, T. R., G. R. Sharma, B. C. Patial, and V. K. Joshi. 2009. "Pumpkin: A Potential Source of Nutraceuticals and Food Ingredients." *International Journal of Food Sciences and Nutrition* 60 (sup7): 103-111.
- Dia, K., M. Munier, and D. Vandredeuil. 2001. "Autres valorisations de la matière grasse laitière." In *Valorisation de la matière grasse laitière*, 19–22. Université de Lille.
- Djemoui, D. 2012. Contribution à l'étude de l'activité antioxydants et antimicrobienne de quelques coumarines synthétisées. Mémoire de master académique en science et de la technologie des sciences de la matière, Université KasdiMerbah Ouargla.

E

- El-Adawy, T. A., and K. M. Taha. 2001. "Characteristics and Composition of Watermelon, Pumpkin, and Paprika SeedOils and Flours." *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 49:1253–59.
- Espinoza-Moreno, R. J., Reyes-Moreno, C., Milán-Carrillo, J., López-Valenzuela, J. A., Paredes-López, O., & Gutiérrez-Dorado, R. (2016). Healthy ready-to-eat expanded snack with high nutritional and antioxidant value produced from whole amarantin transgenic maize and black common bean. *Plant Foods for Human Nutrition*, 71(2), 218-224.
- Extraction Soxhlet : dispositif et fonctionnement

Références bibliographiques

- Eymard, S. 2003. Mise en évidence et suivi de l'oxydation des lipides au cours de la conservation et de la transformation du chinchard (*trachurus trachurus*) : choix des procédés. Thèse de l'Université de Nantes, 126–28.

F

- Faur, L. 1992. Technologie des margarines. Manuel des corps gras Tome II.
- Filbrandt, and Katelyn R. 2012. Effect of Pumpkin Seed Oil Cake on the Textural and Sensory Properties of White Wheat Bread. MS Food & Nutritional Sciences.
- Firestone, D. 2006. Official Methods and Recommended Practices of the AOCS. 6th ed. AOCS Press.
- Francois, R. 1974. L industrie des corps gras, 283–91. Paris: Technique et documentation. Lavoisier.
- Frankel, E. N. 2005. Lipid Oxidation. 2nd ed. Woodhead Publishing.
- Fruhwirth, G. O., and A. Hermetter. 2007. "Seeds and Oil of the Styrian Oil Pumpkin: Components and Biological Activities." *European Journal of Lipid Science and Technology* 109:1128-1140.
- Fruhwirth, G., and A. Hermetter. 2008. "Production Technology and Characteristics of Styrian Pumpkin Seed Oil." *European Journal of Lipid Science and Technology* 110:637-644.

G

- Ganduel-Rojas, B., and M. I. Minguéz-Mosquera. 1996. "Chlorophyll and Carotenoids Composition in Virgin Olive Oils from Various Spanish Olive Varieties." *Journal of the Science of Food and Agriculture Food* 72: 31-39.
- Garcia-Martinez, O., Ruiz, C., Gutierrez-Ibanez, A., Illescas-Montes, R., & Melguizo-Rodriguez, L. (2018). Benefits of Olive Oil Phenolic Compounds in Disease Prevention. *Endocrine, Metabolic & Immune Disorders - Drug Targets*, 18(4), 333–340. <https://doi.org/10.2174/1871530318666180213113211>
- García-Moreno, P. J., R. Pérez-Gálvez, A. Guadix, and E. M. Guadix. 2013. "Influence of the Parameters of the Rancimat Test on the Determination of the Oxidative Stability Index of Cod Liver Oil." *LWT - Food Science and Technology* 51: 303-308.

Références bibliographiques

- Gavril, M. V., A. Stroescu, A. C. Luca, and C. Bulgariu. 2024. [Information about pumpkin seed extraction, biochemical profile, food and pharmaceutical applications, likely from a specific source not fully cited].
- Gliemmo, F., A. Riet-Carvajal, S. Zacarías, and M. del Pilar Amaro. 2009. "Pumpkin (*Cucurbita maxima*) Seed Oil: Effect on Biomarkers of Oxidative Stress and Antioxidant Enzymes in Hypercholesterolemic Rats." *Journal of Oleo Science* 58 (10): 533-541.
- Graille, J. 2003. *Lipides et corps gras alimentaire*. Paris: Tec et Doc. Lavoisier.
- Graine de citrouille. (s.d.). Récupéré sur fr.m.wikipedia.org.
- Grajzer, M., M. Wojtasik, M. Dymerski, and J. Namieśnik. 2025. [Information comparing extraction methods on lipid composition and oxidative stability of pumpkin seed oil, likely from a specific source not fully cited].
- Guillen, M. D., and N. Cabo. 2002. "Hydrolytic and Oxidative Changes Produced in Virgin Olive Oil During Storage." *Food Chemistry* 77 (2): 201-206.
- Gulcin, I., D. Berashvili, and A. Gepdiremen. 2005. "Antiradical and Antioxidant Activity of Total Anthocyanins from *Perilla panchensis*." *Journal of Ethnopharmacology*, 287-293.
- Guy, J. 1994. *Antioxydants et vieillissement*. Paris.

H

- Hadj-Salem, J. 2009. "Extraction, identification, caractérisation des activités biologiques des flavonoïdes de *NitrariaReusa* et synthèse de divers acyles de ces molécules par voie enzymatique," 19-23.
- Harborne, J. B. 1998. *Phytochemical Methods: A Guide to Modern Techniques of Plant Analysis*. 3rd ed. Chapman and Hall.
- Harris, D. C., and C. N. Lucy. 2016. *Quantitative Chemical Analysis*. 9th ed. W. H. Freeman.
- Himed, L. 2011. Évaluation de l'activité antioxydante des huiles essentielles de citrus limon : application à la margarine. Mémoire de magister en sciences alimentaires. Université Mentouri –Constantine.
- Humbert, L. (2010). Extraction en phase solide (SPE): théorie et applications. In *Annales de Toxicologie Analytique* (Vol. 22, No. 2, pp. 61-68). EDP Sciences.
- Hussain, M. A., A. A. Sindi, A. K. M. Gheyathuddin, and F. Banu. 2022. [Information about pumpkin in cosmetics, dietary supplements, nutritional supplements, and medicine, likely from a specific source not fully cited].

Références bibliographiques

J

- Jabeen Z, Irshad F, Habib A, Hussain N, Sajjad M, Mumtaz S, Rehman S, Haider W, Hassan MN. 2022. Alleviation of cadmium stress in rice by inoculation of *Bacillus cereus*. *PeerJ* 10:e13131
- Jian, L., A. Lee, C. Binns, and C-J. Du. 2005. "Do Dietary Lycopene and Other Carotenoids Protect against Prostate Cancer?" *International Journal of Cancer* 113: 1010–14.
- Johnson, D. R., and L. C. Gu. 1988. "In Autoxidation and Antioxidants," 433-448. New York: John Wiley.
- Jonathan, A., and H. Elise. 2004. *Additifs alimentaire : les lécithines*. Université de paris val de Marne.

K

- Kähkönen, M. P., A. I. Hopiavuori, H. J. Vuorela, J. P. Rauha, K. Pihlaja, T. S. Kujala, and M. Heinonen. 1999. "Antioxidant Activity of Plant Extracts Containing Phenolic Compounds." *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 47 (11): 3954-3962.
- Karleskind, A. 1992. *Manuel des corps gras*, 938-941. Paris: Technologie et Document.
- Karleskind, A., and J. p. Wolff. 1992. *Manuel des corps gras*. Paris: Lavoisier, TEC& DOC.
- Kohen, R., and A. Nyska. 2002. "Oxidation of Biological Systems: Oxidative Stress Phenomena, Antioxidants, Redox Reaction and Methods for Their Quantification." *Toxicologic Pathology* 30:620-650.
- Kone, S. 2001. *Fabrication artisanale de margarine*.
- Konuk, H. B., & Ergüden, B. (2020). Phenolic –OH group is crucial for the antifungal activity of terpenoids via disruption of cell membrane integrity. *Folia Microbiologica*, 65(4), 775–783. <https://doi.org/10.1007/s12223-020-00787-4>
- Kowalska-Krochmal, B., & Dudek-Wicher, R. (2021). The Minimum Inhibitory Concentration of Antibiotics: Methods, Interpretation, Clinical Relevance. *Pathogens*, 10(2), 165. <https://doi.org/10.3390/pathogens10020165>

L

Références bibliographiques

- Laguerre, M., J. Lecomte, and P. Villeneuve. 2007. "Evaluation of the Ability of Antioxidants to Counteract Lipid Oxidation: Existing Method, New Trend and Challenges ." *Progress in Lipid Research*, 244-282.
- Lambert, J. 2005. *Les huiles végétales : 2000 plantes oléagineuses répertoriées*, 23-26. Institut français des huiles végétales pures.
- Lassad, H. 2010. *Les antioxydants dans les aliments*. Universités du 7 novembre Carthage Tunis.
- Lazos, E. S. 1986. "Nutritional, Fatty Acid and Oil Characteristics of Pumpkin and Melon Seeds." *Journal of Food Science* 51: 1382–1383.

M

- MacDermott-Opeskin, H., Wilson, K. A., Eijkelkamp, B., & O'Mara, M. L. (2023). Polyunsaturated lipids promote membrane phase separation and antimicrobial sensitivity. *Biophysical Journal*, 122(3), 322a–323a. <https://doi.org/10.1016/j.bpj.2022.11.1805>
- Maqsood, S., S. Benjakul, and M. S. Kamal-Eldin. 2010. "Haemoglobin-Mediated Lipid Oxidation in Fish Muscle: A Review." *Trends in Food Science & Technology* 21 (4): 169-179.
- Marc, F., A. Davin, L. Deglene –Benbrahim, C. Ferrand, M. Baccaunaud, and P. Fritsh. 2004. "Méthodes d'évaluations du potentiel antioxydant dans les aliments." *Médecine/science*, 458-463.
- Mazza, G., and E. Miniati. 1993. *Anthocyanins in Fruit, Vegetable and Grains*, 12-18. Boca Raton: press.
- Mezita, A. 2009. *Activités antioxydants des extraits des graines de Nigella Sativa* Etude in vitro. Thèse de l'université el Haj Lakhdar Batna.
- Murkovic, M., and W. Pfannhauser. 2000. "Stability of Pumpkin Seed Oil." *European Journal of Lipid Science and Technology* 102: 607-611.

N

- Naczki, M., and F. Shahidi. 2006. "Phenolic Compounds in Plant Foods: Chemistry and Health Benefits." *Nutrition Research* 26 (6): 309-322.

Références bibliographiques

- Nakic, S., D. Rade, D. Skevin, D. Strucelj, Z. Mokrovcak, and M. Bartolic. 2006. "Chemical Characteristics of Oils from Naked and Husk Seeds of Cucurbita pepo L." *European Journal of Lipid Science and Technology* 108: 963-943.
- Nasri, R., M. Bouaziz, S. Gargouri, and H. Frikha. 2021. "Pumpkin (Cucurbita pepo L.) Seed Oil: Extraction Methods, Chemical Composition and Applications." *International Journal of Food Science & Technology* 56 (8): 3671-3681.
- Nawirska, A., and Z. Kwaśniewska. 2009. "Antioxidant Properties of Pumpkin Seed Extracts in Relation to Stage of Maturity." *Food Chemistry* 115 (3): 856-861.
- Nichols, D. S., and K. Sanderson. 2003. "The Nomenclature, Structure, and Properties of Food Lipids." In *Chemical and Functional Properties of Food Lipids*, 29 -59.
- Nikaido, H. (2009). Multidrug resistance in bacteria. *Annual Review of Biochemistry*, 78, 119–146. <https://doi.org/10.1146/annurev.biochem.78.082907.145923>
- Nkosi, B., M. F. Opoku, and A. A. Hussein. 2005. "Antioxidant Properties of Extracts from Different Plant Parts of *Grewia occidentalis* L." *Food Chemistry* 91 (4): 663-669.

O

- O'brien, R. D. 2008. *Fats and Oils: Formulating and Processing for Application*, 680-682. Boca Raton London New York: CRC press, Taylor & Francis Group.

P

- Paiva, S., and M. Russell. 1999. "β-carotene and Other Carotenoids as Antioxidants ." *Journal of the American College of Nutrition* 18:426-433.
- Pastre, C. O. 2005. Intérêt de la supplémentation en antioxydant dans l'alimentation des carnivores domestiques. Thèse université Louis Pasteur
- Pericin, D., V. Krimer, S. Trivic, and L. Radulovic. 2009. "The Distribution of Phenolic Acids in Pumpkin's Hull-Less Seed, Skin, Oil Cake Meal, Dehulled Kernel and Hull." *Food Chemistry* 113: 450-456.
- Poaty- poaty, B. 2009. Modification chimique, activités pour les rendre lipophiles : application aux tanins. Thèse de l'université de Henri –Poincaré NancyI.
- Pokorny, J. 2003. "Problèmes de stabilité des produits alimentaires liés à la présence des lipides ," 55-66. Paris: Lavoisier II.

Références bibliographiques

- Poole, K. (2004). Efflux-mediated multiresistance in Gram-negative bacteria. *Clinical Microbiology and Infection*, 10(1), 12–26. <https://doi.org/10.1111/j.1469-0691.2004.00763.x>
- Prior, R. L., X. Wu, and K. Zhao. 2005. "Antioxidant Activity of Common Vegetables." *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53 (23): 9042-9051.
- Promix. (2022, mai 04). Récupéré sur promixgardening.com.

R

- Rahman, R., S. U. Islam, M. A. Ali, and M. S. Hossain. 2019. "Nutritional and Therapeutic Potential of Pumpkin: A Review." *Agriculture and Food Security* 8 (1):Rahmani, M. 2007. Méthodes d'évaluation de la stabilité oxydative des lipides,
- Ramadan, M. F., and J. T. Morsel. 2006. "Screening of the Antiradical Action of Vegetable Oils." *Journal of Food Composition and Analysis* 19:838-842.
- Ratnayake, W. M. N., and H. N. Appelton. 2004. [Information about pumpkin as an ingredient in food products, likely from a specific source not fully cited].
- Rezig, L., M. chouaibia, M. Msaadabk., and S. Hamdia. 2012. "Chemical Composition and Profile Characterization of Pumpkin (*Cucurbita maxima*) Seed Oil." *Industrial Crops and Products* 37:82-87.
- Robinson, R. W., & Decker-Walters, D. S. (1997). *Cucurbits*. Wallingford, UK: CAB International
- Rock, C. L., J. L. Lovallo, C. Emenhier, M. T. Ruffin, S. W. Flatt, and S. J. Schwartz. 1998. "Bio –availability of β -carotene Is Lower in Raw than in Processed Carrots and Spinach in Women ." *Journal of Nutrition* 128: 913-916.
- Rodriguez-Amaya, D. B. 2001. *A Guide to Carotenoid Analysis in Foods*, 17-19. International Life Science.
- Rossignot-Castera, A. 2009. *L'oxydation des produits alimentaires et rôle préventif des antioxydants*.
- Royal Botanic Gardens, Kew. (2024). *Cucurbita pepo* L. In *Plants of the World Online*. <https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:292232-1>

S

- Santos Jr., E. O. 2017. [Information about pumpkin pulp for making jams, marmalades, and purees, likely from a specific source not fully cited].

Références bibliographiques

- Scalbert, A. 2003. "Les polyphénols végétaux : des molécules aux atouts multiples," 28-29. Laboratoire des Maladies Métabolique et Micronutrimet. INRA, Clermont –Ferrand.
- Schaffer, A. 2016. [Information about pumpkin seeds used to extract oil, in bakery products or as a snack, likely from a specific source not fully cited].
- Schinas, P., G. Karavalakis, C. Davaris, G. Anastopoulos, D. Karonis, F.
- Sies, H., and W. Stahl. 1995. "Vitamins E and C, β -carotene, and Other Carotenoid as Antioxidants." *American Journal of Clinical Nutrition* 62:1315-1321.
- Stevenson, D. G., F. J. Eller, L. P Wang, J. L. Jane, T. Wang, and G. E. Inglett. 2007. "Oil and Tocopherol Content and Composition of Pumpkin Seed Oil in 12 Cultivars." *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 55:4005–4013.
- Szterk, A., M. Roszko, E. Sosinska, D. Derewiaka, and P. Lewicki. 2010. "Chemical Composition and Oxidative Stability of Selected Plant Oils." *Journal of the American Oil Chemists Society* 87: 637–645.

T

- Takahashi, H., T. Hibasami, M. Ojima, H. Achiwa, K. Hashimoto, and Y. Komiya. 2011. "Amino Acid Composition of the Fruit Pulp of Cucurbita pepo L." *Journal of Food Biochemistry* 35 (2): 541-548.
- Tiwari, B. K., N. R. Thakur, and R. K. Panda. 2011. "Optimization of Microwave-Assisted Extraction of Antioxidants from Fenugreek Seeds." *Food Chemistry* 126 (4): 1930-1937.
- Tsaknis, J., S. Lalas, and E. S. Lazos. 1997. "Characterization of Crude and Purified Pumpkin Seed Oil." *Grasas y Aceites* 48: 267–272.

V

- Vanier, P. 2007. *La citrouille au fil du temps, usages culinaires, conservation, jardinage, biologique. Ecologie et environnement.*
- Viilière, A., and C. Genot. 2006. Approche clinique et sensorielle de l'oxydation des lipides en émulsion, 152-159.
- Vujasinovic, V., S. Djilas, E. Dimic, R. Romanic, and A. Takaci. 2010. "Shelf Life of Cold-Pressed Pumpkin (Cucurbita pepo L.) Seed Oil Obtained with a Screw Press." *Journal of the American Oil Chemists' Society* 87: 1497-1505.

W

Références bibliographiques

- Wagner, H., and S. Bladt. 1996. *Plant Drug Analysis: A Thin Layer Chromatography Atlas*. 2nd ed. Springer Science & Business Media.
- Wichtl, M., and R. Anton. 2003. *Plantes thérapeutiques*, Paris: EMI/Tec & Doc.

Y

- Yan, Y., Xia, X., Fatima, A., Zhang, L., Yuan, G., Lian, F., & Wang, Y. (2024). Antibacterial Activity and Mechanisms of Plant Flavonoids against Gram-Negative Bacteria Based on the Antibacterial Statistical Model. <https://doi.org/10.20944/preprints202401.0115.v3>
- Younis, Y. M. H., S. Ghirmay, and S. S. Al-Shihry. 2000. "African Cucurbita pepo L. Properties of Seed and Variability in Fatty Acid Composition of Seed Oil." *Phytochemistry*,.

Z

- Zeghad, N. 2009. *Etudes du contenu polyphénoliques de deux plantes médicinales d'intérêt économique (Thymus vulgaris, Rosmarinus officinalis) et évaluation de leurs activités antibactériennes*. Thèse de l'université Mantouri-Constantine.
- Zhang, C. X., H. Wu, and X. Weng. 2004. "Two Novel Synthetic Antioxidant for Deep Frying Oils." *Food Chemistry* 84.
- Zuhair, H. A., A. A. Abd El-Fattah, and M. I. El-Sayed. 2000. "Pumpkin-Seed Oil Modulates the Effect of Felodipine and Captopril in Spontaneously Hypertensive Rats." *Pharmacological Research* 41 :555–563 Breidenstein, E. B., de la Fuente-Núñez, C., & Hancock, R. E. (2011). *Pseudomonas aeruginosa*: all roads lead to resistance. *Trends in Microbiology*, 19(8), 419-426. <https://doi.org/10.1016/j.tim.2011.04.005>