



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي



Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة الشاذلي بن جديد- الطارف

Université Chadli Bendjedid – El Tarf

كلية العلوم و التكنولوجيا

Faculté des Sciences et de la Technologie

قسم الكيمياء

Département de Chimie

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master

Domaine : Sciences de la matière

Filière : Chimie

Spécialité: Chimie Analytique

Thème

**Screening phytochimique et propriétés anti microbiennes
de huile végétal d'amande (*Prunus dulcis*)**

Présenté par :

SELMI SARRA

Devant le Jury :

Dr. GUENADIL FAOUZI	MCA	Univ Chadli Bendjedid El Tarf	Président
Dr. ZERNIZ NAWAL	MCA	Univ Chadli Bendjedid El Tarf	Encadrante
Dr.TOUDERT NADIA	MCA	Univ Chadli Bendjedid El Tarf	Examinatrice

Année Universitaire : 2025/2026

Remerciement

Je remercie dieu le tout puissant qui m'a donné La volonté et la patience pour Mener à bien mon modeste travail.

J'adresse mes sincères remerciement et ma profonde gratitude à : **Dr NAWAL ZERNIZ**, pour son aide précieuse, sa disponibilité, ses orientations et ses conseils tout au long de ce travail.

J'exprime ma profonde et respectueuse gratitude à **Dr TOUDERT NADIA ET Dr GUENADIL FAOUZI** d'avoir bien voulu examiner le présent travail.

Je tiens à remercier chaleureusement l'ensemble du personnel du laboratoire pédagogique du département de chimie de faculté des Science et de la Technologie de l'Université Chadli Bendjedid-El Tarf ainsi que celui de l'Etablissement public Hospitalier (EPH EL BESBS ; Wilaya d'El Tarf, pour leur accueil et leur collaboration.

Enfin ; j'adresse mes remerciements à toutes les personnes qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de cette recherche.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

A l'être la plus chère de ma vie ma mère que dieu te protège

A mon Père, Allah t'offre à ton âme le paradis.

Mes frères. Mes sœurs

A toutes les personnes que j'aime.

A toutes mes amies et mes collègues.

Résumé :

L'extraction par pressage hydraulique des amandes a permis d'obtenir un rendement de **46 %**. L'huile obtenue a ensuite été caractérisée sur les plans phytochimique, physico-chimique et biologique afin d'évaluer sa qualité et son potentiel d'utilisation. Le screening phytochimique a révélé la présence de flavonoïdes, de tanins, d'anthocyanes et de leuco-anthocyanes, ainsi que l'absence de saponosides, de cardénolides et d'huiles volatiles. Les analyses physico-chimiques ont montré une huile de bonne qualité, caractérisée par un faible indice d'acidité (1,1222 mg KOH/g), un indice de saponification de **182,358 mg KOH/g**, un indice de peroxyde de **4,85 meq O₂/kg** et un indice de réfraction de 1,474. L'activité antibactérienne a montré une inhibition de *Staphylococcus aureus* et d'*Enterobacter cloacae*, tandis qu'*Escherichia coli* s'est révélée résistante. Ces résultats mettent en évidence le potentiel de l'huile d'amande.

Mots-clés : Huile d'amande ; *Prunus dulcis* ; extraction par pression mécanique ; screening phytochimique ; propriétés physico-chimiques ; activité antibactérienne.

Abstract :

The extraction of almond oil by hydraulic pressing yielded a recovery rate of 46%. The resulting oil was characterized through phytochemical, physicochemical, and biological analyses to evaluate its quality and potential applications. Phytochemical screening revealed the presence of flavonoids, tannins, anthocyanins, and leuco-anthocyanins, while saponosides, cardenolides, and volatile oils were absent. Physicochemical analyses demonstrated high-quality oil, characterized by a low acid value (1.1222 mg KOH/g), a saponification value of 182.358 mg KOH/g, a peroxide value of 4.85 meq O₂/kg, and a refractive index of 1.474. Antibacterial activity tests showed inhibition of *Staphylococcus aureus* and *Enterobacter cloacae*, whereas *Escherichia coli* proved to be resistant. These results highlight the potential of almond oil.

Keywords: Almond oil; *Prunus dulcis*; mechanical pressing extraction; phytochemical screening; physicochemical properties; antibacterial activity.

ملخص

تم الحصول على مردود استخلاص بنسبة 46% من زيت اللوز عن طريق العصر الهيدروليكي. بعد ذلك، تم إجراء توصيف كيميائي نباتي وفيزيائي-كيميائي وبيولوجي للزيت المستخلص لتقييم جودته وإمكانات استخدامه. كشف الكشف الكيميائي النباتي عن وجود الفلافونويدات، العفص (التانينات)، الأنثوسيانين، واللوكو-أنثوسيانين، مع غياب السابونوسيدات، الكاردينوليدات، والزيوت الطيارة. أظهرت التحاليل الفيزيائية-الكيميائية أن الزيت ذو جودة جيدة، حيث تميز بقرينة حموضة منخفضة (1.1222 ملغ/كOH غ)، وقرينة تصبن قدرها 182.358 ملغ/كOH غ، وقرينة بيروكسيد قدرها 4.85 مكافئ O₂/كغ، وقرينة انكسار بلغت 1.474. أظهر النشاط المضاد للبكتيريا تثبيطاً لكل من *Staphylococcus aureus* و *Enterobacter cloacae*، في حين أظهرت بكتيريا *Escherichia coli* مقاومة. تبرز هذه النتائج الإمكانات الواعدة لزيت اللوز.

الكلمات المفتاحية: زيت اللوز؛ *Prunus dulcis*؛ استخلاص بالعصر الميكانيكي؛ كشف كيميائي نباتي؛ خصائص فيزيائية-كيميائية؛ نشاط مضاد للبكتيريا.

Liste des Figures

Liste des figures:

Figure 1: L'arbre d'amandier .	04
Figure 2: Les feuilles	05
Figure 3 et 4: fleur d'amandier	05
Figure 05: Graines d'amande douce à gauche et d'amande amère à droite.....	06
Figure 6 Coquille (Endocarpe).....	07
Figure 07 : Schéma du montage de l'extraction par entraînement à la vapeur d'eau. (Anonym 1)	11
Figure 08 : Schéma du montage de l'extraction par hydro distillation. (Anonyme 2).....	12
Figure 09 : Schéma du montage de l'extraction par micro-onde.....	12
Figure 10: Constituants des huiles végétales	14
Figure11 : extraction mécanique(photo personnelle).....	15
Figure 12 : Méthode soxhelt	16
Figure13 : la Méthode de Kumagawa.....	16
Figure 14: Test des saponoside.....	17
Figure 15: Test des flavonoïdes	18
Figure16 : Test des tannins.....	18
Figure 17 : Test des cardénolides.....	19
Figure 18: Test des huiles volatiles.....	20
Figure19 : Test des anthocyanes.....	20
Figure20: Test de Leuco anthocyanes	21
Figure21 : Extraction de Huile végétal d'amande	22
Figure22: Test d'indice d'acide.....	22
Figure 23: Test d'indice de saponification	22
Figure 24: Test d'indice de peroxyde.....	24
Figure25: Réfractomètre.....	25
Figure 26: Suspension des souches bactériennes	26
Figure 27: gélose Muller Hinton.....	27
Figure 28: dilution d'huile d'amande.....	27
Figure 29: incubationd'huile d'amande.....	28

Liste des Figures

Figure 30 : souche <i>Enterobacter cloacae</i>	28
Figure 31 : résultats d'activité des bactéries.....	31

Liste des Tableaux

Liste des tableaux :

Tableau 1: Top 20 des pays, valeur de production brute de Amandes non décortiquée ..	02
Tableau 2: descriptions botaniques de l'amandier [<i>Prunus dulcis</i> (Mill)	04
Tableau 3: Les caractéristiques des bactéries.....	25
Tableau 4: Liste des matériels et produits utilisées (Milieu de culture, réactifs).....	26
Tableau 5: Résultat des testes photochimiques.....	28
Tableau 06 : caractéristique physique et rendement de l'huile d'amande extraite.....	29
Tableau 07 : paramètres chimique des huiles contenues dans l'amande	29
Tableau08: diamètres (mm) des zones d'inhibition de l'Huile végétal d'amande.....	31

Liste d'abréviation

Liste d'abréviation :

Int\$: dollars internationaux

% : Pourcentage

IS : indices de saponification

IP : indice de peroxyde

n_d^{20} : Indice de réfraction

N : Normalité

V : Volume

C° : Degré Celsius

S : Seconde

L : Liter

H : Heure

DMSO : diméthylsulfoxyde.

Sommaire

Sommaire :

Introduction générale :	1
Partie I : Synthèse bibliographique	
Chapitre I : généralités sur l'amande	2
I.1. Historique :	2
I.2. Classification :	3
I.3. Description morphologique:	4
I.3.1 L'arbre d'amandier :	4
I.3.2. Les feuilles :	4
I. 3.3. Les fleurs :	5
1.3.4 Les sous-produits de l'amande	5
I.4. Composition chimique et nutritionnelle	7
I.5 Utilisation de l'amande	8
Chapitre II: Les huiles végétal	10
II .1 Les huiles :	10
II .1. 1Huile Essentielles :	10
II .1.2. Répartition, localisation :	10
II .1 .3 .Méthodes d'extraction :	10
II .2 Les huiles végétal :	13
II .2 . 1. Définition	13
II. 3. Méthodes d'extractions :	14
II. 3.1Extraction mécanique:	14
II. 3.2L'Extraction par solvant (procède chimique) :	15
Deuxième partie : Étude expérimentale	17
Chapitre III : Matériel et méthode	
III. Matériel et méthode :	17
III.1 Screening photochimiques :	18
III.1.1. Les saponosides (test de mousse) :	18
III.1.2 Les flavonoïdes :	18
III.1.3 Les tannins :	19
III.1.4 Les cardénolides :	19

Sommaire

III.1.5 Les huiles volatiles :	20
III.1.6 Anthocyanes.....	20
III.1.7 Leuco-Anthocyanes	21
III.1.8 L'extraction de L'huile végétal d'amande :	17
III.1.9 Rendement d'extraction.....	17
III.2 Caractères chimiques :	21
III.2.1 Indice d'acide :	21
III.2.2 Indice de saponification	22
III.2.3 Indice de peroxyde :	23
III.3 Caractères physiques :	24
III.3 .1 Indice de réfraction :	28
III.4 L'activité antibactérienne des extraits :	24
III.4.1 Choix des souches :	25
III.4.2 Matériel du laboratoire :	25
III.4.3 Isolements et conservations des souches :	25
Chapitre IV: Résultats / discussion.....	29
IV.1 Interprétation du screening photochimique :	28
IV. 2 Caractérisation physico-chimique de l'huile végétale :	29
IV.2 .1 Indice d'acide(Ia) :	29
IV.2 .2 Indice de saponification :	30
IV.2.3 Indice de Peroxyde :	30
IV.3 Caractères physiques.....	30
IV.3.1 Indice de réfraction	30
IV.4 Activité antibactérienne de l'huile essentielle de l'Amonde :	30
Conclusion :	32
Référence bibliographiques :	33

**Introduction
générale**

Introduction générale

Introduction générale :

Les plantes médicinales constituent une source importante de composés bioactifs tels que les flavonoïdes, les tanins et les composés phénoliques. Ces substances sont reconnues pour leurs nombreuses propriétés biologiques, notamment leurs activités antioxydantes et antimicrobiennes, ce qui explique l'intérêt croissant qu'elles suscitent dans les domaines de la santé et de la recherche scientifique [01]

L'amande constitue une source nutritionnelle importante grâce à sa richesse en protéines, en lipides, en fibres alimentaires, en stérols, en acides gras mono-insaturés, ainsi qu'en vitamines et en minéraux. Ces constituants contribuent à la prévention des maladies cardiovasculaires et au maintien d'un bon état de santé. L'huile extraite des amandes est largement utilisée dans les industries pharmaceutique et cosmétique ainsi qu'en dermatologie, en raison de ses propriétés antioxydantes, émollientes et hydratantes. [02]

Bien que l'huile d'amande ne soit pas considérée comme un agent antibiotique puissant, elle peut jouer un rôle préventif et thérapeutique complémentaire contre certaines affections d'origine bactérienne. Grâce à sa richesse en vitamine A et en composés bioactifs, elle contribue au traitement de l'acné en régulant la production de sébum et en favorisant la cicatrisation des lésions cutanées. Ses propriétés antibactériennes et antifongiques naturelles permettent également de soulager certaines affections inflammatoires de la peau telles que l'eczéma, le psoriasis et les pellicules. Par ailleurs, elle est fréquemment utilisée comme huile végétale porteuse pour diluer les huiles essentielles à activité antimicrobienne, telles que l'huile essentielle d'arbre à thé (*Tea Tree*), afin d'améliorer leur application et leur efficacité contre les infections cutanées localisées[03]

Notre travail sera donc réparti en deux parties divisées en quatre (04) chapitre

Partie I : Synthèse bibliographique

Chapitre 1 : généralités sur l'amande . l'origine, utilisation , description,

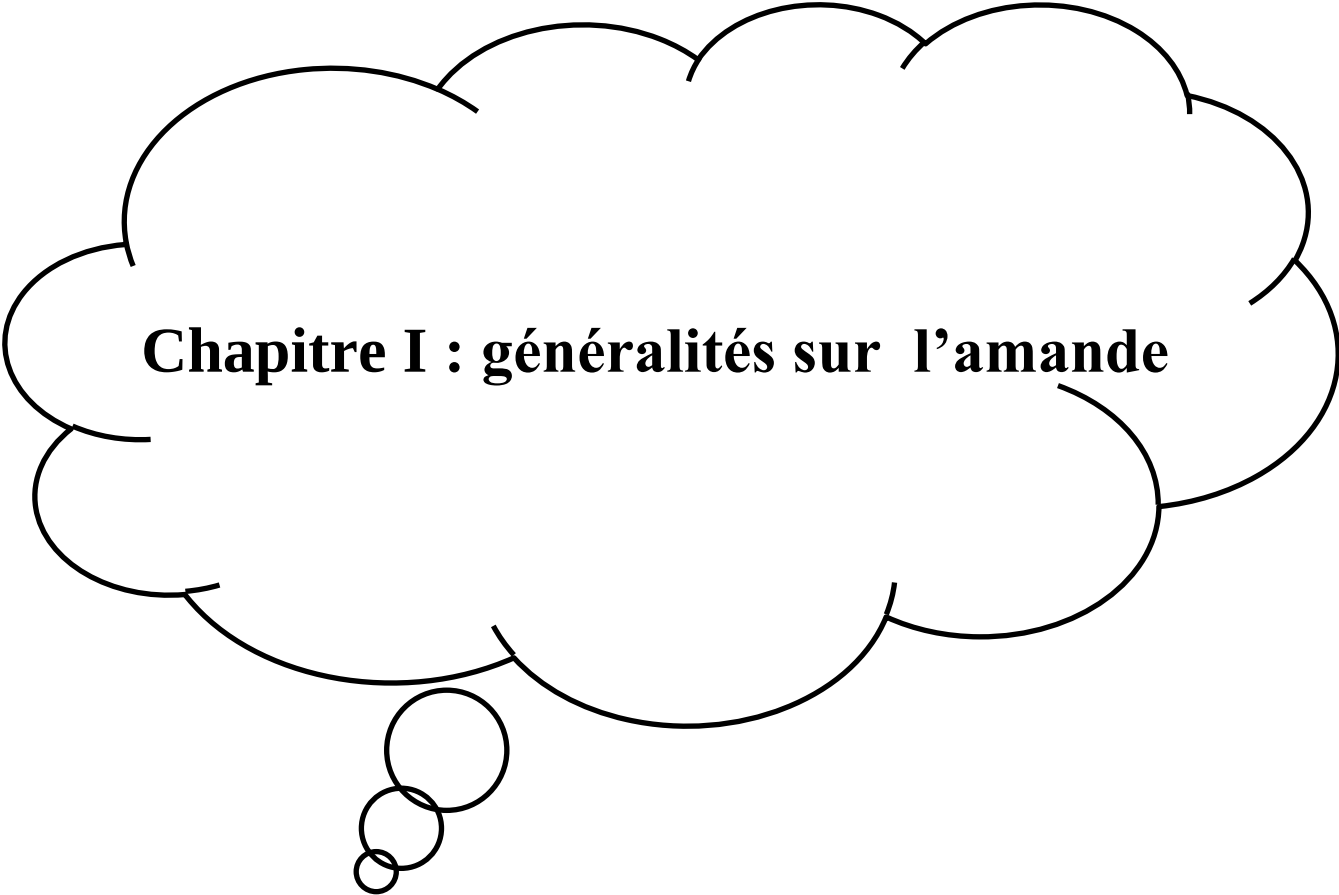
Chapitre 2 : Montre un aperçu réduit sur l'huile végétal

Deuxième partie : Étude expérimentale

Chapitres 3 : cechapitre comporte une matériels et méthodes qui parler sur le screening phytochimiques. Puis l'évaluation d'activité antibactérienne l'huile végétal

Chapitre 4 : Nous présentons les différents résultats obtenus avec la discussion

Partie I : Synthèse bibliographique



Chapitre I : généralités sur l'amande

Chapitre I : généralités sur l'amande

I.1. Historique :

L'amandier est l'une des principales espèces fruitières cultivées dans les régions méditerranéennes. Grâce à son adaptation aux conditions climatiques semi-arides et à l'intérêt économique de ses fruits, cette culture occupe une place importante dans l'arboriculture de nombreux pays, dont l'Algérie. Les amandes sont largement utilisées dans les secteurs alimentaire, cosmétique et pharmaceutique, ce qui contribue à l'essor de leur production à l'échelle mondiale.

Dans ce contexte, le tableau suivant présente la valeur de la production mondiale des amandes non décortiquées en 2024, exprimée en 1000 Int\$ (dollars internationaux). Les données, marquées par le symbole « E », correspondent à des valeurs estimées. L'Algérie enregistre une production estimée à 346 406 (1000 Int\$), ce qui la place parmi les principaux producteurs régionaux.

Tableau 1: Valeur de production brute de Amandes non décortiquées [04]

Zone	Produit	Année	Valeur	Unité	Symbole	Description du Symbole
États-Unis d'Amérique	Amandes non décortiquées	2024	10113887	1000 Int\$	E	Valeur estimée
Australie	Amandes non décortiquées	2024	1870751	1000 Int\$	E	Valeur estimée
Türkiye	Amandes non décortiquées	2024	1011217	1000 Int\$	E	Valeur estimée
Maroc	Amandes non décortiquées	2024	827257	1000 Int\$	E	Valeur estimée
Iran	Amandes non décortiquées	2024	667940	1000 Int\$	E	Valeur estimée
Tunisie	Amandes non décortiquées	2024	358338	1000 Int\$	E	Valeur estimée
Algérie	Amandes non décortiquées	2024	346406	1000 Int\$	E	Valeur estimée
République arabe syrienne	Amandes non décortiquées	2024	307562	1000 Int\$	E	Valeur estimée
Chine, continentale	Amandes non décortiquées	2024	242692	1000 Int\$	E	Valeur estimée
Chili	Amandes non décortiquées	2024	232436	1000 Int\$	E	Valeur estimée
Libye	Amandes non décortiquées	2024	185441	1000 Int\$	E	Valeur estimée
Ouzbékistan	Amandes non décortiquées	2024	149062	1000 Int\$	E	Valeur estimée
Pakistan	Amandes non décortiquées	2024	84726	1000 Int\$	E	Valeur estimée
Yémen	Amandes non décortiquées	2024	71966	1000 Int\$	E	Valeur estimée
Inde	Amandes non décortiquées	2024	62420	1000 Int\$	E	Valeur estimée
Liban	Amandes non décortiquées	2024	52078	1000 Int\$	E	Valeur estimée
Azerbaïdjan	Amandes non décortiquées	2024	18094	1000 Int\$	E	Valeur estimée

Les **États-Unis d'Amérique** dominent largement la production mondiale d'amandes avec une valeur estimée à **10 113 887 (1000 Int\$)**, soit un niveau très supérieur aux autres pays producteurs. Cette position s'explique par l'importance des vergers d'amandiers, notamment en Californie, et par le développement des techniques agricoles modernes.

L'**Australie** occupe la deuxième place avec **1 870 751 (1000 Int\$)**, suivie par la **Türkiye** avec **1 011 217 (1000 Int\$)**. Ces pays sont reconnus pour leurs conditions climatiques favorables à la culture de l'amandier.

Dans la région méditerranéenne et nord-africaine, le **Maroc** se distingue avec **827 257 (1000 Int\$)**, devant l'**Iran (667 940)** et la **Tunisie (358 338)**.

Les autres pays producteurs comme la **République arabe syrienne**, la **Chine**, le **Chili** et la **Libye** présentent également des niveaux de production notables, tandis que des pays tels que l'**Azerbaïdjan** et le **Tadjikistan** affichent des valeurs plus modestes.

Algérie :

L'amandier L'Algérie enregistre une production estimée à **346 406 (1000 Int\$)**, ce qui la place parmi les principaux producteurs régionaux d'amandes. Cette production reflète l'importance économique et agricole de l'amandier, une espèce bien adaptée aux conditions climatiques semi-arides et méditerranéennes du pays.

L'amandier est présent à l'état spontané dans plusieurs régions d'Algérie. À l'Est, les vergers sont principalement localisés sur les versants des wilayas de Guelma et de Constantine, puis s'étendent vers le Centre-Est, notamment au nord de la wilaya de Sétif, jusqu'à Béjaïa et Alger. Les amandiers à amandes amères sont majoritairement à l'état sauvage et se rencontrent en lisière des forêts, particulièrement dans les régions de Sétif et de Béjaïa. La commune de Miliana (wilaya d'Aïn Defla) constitue également une zone de peuplement de cette espèce. À l'Ouest du pays, notamment dans les wilayas de Tlemcen et d'Oran, l'amandier à amandes amères est principalement utilisé comme porte-greffe, tandis que ses amandes ne font l'objet d'aucune exploitation industrielle ou artisanale.[0 2].

I.2. Classification :

Les amandes, *Prunus dulcis* ou *Amygdalus communis*, sont classées botaniquement comme des fruits, [06].

Deux variétés d'amandes sont communément identifiées au sein de l'espèce «Prunus

Amygdalus » : les amandes douces qui sont désignées comme « Prunus Amygdalus dulcis »,

Chapitre I : généralités sur l'amande

Et les amandes amères qui sont dénommées « *Prunus Amygdalus amarus* » [07]. mais seules les amandes douces sont cultivées (Sang Chen et al., 2002). Plusieurs classifications du genre *Prunus* ont été réalisées, à savoir, *Amygdalus* L., *Armeniaca* Scop., *Cerasus* Mill., *Emplectocladus* Torr., *Laurocerasus* Duhamel, *Maddenia* Hook.f. & ThoMSON, *Padus* Mill., *Persica* Mill., *Prunus* L. (tableau 2).

Tableau 2: descriptions botaniques de l'amandier [*Prunus dulcis* (Mill.)][08]

Famille	Règne	Sous-règne	Division	Classe	Sous-classe	Ordre	Genre
Rosaceae	Plantae	Tracheobionta	Magnoliophyta	Magnoliopsida	Rosidae	Rosales	Prunus

I.3. Description morphologique:

I.3.1 L'arbre d'amandier :

Est l'arbre fruitier le plus durable mais sa production s'épuise rapidement. Il s'agit du premier arbre fruitier à fleur à la fin de l'hiver. L'amandier s'adapte bien aux conditions méditerranéennes sèches et présente une bonne opportunité de valorisation des terrains marginaux [09].



Figure 1: L'arbre d'amandier [10].

I.3.2. Les feuilles :

les feuilles sont caduques, de disposition alterné, elles sont vert sombre, brillantes, revers mat, étroites, lancéolées, les bourgeons [11] .



Figure 2: Les feuilles

I. 3.3. Les fleurs :

D'un joli blanc rosé, 5 pétales et 5 sépales (Figure 03), les fleurs sont formées au cours de l'été et s'épanouissent très tôt au printemps suivant, ce qui rend l'amandier très sensible aux gelées printanières. L'amandier porte un nombre de fleurs (Figure 04) considérable mais seulement 30% d'entre elles donneront des fruits. Les fleurs de la plus part des variétés sont auto-incompatibles : Il faut planter plusieurs variétés dans un verger pour assurer la fécondation des fleurs [12] .

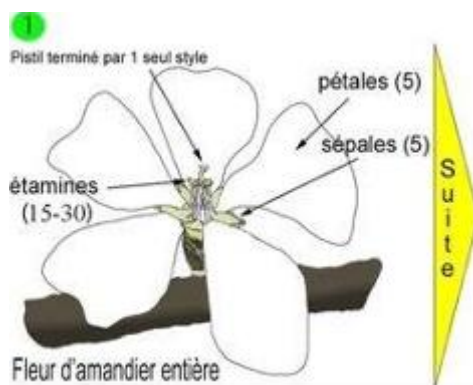


Figure 3 et 4: fleur d'amandier [12]

1.3.4 Les sous-produits de l'amande

Les fruits d'amandes comestibles sont constitués trois ou quatre parties distinctes: le noyau interne ou la viande, la peau brune intérieur, la coque centrale (l'endocarpe), et une coque

Chapitre I : généralités sur l'amande

fraîche extérieure (le mésocarpe), c'est une couche mince connue comme la peau, les constituants des fruits d'amandier sont visualisés

Compte tenu des propriétés physico-chimiques des divers sous-produits solides issus de la transformation des amandes, le matériel le plus important est la coque fraîche, avec une moyenne de 52,0% du poids frais total, tandis que la coque et le noyau (y compris la peau) représentent environ 33,0% et 15,0% du poids frais total, respectivement .

1.3.4.1 Noyau

Le noyau est la partie comestible des amandes est une graine avec deux gros cotylédons. Il existe plusieurs variétés d'amandes qui présentent différents rendements en graines dans le fruit.

Le noyau est protégé par la coque et la coquille, pendant le développement du fruit, tandis que pendant la maturation des fruits, la coque commence à se fendre et une fois séché, le noyau se sépare facilement de la coque. Il existe une grande diversité d'amandes qui présente des productivités et des rendements de graines différents dans le fruit [13]



Figure 05: Graines d'amande douce à gauche et d'amande amère à droite[14].

1.3.4.2 Peau brune ou la chair

La chair de la graine d'amande est recouverte d'un enrobage brun, appelé gaine, qui protège l'amande de l'oxydation et de la contamination microbienne. La peau d'amande (tégument)

Chapitre I : généralités sur l'amande

peut être enlevée et jetée après le blanchiment. Ces peaux constituent environ 4% du fruit d'amande et constituent une bonne source de composés phénoliques ..

1.3.4.3 Coquille (Endocarpe)

La coquille d'amande est le nom donné à la matière ligneuse formant l'endocarpe ou l'enveloppe de l'amandier. Lorsque le fruit est transformé pour obtenir les graines comestibles, les fragments sont séparés, alors que les gros ligneux sont jetés sans contrôle, et ce résidu industriel est l'endocarpe ligneux des fruits d'amande .



Figure 6: Coquille (Endocarpe) d'amande[15]

I.4. Composition chimique et nutritionnelle

L'amande est un aliment très énergétique, riche en lipides (environ 53 %), protéines, glucides et vitamines. Comme les autres fruits oléagineux, elle contient une grande proportion d'acides gras, principalement de l'acide oléique (ω 9, 60 à 75 %), ainsi que de l'acide linoléique (ω 6, 18 %) et de l'acide palmitique (7 %).

Elle est également une source importante d'antioxydants, notamment grâce à sa teneur en alpha tocophérol (25 à 27 mg/100 g d'amande sèche). Par ailleurs, sa faible concentration en sodium (1 à 2 mg/100 g) et son rapport potassium/sodium élevé (entre 360 et 900) en font un aliment exceptionnel, particulièrement adapté aux régimes pauvres en sel.

Contrairement aux idées reçues, sa consommation ne favorise pas la prise de poids et peut même avoir des effets bénéfiques sur le cholestérol [16] .

Chapitre I : généralités sur l'amande

I.5 Utilisation de l'amande

1. En alimentation

L'amande est un ingrédient incontournable dans l'alimentation quotidienne :

- Amande entière : consommée crue ou grillée, avec ou sans peau.
- Beurre d'amande : alternative saine aux pâtes à tartiner classiques.
- Lait d'amande : alternative végétale au lait de vache, idéale pour les intolérants au lactose.
- Farine d'amande : utilisée en pâtisserie et cuisine sans gluten.
- Huile d'amande douce : utilisée en cuisine et en cosmétique.

2. En cosmétique et soins

L'amande est très utilisée pour ses propriétés nourrissantes et adoucissantes :

- Huile d'amande douce : hydrate la peau et les cheveux.
- Masques et crèmes : anti-âge, réparateur et apaisant.
- Exfoliants naturels : la poudre d'amande est utilisée pour gommer la peau en douceur.

3. En complément alimentaire

Les amandes et leurs extraits sont disponibles sous plusieurs formes :

- Amande en poudre : source de protéines et d'acides gras essentiels.
- Huile d'amande en gélules : riche en oméga-9 pour le bien-être cardiovasculaire.
- Compléments à base d'amandes : utilisés pour la santé de la peau, des cheveux et des ongles.

4 .L'amande comme complément alimentaire :

- L'amande est une source naturelle de nutriments essentiels, notamment :
- Vitamine E : antioxydant puissant pour protéger les cellules du stress oxydatif.
- Magnésium : aide à réduire la fatigue et améliore la fonction musculaire.
- Fibres alimentaires : favorise un bon transit intestinal et la sensation de satiété.
- Protéines végétales : parfaites pour les végétariens et sportifs.

5 . Dosage recommandé :

Amandes entières : 15 à 30 g par jour (environ une poignée).

Huile d'amande douce : 1 cuillère à café par jour en complément alimentaire.

Gélules d'huile d'amande : selon les recommandations du fabricant.

6 .Précautions et Contre-indications :

Bien que l'amande soit bénéfique, certaines précautions sont à prendre :

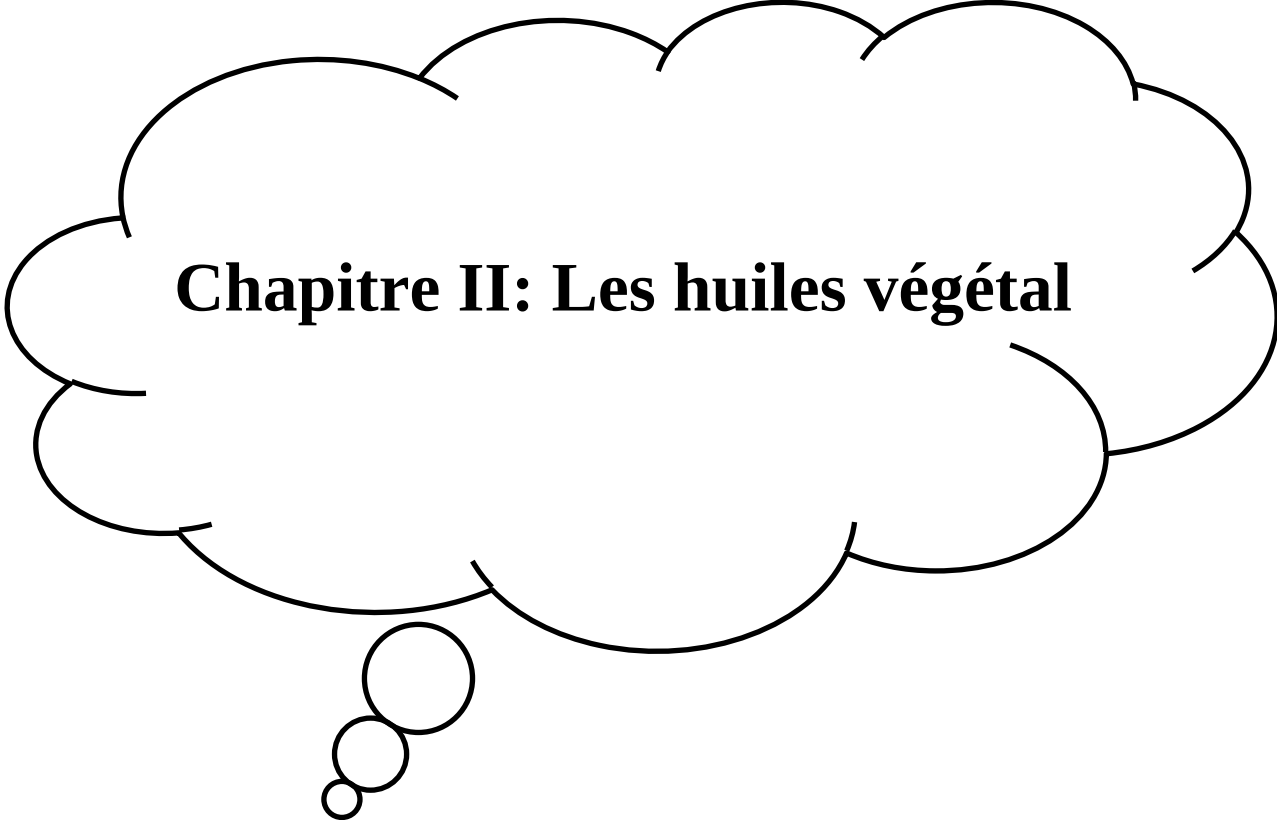
Chapitre I : généralités sur l'amande

À éviter en cas de :

- Allergie aux fruits à coque (amandes, noix, noisettes, etc.).
- Excès de consommation pouvant provoquer des troubles digestifs (ballonnements, constipation).

Effets secondaires possibles :

- Trop d'amandes peut causer une surcharge calorique.
- Contient de l'acide phytique qui peut limiter l'absorption de certains minéraux **[18]** .



Chapitre II: Les huiles végétal

Chapitre II : Les huiles végétal

II .1 Les huiles :

Les huiles végétales et les huiles essentielles sont deux types de produits distincts, chacun Ayant ses propres caractéristique, méthodes d'obtention et usages. Voici un comparatif Détaillé :

II .1. 1Huile Essentielles :

Les huiles essentielles sont des liquides huileux aromatiques très concentrés renfermant des mélanges complexes des substances volatils constitués de plusieurs dizaines de composés, se retrouvent dans toutes les parties de la plante (écorces, racines, feuilles, fleurs et fruits) et dans toutes les régions climatiques du globe. Les facteurs environnementaux comme la température, l'irradiante et la photopériode peuvent jouer un rôle primordial sur la qualité et la quantité de l'huile essentielle[19] .

II .1.2. Répartition, localisation :

Les huiles essentielles sont largement réparties dans le règne végétal, les plantes capables d'élaborer les constituants qui composent ces essences sont connues sous le nom de plantes aromatiques, réparties dans un nombre limité de familles comme : Myrtacées, Lauracées, Rutacées, Lamiacées, Astéracées, Apiacées, Cupressacées, Poacées, Zingibéracées, Pipéracées. Elles peuvent être extraites à partir de tous les organes végétaux : sommités fleuries, écorces, racines, rhizomes, fruits, bois, etc. Au sein d'une même plante, elles peuvent être présentes à la fois dans différents organes. Leur composition peut varier d'une partie de la plante à l'autre, elles sont produites dans le cytoplasme des cellules sécrétrices et s'accumulent en général dans des cellules glandulaires spécialisées, situées en surface de la cellule et recouvertes d'une cuticule. Elles sont alors soit stockées dans une cellule transformée en cellule à essence (Lamiacées), ou dans des poils glandulaires (Lamiacées), des poches sécrétrices, des canaux sécréteurs .[20]

II .1 .3 .Méthodes d'extraction :

Parmi de nombreuses techniques d'extraction des huiles essentielles, la distillation est la méthode la plus ancienne et également la plus utilisée. D'autres techniques plus récentes ont été développées afin d'améliorer le rendement ou la qualité des huiles essentielles extraites, diminuer le temps d'extraction, réduire la quantité du solvant utilisé et accélérer la cinétique d'extraction .[21]

Chapitre II : Les huiles végétal

II .1 .3 .1 . Distillation par entraînement à la vapeur :

La distillation par entraînement à la vapeur est l'une des méthodes officielles pour l'obtention des huiles essentielles (figure 07). Dans ce système d'extraction, le matériel végétal est placé dans l'alambic sur une plaque perforée située à une certaine distance au-dessus du fond rempli d'eau. Le végétal est en contact avec la vapeur d'eau saturée mais pas avec l'eau bouillante. La vapeur provoque la rupture d'un grand nombre de glandes qui libèrent leurs composés aromatiques. Les huiles essentielles diffusent donc à travers le végétal pour entrer en contact avec la vapeur d'eau circulant à l'extérieur. Les vapeurs chargées en composés volatils sont ensuite condensées avant d'être décantées. Du fait de leur différence de densité, les HE et l'eau sont séparées en deux phases et les HE sont ensuite récupérées.[20]

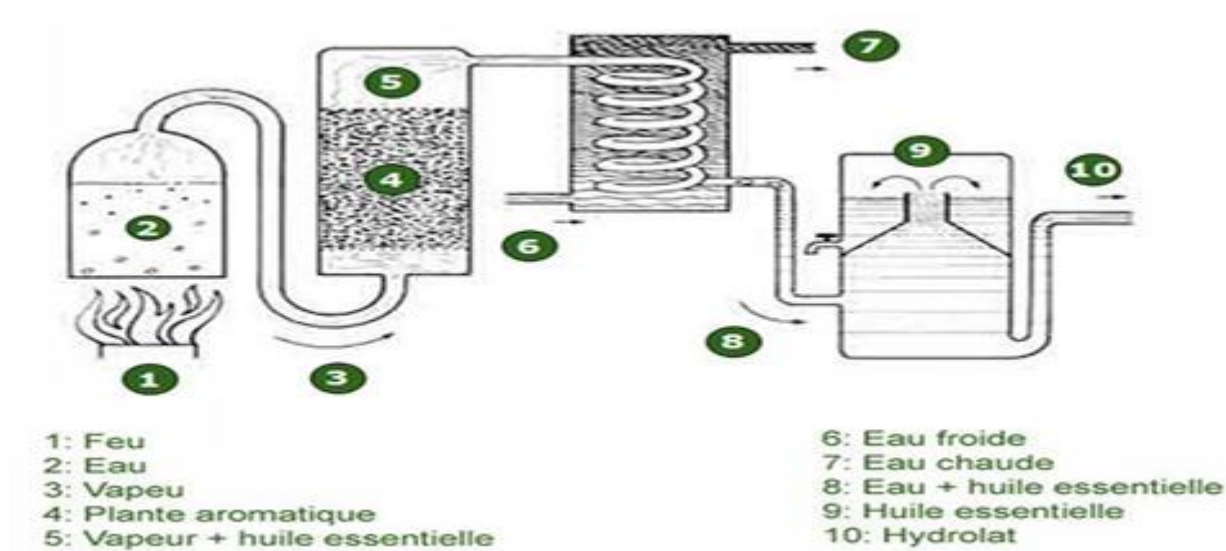


Figure 07 : Schéma du montage de l'extraction par entraînement à la vapeur d'eau. (Anonyme 1)[22]

II .1 .3 .2. Hydro distillation :

Dans un premier temps, l'extraction des huiles essentielles se fait en plongeant la matière première dans l'eau puis porter à ébullition, c'est l'hydro distillation (figure 08). Par la suite, la matière première et l'eau sont séparées : soit l'eau est placée au fond de la cuve avant d'être portée à ébullition pour qu'un courant de vapeur d'eau traverse la matière première, c'est la vapo -hydro distillation ; soit la vapeur d'eau est générée dans une chaudière à l'extérieur de l'alambic, technique dite vapo -distillation. Dans ces divers cas, la vapeur d'eau chargée

Chapitre II : Les huiles végétal

d'huile essentielle est dirigée vers un condenseur formé généralement d'un serpentín, à tubes parallèles, dans lequel circule de l'eau froide. Une fois condensées, eau et huile essentielle sont acheminées vers un essencier ou vase florentin. Dans ce dernier, les deux liquides, non miscibles : l'eau aromatisée et l'huile essentielle. La séparation se fait ensuite par une simple
décantation .[21]

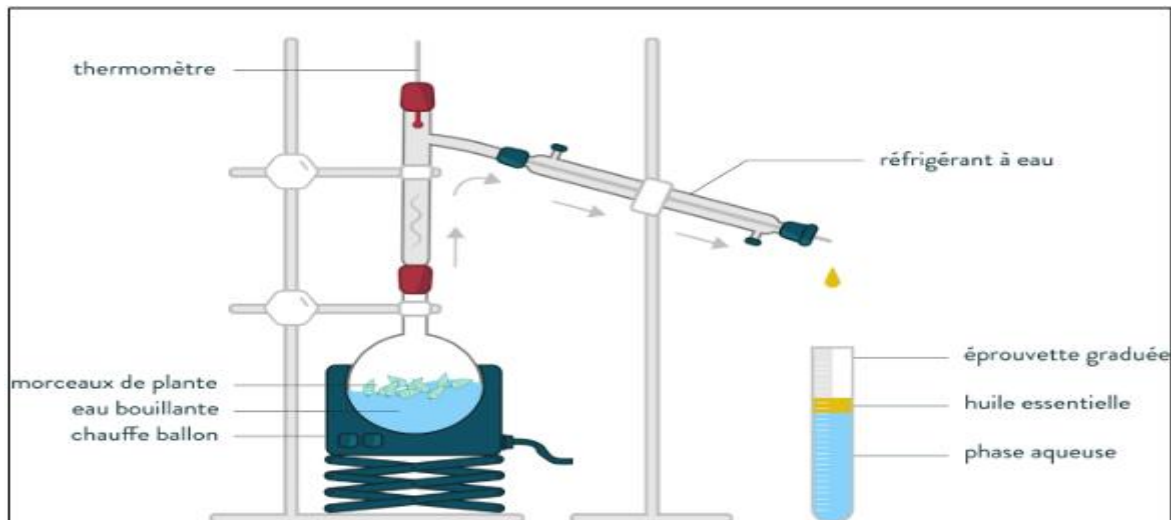


Figure 08 : Schéma du montage de l'extraction par hydro distillation. (Anonyme 2)[23]

II .1 .3 .3Extraction par micro-ondes :

Au début des années 1990 est apparue une toute nouvelle technique appelée hydro distillation par micro-ondes sous vide (Figure 09). Dans ce procédé, la matrice végétale est chauffée par micro-ondes dans une enceinte close dans laquelle la pression est réduite de manière séquentielle. Les composés volatils sont entraînés par la vapeur d'eau formée à partir de l'eau propre à la plante. Ils sont ensuite récupérés à l'aide des procédés classiques de condensation, refroidissement et décantation .[24]

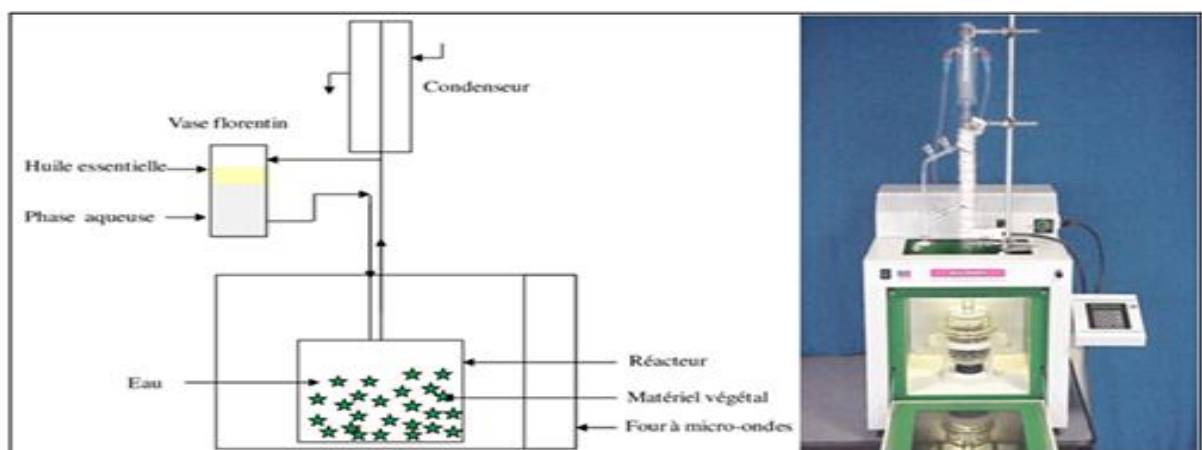


Figure 09 : Schéma du montage de l'extraction par micro-onde.

II .2 Les huiles végétal :

II .2 . 1. Définition

Les huiles végétales sont des substances organiques non volatiles, hydrophobes et parfois amphiphiles. Insolubles dans l'eau mais solubles dans les solvants organiques non polaires, elles sont naturellement présentes dans certaines plantes, cultivées ou sauvages. L'extraction de ces huiles s'effectue par pression à froid, principalement à partir des graines ou des fruits des végétaux. Les plantes contenant une quantité significative d'huile sont qualifiées d'oléagineuses .[25]

II .2 .1. 2. Classification des huiles végétales :

selon leur origine On trouve plusieurs types d'huiles et de graisses alimentaires [26]

- **Huiles végétales fluides**, liquide à température ambiante comme l'huile d'arachide, de colza, de germes de maïs, de tournesol, de soja et d'olive.
- **Huiles végétales concrètes « graisses »**, solide à température ambiante telles que le coprah et l'huile de palme.
- **Huiles et graisses d'origine animale à savoir** : les aindoux, le suif, l'huile de cheval et la graisse d'oie

II .2 .1. 3. Composition générale des huiles végétales :

Les huiles végétales sont constituées d'une diversité de composants, répartis en deux fractions principales (figure 10) :

II .2 .1.3.1. La fraction saponifiable (98-99%), majoritairement représentée par les triglycérides (plus de 95% dans les huiles brutes et 98% dans les huiles raffinées).

II .2 .1 .3.2. La fraction insaponifiable (1-2%), comprenant des constituants mineurs (1 à 5%) tels que les phospholipides (0,1-0,2%), les stérols, les tocophérols (vitamine E) et certaines substances anti-nutritives .[27]

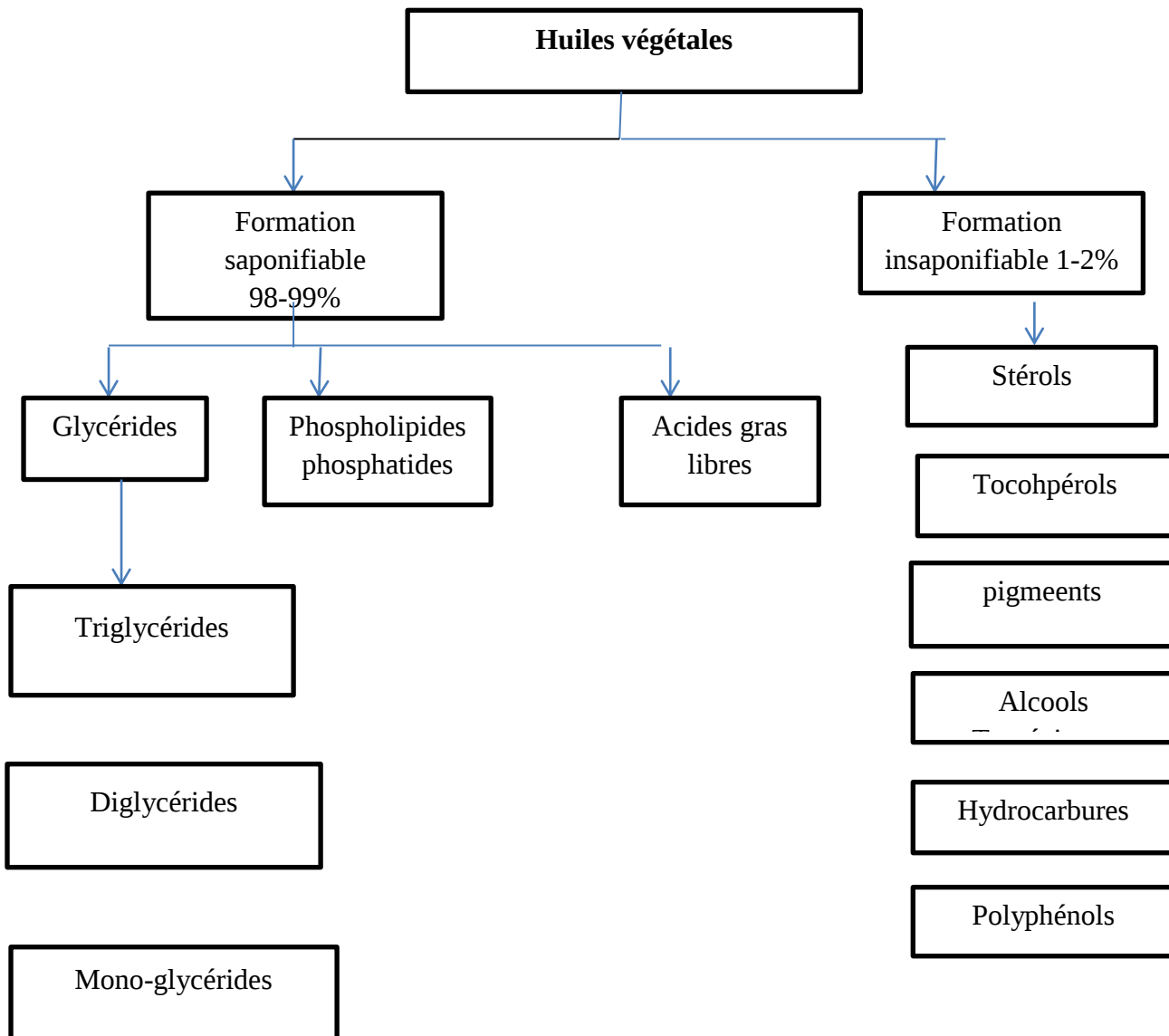


Figure 10: Constituants des huiles végétales .[28]

II. 3. Méthodes d'extractions :

II. 3.1Extraction mécanique:

Certaines huiles, dites vierges, sont extraites par pression à froid. Dans ce procédé, les fruits ou graines sont d'ard nettoyés, décortiqués et/ou broyés, puis éventuellement chauffés à la vapeur à une température ne dépassant pas 50 °C. Ils sont ensuite pressés à l'aide d'une presse à vis. L'huile vierge est enfin récupérée dès la première pression à froid, puis clarifiée par centrifugation ou filtration. Cette méthode traditionnelle reste l'une des plus qualitatives pour produire des huiles nobles, telles que l'huile d'olive, de noix ou de noisette , l'amande [29]



Figure11 :extraction mécanique [SELMi SARA]

II. 3.2L'Extraction par solvant (procède chimique) :

Elle consiste à faire passer, par solubilisation, la matière première dans un solvant. Celui-ci peut être de l'eau, mais généralement il s'agira d'un solvant organique : éthanol, cyclohexane, éther de pétrole, hexane, toluène, etc. Dans l'extraction par solvant, les plantes sont mélangées à un solvant. Les composés à extraire étant emprisonnés dans la cellule par la membrane cellulaire, il faudra donc des solvants capables de la traverser. En plus, il arrive que des traces de solvant soient présentes dans les molécules à extraire ou bien dans la matière végétale après traitement.

Il existe plusieurs techniques par solvatation les plus utilisées :

- Méthode soxhelt
- la Méthode de Kumagawa [30]

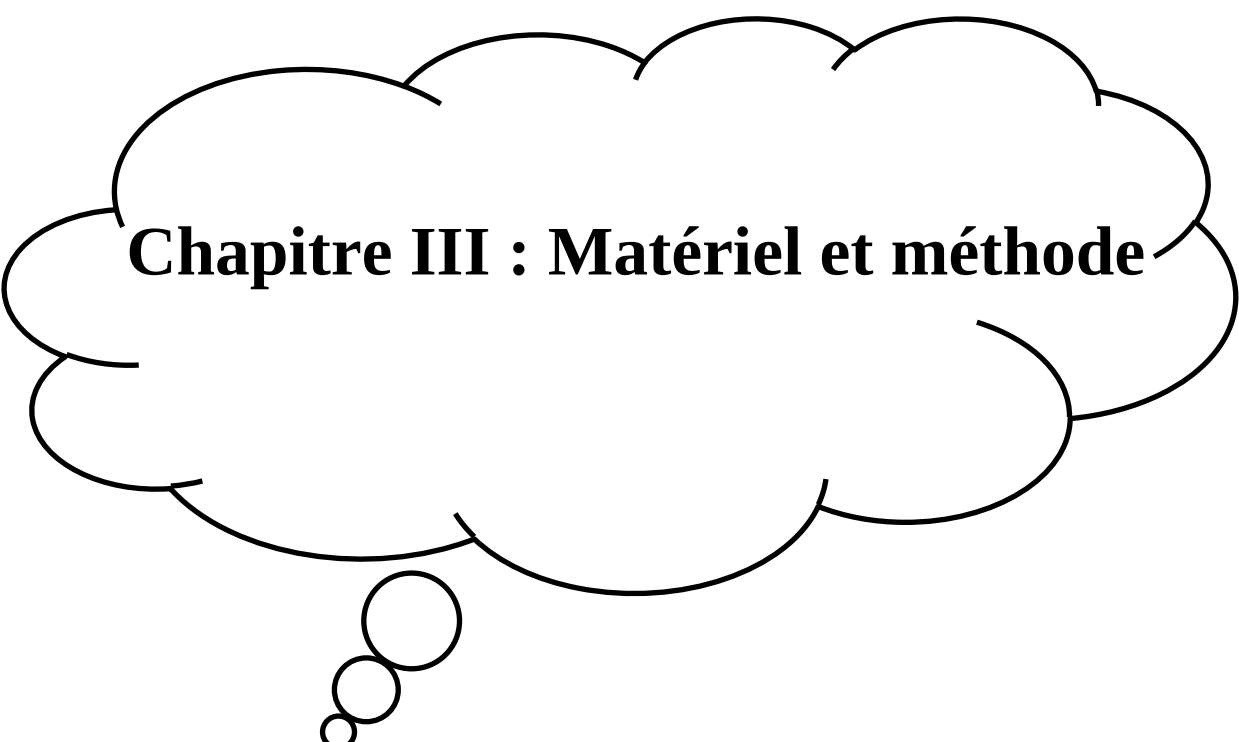


Figure 12 : Méthode soxhelt



Figure13 : la Méthode de Kumagawa

Deuxième partie : Étude expérimentale



Chapitre III : Matériel et méthode

Chapitre III : Matériel et méthode

III. Matériel et méthode :

Les travaux de cette étude ont été réalisés dans deux laboratoires complémentaires. Le screening phytochimique et analyse physico-chimique ont été effectués au laboratoire pédagogique du département de chimie **Faculté des Science et de la Technologie Université Chadli Bendjedid El-Tarf**. L'activité antibactérienne a été étudiée au laboratoire central de microbiologie de L'**Établissement Public Hospitalier (EPH) de Besbe wilaya d'El Tarf**, disposant des moyens nécessaires pour l'évaluation des souches bactériennes.

III.1 L'extraction de L'huile végétal d'amande :

Extraction de l'huile d'amande a été réalisée à partir de 1 kg d'amandes par pression mécanique. Les amandes ont été préalablement nettoyées puis introduites dans l'extracteur. L'opération d'extraction a été effectuée pendant **20 minutes** à une température d'environ **34 °C**. L'huile obtenue, de couleur jaune clair, a ensuite été filtrée afin d'éliminer les impuretés solides. Enfin, elle a été conservée dans des flacons opaques, à l'abri de la lumière et de la chaleur, jusqu'à la réalisation des différentes analyses physico-chimiques et phytochimiques.



Figure21 : Extraction de Huile végétal d'amande [SELMi Sara]

III.1.1 Rendement d'extraction

Le rendement indique l'efficacité de l'extraction.

$$R(\%) = \frac{\text{Masse d'huile extraite}}{\text{Masse d'amandes utilisées}} \times 100$$

III.2 Screening phytochimiques :

Le screening chimique est une méthode d'analyse qui a pour but de mettre en évidence les groupes photochimiques contenus dans une plante.

III.2.1. Les saponosides (test de mousse) :

1g d'huile est pesé dans une fiole dans laquelle 10ml d'eau distillée sont ajoutés et bouillis pendant 5min, le mélange est filtré ; 2.5ml du filtrat sont ajoutés à 10ml d'eau distillée dans un tube à essai. Le tube est secoué vigoureusement pendant 30s puis on laisse reposer une demi-heure

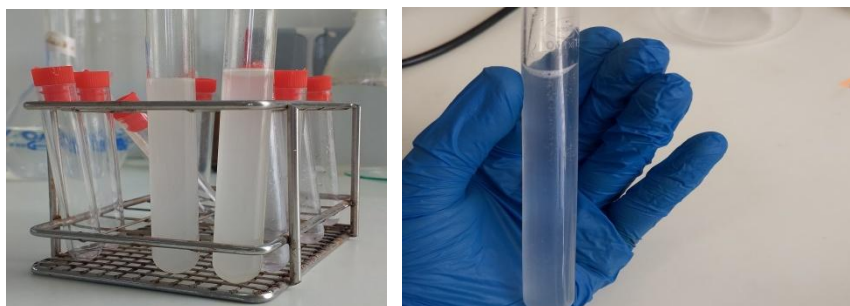


Figure 14: Test des saponosides [selmi 2026]

III.2.2 Les flavonoïdes :

Macérer 10g de huile dans 150ml HCl à 1% pendant 24h. Filtrer, prendre 10ml du filtrat, le rendre basique avec NH_4OH .



Figure 15 : Test des flavonoïdes [selmi2026]

Chapitre III : Matériel et méthode

III.2.3 Les tannins :

Après 10g de huile avec 100ml de MeOH à 80%. filtré, additionner au filtrat quelques gouttes d'une solution de FeCl_3 à 1%.

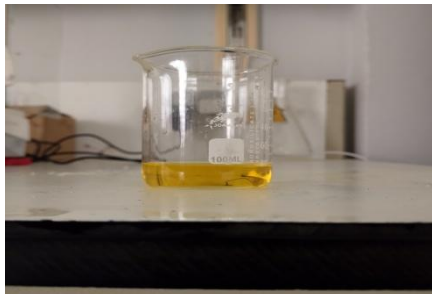


Figure 16: Test des tannins [Selmi 2026]

III.2.4 Les cardénolides :

Macérer 1g d'huile dans 20ml d'eau distillée pendant 3h, après filtration, on prélève 10ml de filtrat et on l'extrait avec un mélange de 10ml de chloroforme CHCl_3 et éthanol $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$. On évapore la phase organique, puis dissout le précipité dans 3ml de CH_3COOH glacial, en ajoutant quelque goutte de FeCl_3 et 1ml de H_2SO_4 concentré sur les parois du tube à essai.



Figure 17: Test des cardénolides [Selmi 2026]

Chapitre III : Matériel et méthode

III.2.5 Les huiles volatiles :

Macérer 10g d'huile dans 40ml d'eau distillée avec agitation constante 30mn. L'extract est filtré ; 2ml du filtrat sont secoués avec 0,1ml de NaOH dilué et une petite quantité de HCl dilué un précipité blanc est formé avec les huiles volatiles •

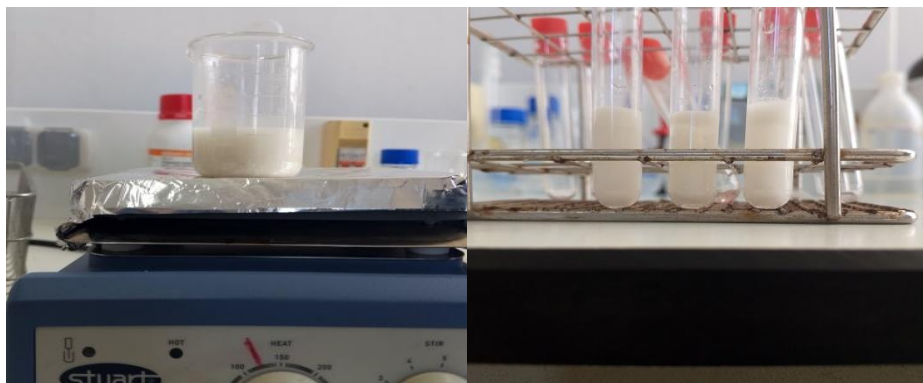


Figure 18: Test des huiles volatiles [Selmi 2026]

III.2.6 Anthocyanes

Repose sur le changement de couleur de l'infusé à 10% avec changement de PH. On ajoute à l'infusé quelque goutte de HCl pur, on a changement de couleur, puis on rajoute quelque goutte de NH_4OH changement de couleur.

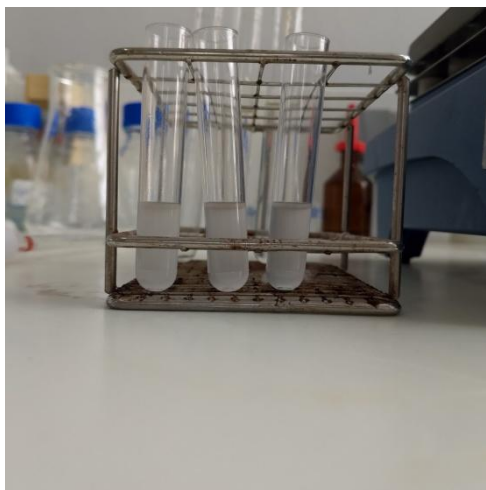


Figure19 : Test des anthocyanes [Selmi2026]

Chapitre III : Matériel et méthode

III.2.7 Leuco-Anthocyanes

On chauffe 5 ml de l'infusé à 10 % à 4 ml (éthanol / HCL pur 1/3) dans un bain marie à 50°C pendant quelques minutes.

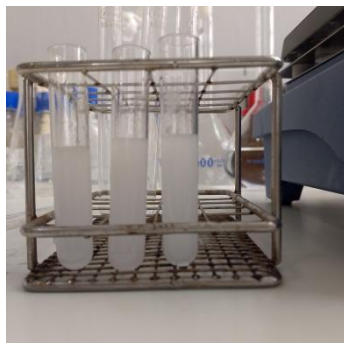


Figure20: Test de Leuco anthocyanes [Selmi 2026]

III.3 Caractères chimiques :

III.3.1 Indice d'acide :

Pour la détermination de l'indice d'acidité, **2 g d'huile** sont pesés dans un erlenmeyer, puis **5 mL d'éthanol à 95 %** et **5 gouttes de phénolphthaléine à 0,2 %** sont ajoutés. Le mélange est ensuite titré par une solution alcoolique **de KOH à 0,1 mol/L** jusqu'à l'apparition d'une coloration rose persistante, correspondant au point d'équivalence

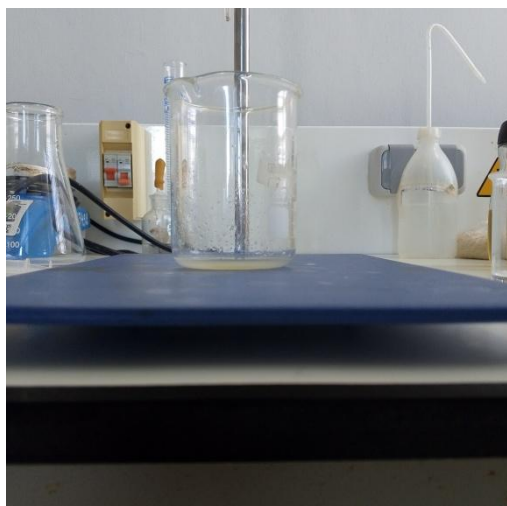


Figure22:Test d'indice d'acide [Selmi 2026]

Méthode de calcul :

L'indice d'acide est calculé selon la formule.

Chapitre III : Matériel et méthode

$$I_A = \frac{56,11.V.N}{P} \quad (\text{mg de KOH /g d'huile})$$

V: volume en millilitres d'hydroxyde de potassium utilisé. P: masse de l'échantillon exprimé en gramme. 56,11: masse molaire, exprimée en g/mole, d'hydroxyde de potassium. N : normalité de la solution de potasse (0,1N)

III.3.2 Indice de saponification

Pour la détermination de l'indice de saponification, **2 g d'huile** sont introduits dans un ballon, puis **25 mL de potasse alcoolique à 0,5 mol/L** sont ajoutés. Le mélange est porté à ébullition pendant une heure, puis le ballon est refroidi sous l'eau du robinet. Après ajout de **2 à 3 gouttes de phénolphtaléine**, l'excès de potasse est titré par une solution d'**HCl à 0,5 N** jusqu'à la disparition de la coloration rose et au retour de la couleur initiale du mélange. Un essai témoin est réalisé dans les mêmes conditions en remplaçant l'échantillon d'huile par **2 mL d'eau distillée**.

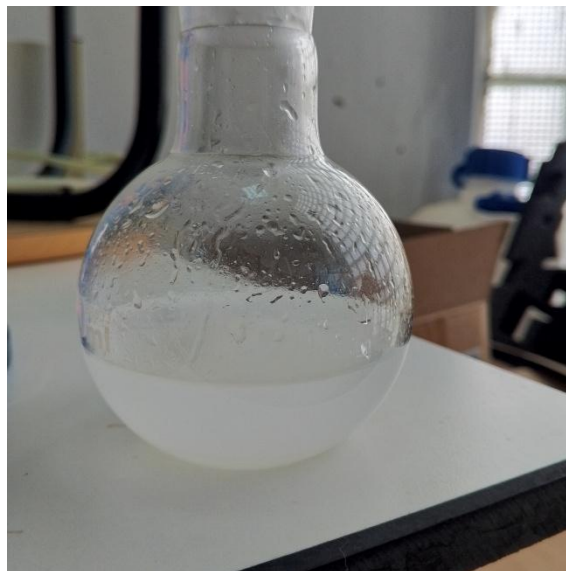
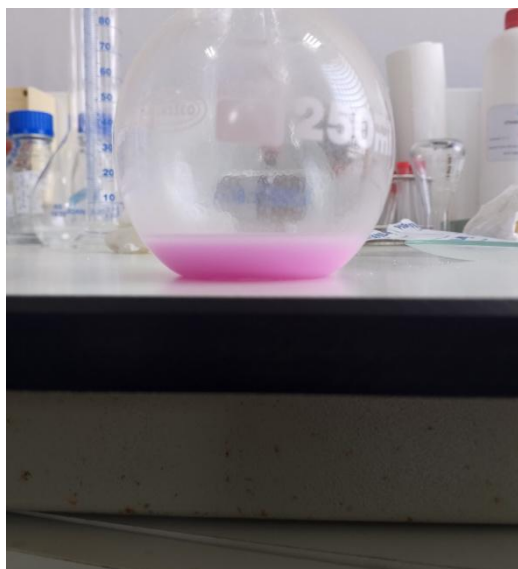


Figure 23: Test d'indice de saponification [Selmi 2026]

Méthode de calcul : L'indice de saponification est donné par la formule établie ci-dessous :

$$I_s = \frac{V_0 - V}{P} \times N \times 56,11$$

Chapitre III : Matériel et méthode

V_0 : volume en ml de HCl utilisé pour l'essai à blanc. V : volume en ml de HCl utilisé pour l'échantillon à analyser. P : prise d'essai en grammes. N : normalité de KOH(0,5). 56,11 : poids moléculaire de KOH.

III.3.3 Indice de peroxyde :

Pour la détermination de l'indice d'iode, **2 g d'huile** sont pesés avec précision dans un flacon, puis dissous rapidement dans **10 mL de chloroforme** sous agitation. On ajoute ensuite **15 mL d'acide acétique** et **1 mL de solution d'iodure de potassium**. Le flacon est immédiatement bouché, agité pendant une minute puis laissé au repos pendant **5 minutes à l'abri de la lumière**, à une température comprise entre **15 et 25 °C**. Après addition de **75 mL d'eau distillée**, l'iode libéré est titré par une solution de **thiosulfate de sodium** en présence de quelques gouttes d'empois d'amidon comme indicateur, jusqu'à disparition de la coloration bleue. Un essai à blanc est réalisé dans les mêmes conditions.

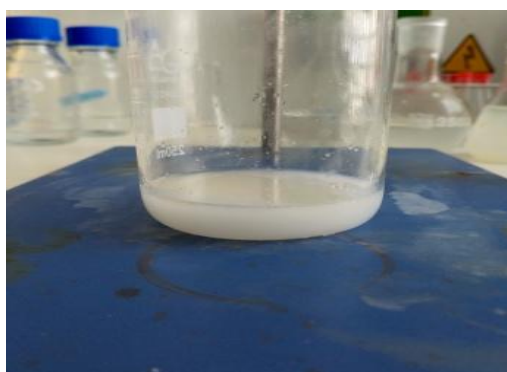


Figure 24: Test d'indice de peroxyde [selmi2026]

Méthode de calcul :

L'indice de peroxyde est donné par la relation suivante :

$$I_p = \frac{(V_2 - V_1)}{m} \times N \times 1000$$

V_1 : est le volume de thiosulfate de sodium nécessaire pour l'essai à blanc en (ml). V_2 : est le volume de thiosulfate de sodium nécessaire pour la détermination en (ml). N : la normalité de solution de thiosulfate de sodium utilisée. m : la masse de la prise d'essai en gramme.

Chapitre III : Matériel et méthode

III.4 Caractères physiques :

III.4 .1 Indice de réfraction :

Pour la détermination de l'indice de réfraction, la lame du réfractomètre est d'abord nettoyée à l'aide de papier Joseph. L'appareil est ensuite étalonné avec de l'eau distillée, dont l'indice de réfraction est de 1,333. Quelques gouttes d'huile sont déposées sur la lame du réfractomètre, puis le cercle séparant les zones sombre et claire est ajusté de manière à obtenir une ligne de démarcation nette au centre du champ de vision. La lecture de l'indice de réfraction est effectuée en tenant compte de la température. L'appareillage utilisé est un réfractomètre d'Abbe 1T/4T.

Méthode de calcul :

$$n_d^{20} = n_d^t + 0,00035(t - 20)$$



Figure 25: Réfractomètre [Selmi 2026]

III.5 L'activité antibactérienne des extraits :

L'activité antibactérienne des extraits d'huile d'amande a été étudiée au laboratoire central de microbiologie de l'EPH El Besbes. Elle a été mise en évidence à l'aide de deux techniques : l'aromatogramme et la diffusion en puits. Les effets des extraits purs de l'huile végétale ont été évalués en mesurant les diamètres d'inhibition sur différentes souches bactériennes. Les

Chapitre III : Matériel et méthode

tests ont concerné trois espèces, dont deux bactéries Gram négatives (–) et une bactérie Gram positive (+).

III.4.1 Choix des souches :

L'activité antibactérienne de l'huile d'amande a été évaluée sur trois souches bactériennes de la famille des Entérobactérie d'origine hospitalière, proviennent des laboratoires.

Tableau 3: Les caractéristiques des bactéries

Souches bactériennes	Gram	Mobilité	Type de respiratoire
Escherichia coli	-	Mobile	Anaérobie facultatif
Staphylococcus aureus	+	Immobile	Anaérobie facultatif
Enterobacter cloacae	-	Mobile	Anaérobie facultatif

III. 5.2 Matériel du laboratoire :

Cette partie a été réalisée au laboratoire de l'Établissement Public Hospitalier (EPH) de Besbes, wilaya d'El Tarf.

Tableau 4: Liste des matériels et produits utilisés (Milieu de culture, réactifs)

Produits	Appareillage
Gélose Mueller-Hinton Diméthylsulfoxyde DMSO Eau physiologique	Autoclave, Bain marie, Pipettes pasteur Balance électrique, étuve, écouvillon. Réfrigérateur, Boîte de pétri, Anses de platine,

III.5 .3 Isolements et conservations des souches :

Le contrôle de pureté de souches bactériennes a été fait par ré-isolément de chacune des souches utilisées sur le milieu d'isolement spécifique.



Figure 26: Suspension des souches bactériennes [Selmi 2026]

III.5.4 Préparation de milieu de culture Muller Hinton (MH) :

La gélose Mueller-Hinton est un milieu standardisé utilisé pour évaluer l'activité antibactérienne des huiles végétales et la croissance de différentes souches bactériennes. Sa préparation consiste à dissoudre **38 g de poudre de Mueller-Hinton** dans **1000 mL d'eau distillée**, puis à homogénéiser la solution à l'aide d'un agitateur sous chauffage. Le milieu est ensuite réparti dans des flacons, puis stérilisé à l'autoclave à **100 °C pendant 15 à 20 minutes**. Après stérilisation, les flacons sont retirés de l'autoclave et laissés au repos quelques minutes afin de permettre la solidification du milieu.

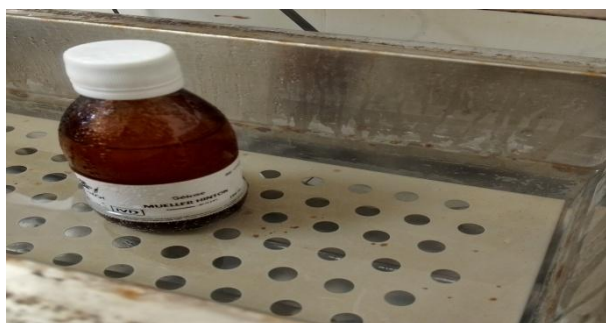


Figure 27: gélose Muller Hinton [Selmi 2026]

III.5.5 Aromatogramme :

L'aromatogramme a été utilisé pour évaluer le pouvoir antibactérien de l'huile végétale de l'amande. à partir de dilutions en série de la solution mère. Ces dilutions ont été préparées dans un milieu de culture stérile (gélose) afin d'obtenir les concentrations suivantes : 1/2, 1/4, 1/8, 1/16, 1/32, 1/64 .

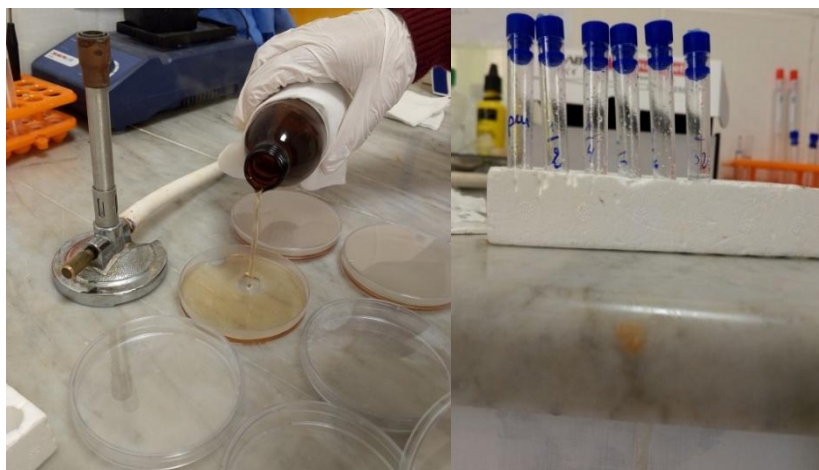


Figure 28: Dilution d'huile d'amande [Selmi 2026]

III 5.6 Incubation :

Les boîtes de Pétri sont ensuite incubées dans une étuve à 37 °C pendant 24 heures, afin de permettre la croissance des bactéries et l'évaluation de l'activité antibactérienne des échantillons testés.

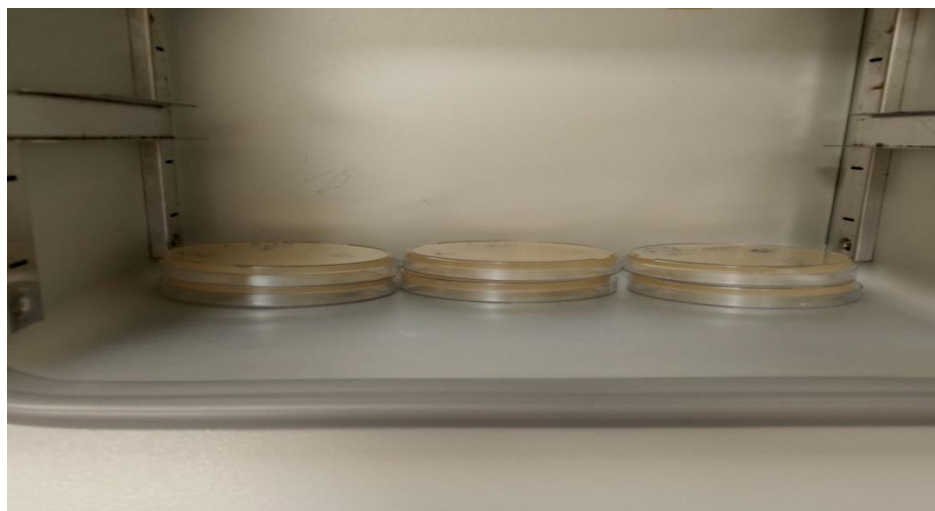


Figure 29 : incubation d'huile d'amande [Selmi 2026]

III.5.6 Lecture :

La lecture des résultats est réalisée par la mesure du diamètre de la zone d'inhibition autour de chaque disque à l'aide d'un pied à coulisse (en cm ou mm), afin d'évaluer la sensibilité des souches bactériennes vis-à-vis de l'huile testée. L'interprétation se fait selon les critères suivants :

- **Non sensible (–) ou résistante** : diamètre < 8 mm

Chapitre III : Matériel et méthode

- **Sensible (+)** : diamètre compris entre 9 et 14 mm
- **Très sensible (++)** : diamètre compris entre 15 et 19 mm
- **Extrêmement sensible (+++)** : diamètre > 20 mm



Figure30 : souche Enterobacter cloacae[Selmi2026]

Chapitre IV:
Résultats / discussion

Chapitre IV: Résultats / discussion

IV.1Extraction d'huile végétal d'amande :

L'huile extraite des amandes est utilisée par les industries pharmaceutiques et cosmétologiques. L'extraction d'huile a été réalisée par pressage hydraulique .

Tableau 6 : Caractéristiques physiques et rendement de l'huile d'amande extraite.

Le rendement	Aspect d'huile	Couleur	Odeur
46%	Huile limpide	Jaune clair à jaune doré	Odeur douce

IV.2 Interprétation du screening phytochimique :

Des tests phytochimiques ont été effectués sur l'huile d'amande en utilisant des réactifs spécifiques. Ces tests reposent sur des réactions de précipitation, de turbidité ou sur des changements de couleur spécifiques pour révéler la présence de différents composés. Les résultats expérimentaux de ce criblage photochimiques sont présentés dans le tableau 05.

Tableau 5 : Résultat des tests phytochimiques

Principe active	Réactive	Couleur	Résultat
Les saponosides (test de mousse)	Eau distillée + agitation	Une mousse	-
Les flavonoïdes	HCl+NH ₄ OH	Eau claire	+
Les tannins	FeCl ₃	bleu-noir	+
Les cardénolides	CHCl ₃ , C ₂ H ₅ OH	Vert claire	-
Les huiles volatiles	NaOH+ HCl	un précipité blanc est formé avec les huiles volatiles	—
Anthocyanes	HCl+NH ₄ OH	Changement de couleur (rouge en milieu acide, bleu-violet en milieu basique)	+
Leuco-anthocyanes	HCl	Apparition d'une coloration rouge	+

+ : présence / - : absence.

Chapitre IV: Résultats / discussion

Le screening photochimique de l'amande a révélé la absence e des saponosides ; des cardénolides et des huiles volatiles. En revanche, Les flavonoïdes, les tannins, les Anthocyanes et les Leuco-anthocyanes étaient present , Ces résultats montrent que l'amande contient principalement des composés lipidiques et certains métabolites secondaires bioactifs.

IV. 3 Caractérisation physico-chimique de l'huile végétale :

Les propriétés physico-chimiques de l'huile végétale ont été déterminées suivant la norme AFNOR 2000, l'indice de réfraction, densité, viscosité, indice d'acide, indice de saponification, indice d'iode).

Tableau 07 : paramètres chimique des huiles contenues dans l'amande

Différents indices	Unité	Valeur	Norme
Indice d'acidité	mg KOH/g d'huile	1,1222	< 2 mg KOH / g
Indice de saponification	mg KOH/g d'huile)	182,358	< 196mg KOH / g
Indice de peroxyde	Meq O ₂ /kg	4.85	< 10,0 Meq o ₂ /kg
Indice de réfraction	20 °C	1,474	1,468-1,475

IV.3 .1 Indice d'acide(Ia) :

L'indice d'acidité de l'huile extraite est de 1,1222 mg KOH/g, une valeur nettement inférieure à celle rapportée par Akinola et Adeyinka (2022), qui est de 6,08 mg KOH/g .Cette différence peut être attribuée à plusieurs facteurs, notamment la qualité et l'état de conservation des amandes, la méthode d'extraction utilisée, les conditions de stockage de l'huile ainsi que l'origine botanique et géographique de la matière première.

L'indice d'acide et les acides gras libres (AGL) peuvent être utilisés pour vérifier le niveau de détérioration par oxydation de l'huile due à une oxydation enzymatique ou chimique]. Une augmentation des AGL de l'huile réduit les chances de conversion en biodiesel en raison de différents types de réactions secondaires. Elle constitue également l'un des facteurs clés qui déterminent l'aptitude d'une huile à être utilisée dans la production de biodiesel. Si l'indice d'acide est faible, cela indique que le biodiesel à base d'ester éthylique produit ne devrait pas

Chapitre IV: Résultats / discussion

causer de corrosion grave dans le moteur à combustion interne et le système d'alimentation en carburant. [32]

IV.3.2 Indice de saponification :

L'indice de saponification de l'huile extraite a été déterminé respectivement à 182.358 mg KOH/g. Bien que ce résultat soit supérieur aux valeurs de 169.76 mg KOH/g rapportées par mais il est concorde aux **182,4 mg KOH/g** rapportés par [33] pour le biodiesel d'amande tropicale. Indice de saponification (IS) renseigne sur la longueur des chaînes d'acide gras il décroît avec l'augmentation de la longueur de ces chaînes. C'est un indice qui est très utile dans l'industrie de savon. Une huile qui se caractérise par un indice de saponification important est une huile très commode pour servir dans la fabrication des savons.[34]

IV.3.3 Indice de Peroxyde :

L'indice de peroxyde obtenu est de **4,85 meq O₂/kg d'huile**. Cette valeur est conforme aux normes de qualité des huiles végétales vierges et témoigne d'une faible oxydation primaire ainsi que d'une bonne qualité de l'huile. Elle peut être attribuée à l'extraction par pression mécanique, qui limite l'altération oxydative et contribue à préserver les caractéristiques physicochimiques de l'huile [35]

IV.4 Caractères physiques

IV.4.1 Indice de réfraction

Indice de réfraction (IR) représente aussi un critère de pureté de l'huile. Il dépend de la composition chimique des huiles et de la température. Généralement, l'indice augmente avec l'insaturation ou la présence de produits secondaires[36] Le résultat obtenu (1,474) montre que l'huile végétal extraite lors de cette présente étude est de bonne qualité physicochimique.

IV.4 Activité antibactérienne de l'huile végétal de l'Amonde :

les résultats expérimentaux montrent que l'huile végétal d'amande fraîchement extraite est très active contre *Staphylococcus aureus*

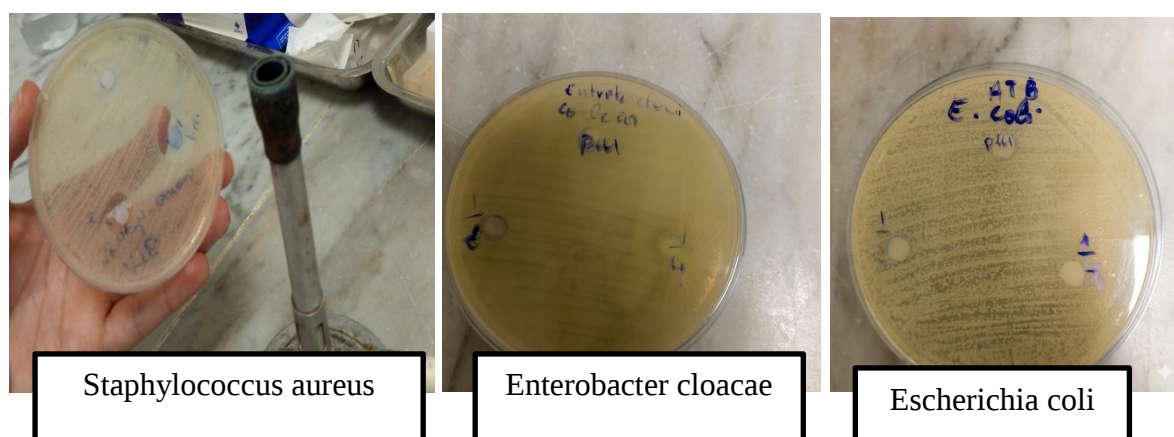


Figure 31 : résultats d'activité des bactéries

Tableau 08: diamètres (mm) des zones d'inhibition de l'Huile végétal d'amande

	Gram	PUR	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{32}$	$\frac{1}{64}$
Staphylococcus aureus	+	18	10	7	R	5	5	5
Enterobacter cloacae	-	R	4	3	R	R	R	R
Escherichia coli	-	R	R	R	R	R	R	R

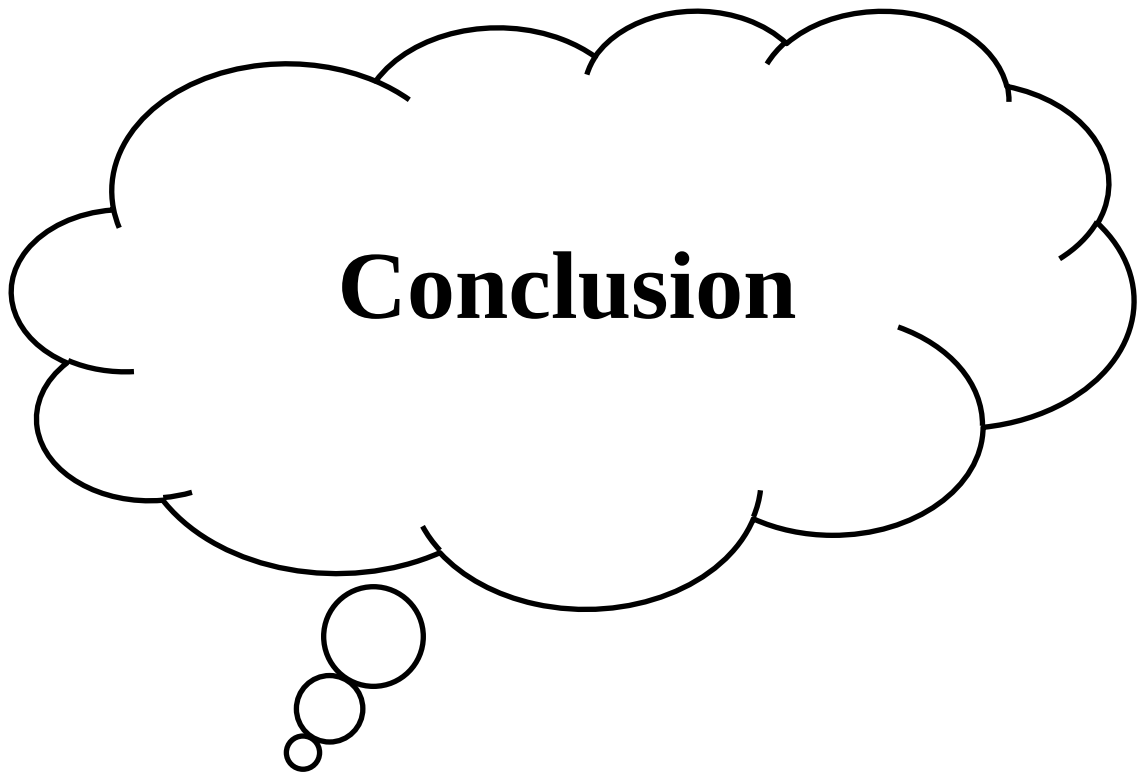
Les résultats obtenus indiquent que l'huile de graines d'amande possède une activité antibactérienne variable selon la souche bactérienne étudiée. Une inhibition de la croissance a été observée chez **Staphylococcus aureus** et **Enterobacter cloaca**. Toutefois, **Escherichia coli** s'est révélée résistante à l'huile testée, aucune zone d'inhibition n'ayant été observée aux concentrations évaluées.

Les diamètres des zones d'inhibition observés lors des essais de diffusion en puits sur gélose ont mis en évidence l'activité antibactérienne des huiles végétal vis-à-vis des bactéries à Gram positif. Cette activité peut être attribuée à l'action des composés bioactifs volatils présents dans les huiles. La sensibilité plus marquée des bactéries à Gram positif pourrait s'expliquer par l'absence d'une membrane externe riche en lipopolysaccharides, contrairement aux bactéries à Gram négatif. Cette membrane externe constitue une barrière de perméabilité qui limite la pénétration de nombreuses biomolécules, y compris certains composés antimicrobiens des huiles essentielles [37].

L'absence totale d'activité contre *Escherichia coli* peut être attribuée à cette membrane externe particulièrement efficace, ainsi qu'à l'existence de mécanismes de résistance

intrinsèques tels que la faible perméabilité membranaire ou les systèmes d'efflux capables d'expulser les composés actifs hors de la cellule bactérienne. [38]

Contrairement aux résultats rapportés par **Ogbeide et al.**, qui ont mis en évidence une activité inhibitrice de l'huile de graines d'amande contre **Escherichia coli**, avec une efficacité maximale observée à une concentration de 10,5 mg/mL, notre étude n'a révélé aucune activité antibactérienne de cette huile vis-à-vis de cette souche. Cette différence pourrait être attribuée à plusieurs facteurs, notamment l'origine des amandes, les conditions d'extraction de l'huile, sa composition chimique, ainsi que les méthodes expérimentales utilisées.[39]



Conclusion

Conclusion :

L'huile d'amande, extraite à partir d'amandes douces ou amères, est une huile végétale d'intérêt en raison de sa richesse en composés bioactifs et de ses nombreuses applications. Dans cette étude, l'huile a été obtenue par pressage hydraulique, puis caractérisée sur les plans phytochimique, physico-chimique et biologique.

Les résultats ont mis en évidence la présence de flavonoïdes, de tanins, d'anthocyanes et de leuco-anthocyanes, ainsi qu'une bonne qualité physico-chimique, caractérisée par un faible indice d'acidité, un indice de peroxyde conforme aux normes et une bonne stabilité oxydative.

L'évaluation de l'activité antibactérienne a révélé une inhibition de *Staphylococcus aureus* et d'*Enterobacter cloacae*, tandis qu'*Escherichia coli* s'est montrée résistante. **Ces résultats mettent en évidence le potentiel de l'huile d'amande et encouragent la poursuite des recherches pour mieux valoriser ses propriétés biologiques.**

**Référence
bibliographiques**

Référence bibliographiques

Référence bibliographiques :

[01] **Liu, R.H. (2011).** *Health Benefits of Fruit and Vegetables are from Additive and Synergistic Combinations of Phytochemicals.* American Journal of Clinical Nutrition.

[02] **AOUEDJ MERYEM, KERROUM YAMINA** Extraction et étude physico-chimique d'une huile végétale extraite à partir d'une oléagineuse (*prunus amygdalus dulcis*). Pour l'obtention du diplôme de MASTER EN PRODUCTION VEGETALES. université de Mostagenem. Année Universitaire : 2023/2024

[03] **Myriam Gorzkowski,** <https://www.pharma-gdd.com/fr/blog/10-usages-de-lhuile-damande-douce>. mis à jour le 03/03/2026 à 10h03, publié le 21/02/2018 à 08h02

[04] **FAOSTAT.** Food and agricultural commodities production. Food and Agricultural Organization of the United Nations (Accessed 22/052026) <http://faostat3.fao.org>.

[05] **TOzanli, S, (2018):** Etude du marche algerien interieur et import/exportde la pistache, de la capre,de l'amande amere et dusafran. Expert chaine globale de valeur. Pap. Enpard

[06] **Özcan M.M., Unver A., Erkan E., Arslan D., (2011).** Characteristics of some almond kernel and oil. ScientiaHorticulturae. V.127: p 330-333.

[07] **Yada S., Karen L., Guangurei H., (2011).** A review of composition studies of cultivated almonds: macronutrients and micronutrients. Food composition analysis

[08] **Mapm, (2013):** Ministere de l'agriculture et de la peche maritime 2013. Veille economique- secteur amandier, octobre 2013, royaume du maroc.

[09] L'Arbre d'amandier <https://www.jardiner-malin.fr/fiche/amandier-taille-plantation>

[10] **Roussin, J. L, (2014):** L'amandier culture et travail en bonsaï. Memoire n° 3 dans le cadre de l'ecole française du bonsaï de la f. F. B. Pp. 1-26.

[11] De la fleur d'Amandier l'Amande *Prunus amygdalus Dulcis* (Amande douce) . <https://www.monanneeaulcollege.com/amandier.htm>.

[12] **Roberte, (1985):** Les arbres a fruits secs : Amandier –chataignier- noisetier- noyer. Flammarion.

[13] **Maher KAHLAOUI,** Valorisation des sous-produits de l'amande (*Prunus dulcis L.*), Identification des molécules bioactives et leur utilisation en agroalimentaire . ÉCOLE

Référence bibliographiques

SUPÉRIEURE DES INDUSTRIES ALIMENTAIRES DE TUNIS. Soutenue le 02 Septembre 2021

[14] **Thomas Silberfeld**, (2011): Plantes mellifères l'amandier. Fiche pratique sur abeilles & fleurs enseignant en biologie végétale à l'université pierre-et-marie-curie. N° 725. Page 19-20.

[14] <https://www.allnuts.be/variante-produit/amande-avec-coque/mise>

[15] **Tessier A.**, (2014). L'amandier : Douleur des contusions , des brûlures , laxatif, vieillissement de la peau... Riche en potassium- Articles scientifique phyto-Aroma (thérapie).

[16] <https://www.naturopharma.net/amande-bienfaits-origine-utilisation-et-complement-alimentaire/>

[17] **Raul L. H. O.**, Substitution de solvants et matières actives de synthèse par un combine « solvant/actif » D'origine végétale., Toulouse : Thèse De L'institut National Polytechnique De Toulouse., 2005.

[18] **Bouras, M.** (2018) Thèse de Doctorat : Évaluation de l'activité antibactérienne des extraits de certaines plantes de l'est algérien sur des souches résistantes aux antibiotiques. Université Badji mokhtar-annaba.Algérie.

[19] **Besombes, C.** (2008) Thèse de Doctorat : Contribution à l'étude des phénomènes d'extraction hydro-thermomécanique d'herbes aromatiques, Applications généralisées. Université de La Rochelle. France.

[20] **Anonyme 1** (<https://blog.bivea.fr/wp-content/uploads/2011/05/fabriquer-huile-essentielle-2.jpg>)

[22] **Anonyme 2** (<https://www.schoolmouv.fr/savoir-faire/realiser-une-hydrodistillation/fiche-pratique>).

[23] **Zenasni Leila.** (2014) Thèse de doctorat : Etude du polymorphisme chimique des huiles essentielles de *Thymus satureioides* Coss et d'*Origanum compactum* Benth gu genre *Nepta* et évaluation de leur propriété antibactérienne. Université Mohammed-Agdal, Rebat. Maroc.

[24] **Rakotorimanana SR.** (2010). Contribution à l'amélioration de la comestibilité de l'huile d'arachide artisanale par raffinage. Mémoire d'Ingénieur en Génie chimique, Université d'Antananarivo. 110p.

[24] **.Uzzan A.**, (1992). Les corps gras in : Dupin H, Jean-Louis C, Malewiak M-I, Leynoud-Rouaud C, Berthier A-M. alimentation et nutrition humaine. Ed ESF. P 887, 906, 907, 1248

[25] **MORIN O ; et PAGÈS-XATART-PARÈS**, 2012 : Huiles et corps gras végétaux :ressources fonctionnelles et interet nutritionnel. OCL, 19 (2) : P 63-64.

Référence bibliographiques

[26] **Jahouach, W. (2002).** Physicochemical properties and oxidative stability of bleached pomace-olive oil on Tunisian activated clays.

[27] **Benyahia N , Bouhafs W,(2025) .**Mémoire de Master : Etude de la capacité de la germination de deux cultivars (*Prunus armeniaca* L. / *Prunus amygdalus amara*) et valorisation de l'activité antimicrobienne de leurs huiles végétales, Université Constantine 1 Frères Mentouri,Algérie .

[28] **BESTAOUI C ,(2021) .**Mémoire fin d'étude : Les caractéristiques physico-chimiques des amandes amères (*Prunus armeniaca*) . Université djilali liabes –sidi Bel Abbés.

[29] **ALBERT VIEILLE,(2018) :** journal sur huile essentielle amande amère Maroc *prunus Armenia* l. page 01

[30] **Roncero, J.M., Álvarez-Ortí, M., Pardo-Giménez, A., Gómez, R., Rabadán, A., & Pardo, J.E. (2016).** Virgin almond oil: Extraction methods and composition. *Grasas y Aceites*, 67(3), e143.

[32] **KARLESKIND, 1992 .** Manuel des corps gras Tome II ;Ed. Tec et doc. Paris, 1992, p 1- 1565

[33] **Akinola AO, and Adeyinka TF,** Physicochemical Characteristics Study of Oil Extracted from Almond Seed. 06.07.2022 Saudi Journal of Engineering and Technology. 10.36348/sjet.2022.v07i06.005

[34] **Orhevba, B., Adebayo, S. E., & Salihu, A. (2016).** Synthesis of Biodiesel from Tropical Almond (*Terminalia Catappa*) Seed Oil. *Current Research in Agricultural Sciences*, 3(4), 57-63.

[35] **Kosi Mawuéna NOVIDZRO , Kodjo WOKPOR, Balbine AMOUSSOU FAGLA, Koffi KOUDOUVO3, Kokouvi DOTSE1, Elolo OSSEYI1 et Kossi Honoré KOUMAGLO1** Etude de quelques paramètres physicochimiques et analyse des éléments minéraux, des pigments chlorophylliens et caroténoïdes de l'huile de graines de *Griffonia simplicifolia*. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 13(4): 2360-2373, August 2019

[36] **Roncero, J.M., Álvarez-Ortí, M., Pardo-Giménez, A., Gómez, R., Rabadán, A., & Pardo, J.E. (2016).** Virgin almond oil: Extraction methods and composition. *Grasas y Aceites*, 67(3), e143.

[37] **Nada Khazal Kadhimi Hindi, Huda H. Al-Hasnawy and Samah Ahmed Kadhumi.** ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF SOME PLANT ESSENTIAL OILS AGAINST PATHOGENIC BACTERIA WITH THE EFFICACY OF ZINC OXIDE OINTMENT AGAINST SOME SKIN INFECTION. *Biochem. Cell. Arch.* Vol. 18, No. 1, pp. 189-195, 2018

Référence bibliographiques

[38] **NEGAZ Mustapha**, Activités biologiques de l'extrait des grains de *L'Argania spinosa* (L'argan) récolté de la région de Tindouf. MEMOIRE DE FIN D'ETUDES EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME MASTER. Université Akli MouhandOulhadj Bouira. Souten le : 02/07/2018

[39]**Ogbeide, O. K., Eze, O. F., Akaeze, D. A., Akhigbe, I. U., Omoruyi, U., Iyekowa, O. and Owolabi, B. J. u.** Physico-Chemical Properties, Chemical Composition, Biodiesel Production and Antibacterial Potential of *Terminalia catapa* Seed Oil. *ChemSearch Journal* 12(2): 70 – 80, December, 2021