

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITE AKLI MOHAND OULHADJ – BOUIRA

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET DES SCIENCES DE LA TERRE

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



Réf : ...../UAMOB/F.SNV.ST/DEP.BIO/2025

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME MASTER

Domaine : SNV      Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Biochimie Appliquée

Présenté par :

*ABROUS Flora & BELLOUTI khadidja*

*Thème*

**Etude de l'activité Biologique de quatre huiles végétales  
issus d'une extraction à froid.**

Soutenu le : 26/06/2025

Devant le jury composé de :

*Nom et Prénom*

*Grade*

Mr.

MCA

Univ. de Bouira

Président

Mr. LABDIRI Farid

MCA

Univ. de Bouira

Promoteur

Mr.

MCA

Univ. de Bouira

Examineur

Année Universitaire : 2024/2025

# *Introduction*

### Introduction

Les maladies infectieuses représentent l'une des principales causes de morbidité et de mortalité à l'échelle mondiale. La prolifération de souches microbiennes multirésistantes, conséquence de l'utilisation excessive et inappropriée des antibiotiques de synthèse, constitue un défi majeur pour la santé publique (**WHO, 2020**). Face à ces problématiques, la recherche de nouvelles alternatives thérapeutiques, sûres, efficaces et respectueuses de l'environnement, est devenue une priorité. Dans ce contexte, l'exploitation des ressources végétales suscite un intérêt croissant, en particulier pour leurs propriétés antimicrobiennes et leur potentiel comme sources de composés bioactifs naturels (**Nazzaro et al., 2013 ; Burt, 2004**).

Les plantes médicinales occupent depuis des millénaires une place centrale dans les pratiques de soins traditionnels à travers le monde. De nombreux extraits et huiles végétales sont réputés pour leurs vertus pharmacologiques, notamment leurs activités antibactériennes, antifongiques, anti-inflammatoires ou antioxydantes (**Silva et al., 2012**).

Les huiles végétales, en particulier, constituent des matrices complexes d'acides gras, de stérols, de vitamines liposolubles et d'antioxydants naturels qui leur confèrent des caractéristiques physico-chimiques et biologiques variées. Leur rôle potentiel en tant qu'agents antimicrobiens naturels intéresse de nombreux secteurs d'application : industrie pharmaceutique, cosmétique, alimentaire et vétérinaire (**Gharaibeh et al., 2019**). L'évaluation de ces huiles exige une approche scientifique rigoureuse, incluant leur extraction, leur caractérisation physico-chimique (densité, viscosité, indices d'acidité, de saponification, de peroxyde), ainsi que la vérification de leur activité antimicrobienne par des méthodes standardisées.

Parmi les espèces végétales les plus étudiées figurent *Ricinus communis* (ricin), *Lepidium sativum* (cresson alénois) et *Sesamum indicum* (sésame), dont les graines et les autres parties sont traditionnellement utilisées pour leurs propriétés nutritionnelles et médicinales. Ces plantes sont abondantes dans certaines régions d'Afrique du Nord, y compris en Algérie, et présentent un intérêt économique et sanitaire notable. La valorisation de leurs huiles et extraits permettrait de développer des solutions alternatives face à la montée inquiétante de la résistance microbienne, tout en favorisant l'utilisation durable des ressources locales.

Le présent mémoire vise plusieurs objectifs :

- Procéder à l'extraction des huiles végétales issues de quatre plantes (ricin, cresson alénois, sésame blanc et sésame noir) par des techniques appropriées ;
- Réaliser une caractérisation physico-chimique approfondie de ces huiles, en déterminant leurs paramètres essentiels (acidité, indice de saponification, indice de peroxyde, densité, viscosité) ;
- Evaluer leur activité antimicrobienne in vitro contre des souches pathogènes de référence (*Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Candida albicans*) par les méthodes des disques et des puits en milieu gélosé ;
- Comparer les résultats obtenus à ceux des antibiotiques standards utilisés comme témoins positifs, afin de situer l'efficacité relative des huiles étudiées.

Ce travail contribue ainsi à enrichir les connaissances sur le potentiel antimicrobien des huiles végétales et à promouvoir l'exploitation rationnelle de la biodiversité végétale locale. Il s'inscrit dans une démarche de recherche appliquée, orientée vers le développement de nouvelles stratégies de lutte contre les agents infectieux, en réponse à l'émergence des résistances bactériennes et fongiques.

# *Chapitre I*

## *Synthèse bibliographique*

## 1. Les huiles végétales

### 1.1. Définition des huiles végétales

Les huiles végétales sont des substances lipidiques extraites à partir de diverses parties de plantes oléagineuses, principalement les graines, les fruits ou les noyaux. Elles sont constituées majoritairement de triglycérides, formés de trois acides gras estérifiés au glycérol. Ces huiles sont généralement liquides à température ambiante, en raison de leur richesse en acides gras insaturés (**Bail et al., 2008**).

Sur le plan nutritionnel, les huiles végétales constituent une source importante d'énergie et de nutriments essentiels, notamment les acides gras polyinsaturés, la vitamine E, ainsi que de nombreux composés bioactifs aux propriétés antioxydantes, anti-inflammatoires ou encore antimicrobiennes (**Azzi, 2007**). Leur importance est également soulignée dans les domaines cosmétique, pharmaceutique et alimentaire (**Figure.01**).



**Figure 01** : Les huiles végétales (**Bail et al., 2008**).

### 1.2. Méthodes d'extraction des huiles végétales

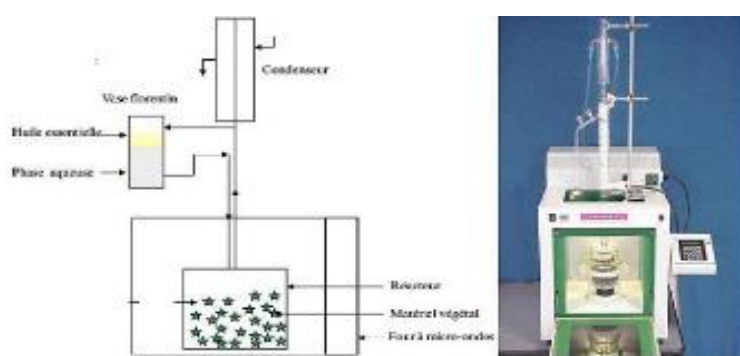
L'extraction des huiles végétales constitue une étape déterminante qui influence non seulement le rendement, mais aussi la qualité nutritionnelle, fonctionnelle et sensorielle des huiles obtenues. Plusieurs procédés sont disponibles, allant des méthodes mécaniques traditionnelles aux techniques modernes assistées, chacune présentant des avantages et des limitations selon l'objectif recherché (**Bail et al., 2008 ; Gharibzahedi et al., 2013**).

### 1.2.1. Méthodes classiques d'extraction

#### 1.2.1.1. Pression mécanique

La pression mécanique est l'une des méthodes les plus anciennes et les plus répandues pour extraire les huiles végétales (**Figure.02**). Elle peut être réalisée à chaud ou à froid :

- **Pression à chaud** : consiste à chauffer les graines ou les fruits avant la pression afin de fluidifier l'huile et augmenter le rendement. Cependant, ce procédé peut entraîner la dégradation de certains composés thermosensibles, comme les polyphénols ou la vitamine E.
- **Pression à froid** : elle est réalisée sans ajout de chaleur, maintenant la température en dessous de 40 °C. Cette technique permet de préserver la structure des acides gras insaturés et des composés bioactifs, ce qui confère à l'huile une qualité supérieure sur le plan nutritionnel (**Rombaut *et al.*, 2014**).



**Figure 02** : Pression mécanique (**Rombaut *et al.*, 2014**).

#### 1.2.1.2. Extraction par solvants organiques

L'utilisation de solvants organiques (notamment l'hexane) est courante dans l'industrie pour sa capacité à extraire un maximum d'huile, en particulier des matrices végétales pauvres en lipides. Cette méthode, bien que très efficace en termes de rendement, présente des inconvénients liés à la toxicité potentielle des solvants résiduels. Une étape de purification rigoureuse est donc indispensable pour rendre l'huile propre à la consommation (**Choe & Min, 2006**).

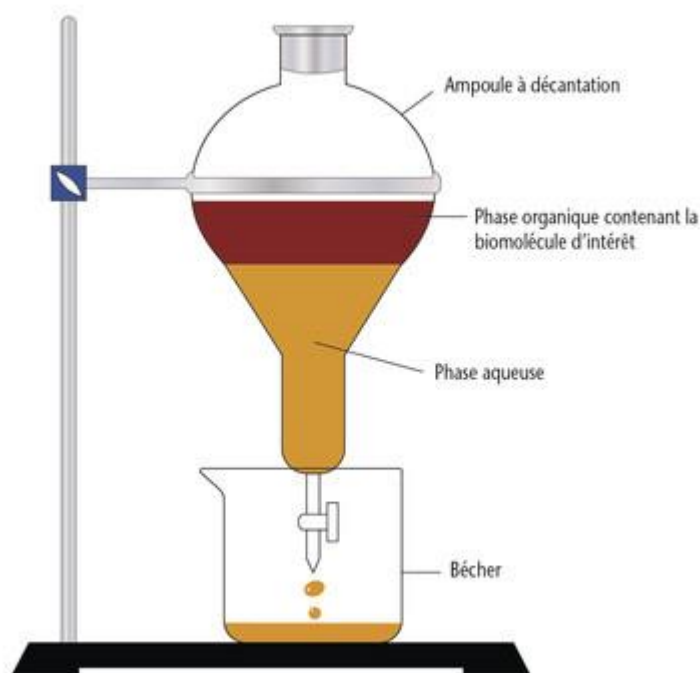
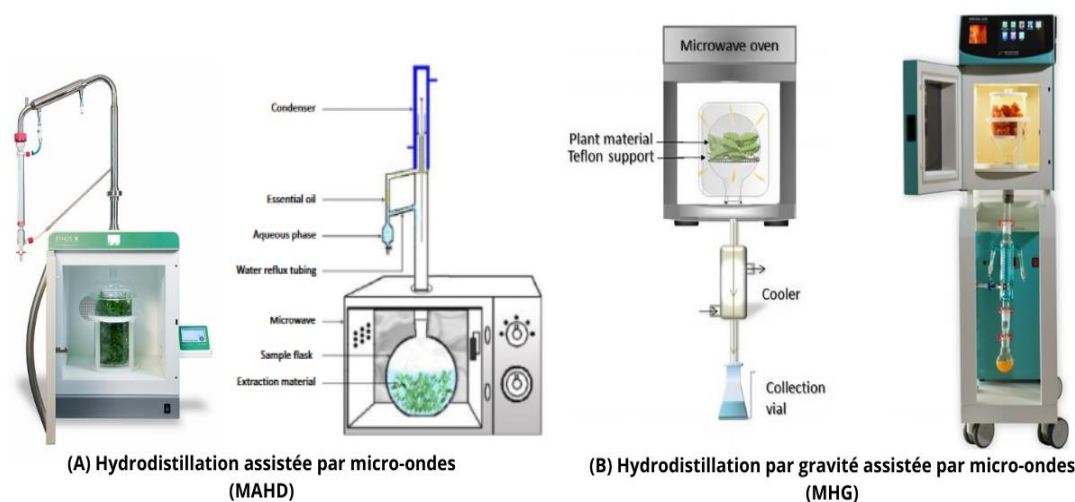


Figure 02 : Extraction par solvants organiques (Rombaut *et al.*, 2014).

### 1.2.1.3. Méthodes assistées

Des technologies plus récentes ont été développées afin d'optimiser l'extraction tout en conservant les propriétés fonctionnelles des huiles. Parmi elles :

- **Extraction assistée par ultrasons (UAE)** : les ultrasons favorisent la rupture des parois cellulaires et facilitent la libération de l'huile.
- **Extraction assistée par micro-ondes (MAE)** : une technologie thermique efficace qui chauffe l'intérieur des cellules végétales, favorisant la libération rapide de l'huile (Figure.03).
- **Extraction au fluide supercritique (notamment CO<sub>2</sub> supercritique)** : méthode verte et performante, permettant d'obtenir des huiles sans solvants résiduels et avec une excellente conservation des composés bioactifs (Gharibzahedi *et al.*, 2013).



**Figure 03** : Extraction assistée par micro-ondes (MAE) (**Rombaut *et al.*, 2014**).

### 1.2.2. Focus sur l'extraction à froid

L'extraction à froid est une technique mécanique particulièrement prisée pour la production d'huiles vierges de haute qualité. Contrairement à l'extraction à chaud ou aux procédés chimiques, cette méthode n'implique ni chauffage significatif ni solvants organiques, ce qui permet de préserver l'intégrité des composés thermosensibles (**Figure.04**) (**Rombaut *et al.*, 2014**).

Elle consiste à presser les graines ou les fruits à température ambiante, généralement inférieure à 40 °C. Ce procédé permet de conserver des composants d'intérêt tels que les polyphénols, les tocophérols (vitamine E), les phytostérols et les acides gras polyinsaturés, souvent altérés par la chaleur (**Codex Alimentarius, 2017**).

L'huile obtenue est alors dite "vierge" ou "pressée à froid", sans raffinage, ce qui renforce son attrait dans les industries alimentaires, cosmétiques et pharmaceutiques.

En revanche, l'extraction à froid présente quelques limitations, notamment un rendement plus faible comparé aux méthodes par solvant ou par pression à chaud. Néanmoins, ce compromis est souvent accepté en raison de la qualité supérieure de l'huile obtenue, de sa stabilité oxydative accrue et de l'absence de résidus chimiques.



**Figure 04** : Extraction assistée par micro-ondes (MAE) (Rombaut *et al.*, 2014).

### 1.3. Composition chimique générale des huiles végétales

Les huiles végétales, au-delà de leur rôle nutritionnel de base en tant que source énergétique, se distinguent par une richesse moléculaire qui détermine leur valeur nutritionnelle, leur stabilité à l'oxydation ainsi que leurs propriétés fonctionnelles et thérapeutiques. Leur composition dépend fortement de l'espèce végétale, des conditions de culture, du stade de maturité, ainsi que de la méthode d'extraction (**Figure.05**) (Gunstone, 2011 ; Ramadan & Mörsel, 2003).

#### 1.3.1. Acides gras

Les principaux constituants des huiles végétales sont les triglycérides, formés par l'estérification de trois acides gras avec une molécule de glycérol. Ces acides gras peuvent être classés selon leur degré de saturation :

- **Acides gras saturés** : tels que l'acide palmitique (C16:0) et l'acide stéarique (C18:0), présents en proportions variables. Bien qu'ils confèrent une meilleure stabilité oxydative à l'huile, leur consommation excessive est liée à un risque accru de maladies cardiovasculaires (Mensink *et al.*, 2003).
- **Acides gras mono-insaturés** : notamment l'acide oléique (C18:1,  $\omega$ -9), abondamment présent dans les huiles de sésame, d'olive et de ricin. Il est reconnu pour ses effets bénéfiques sur la santé cardiovasculaire et la résistance à l'oxydation (Visioli & Galli, 2002).

- **Acides gras polyinsaturés** : comme l'acide linoléique (C18:2,  $\omega$ -6) et l'acide  $\alpha$ -linoléique (C18:3,  $\omega$ -3), ces acides gras essentiels jouent un rôle crucial dans le maintien de l'intégrité cellulaire, la régulation inflammatoire et la prévention de certaines maladies chroniques. Cependant, leur forte insaturation les rend plus sensibles à l'oxydation (Simopoulos, 2002).

Le rapport entre ces différents types d'acides gras varie considérablement d'une huile à l'autre, influençant leurs applications alimentaires, cosmétiques et médicinales. Par exemple, l'huile de sésame est riche en acide linoléique et oléique, tandis que l'huile de ricin est caractérisée par une forte teneur en acide ricinoléique, un acide gras hydroxylé unique (Salimon *et al.*, 2010).

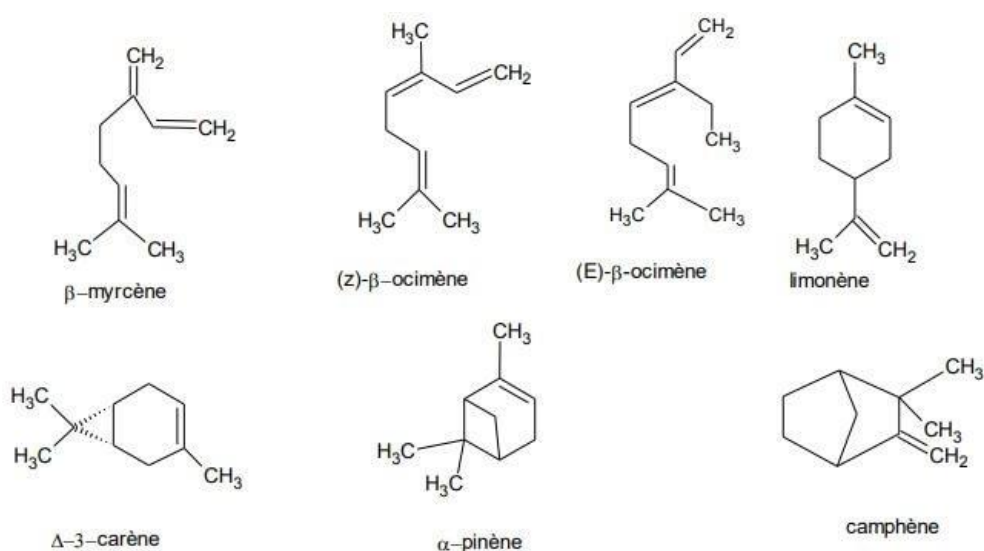


Figure 05 : Huiles essentielles et composition chimique (Mensink *et al.*, 2003).

### 1.3.2. Composés secondaires

Outre les lipides, les huiles végétales renferment une diversité de composés mineurs, appelés composés secondaires, qui jouent un rôle essentiel dans leurs propriétés biologiques, leur stabilité oxydative et leur valeur thérapeutique.

- **Phytostérols** : composés lipophiles d'origine végétale, les phytostérols (notamment le  $\beta$ -sitostérol) sont connus pour leur capacité à réduire l'absorption intestinale du cholestérol, contribuant ainsi à la prévention des dyslipidémies (Rogers *et al.*, 2011).

- **Tocophérols** : formes naturelles de la vitamine E, les tocophérols agissent comme antioxydants puissants, inhibant l'oxydation lipidique. L' $\alpha$ -tocophérol est la forme la plus active biologiquement, mais d'autres isomères ( $\gamma$ - et  $\delta$ -tocophérols) participent également à la protection de l'huile contre le rancissement (**Delgado-Zamarreño et al., 2001**).
- **Caroténoïdes** : pigments liposolubles, tels que le  $\beta$ -carotène, ils confèrent une couleur jaune à rouge à certaines huiles et exercent des effets antioxydants et provitaminiques A (**Khoo et al., 2011**).
- **Composés phénoliques** : bien que présents en faible quantité dans les huiles, ces composés hydrophiles, tels que les flavonoïdes et les acides phénoliques, contribuent significativement à l'activité antioxydante globale de l'huile. Ils participent également à ses effets anti-inflammatoires et antimicrobiens (**Frankel et al., 1996**).
- **Saponines, alcaloïdes et lignanes** : présents dans certaines huiles spécifiques comme l'huile de sésame, ces composés peuvent renforcer l'activité biologique des huiles en conférant des effets immunomodulateurs, antitumoraux ou hépatoprotecteurs (**Namiki, 2007 ; Braca et al., 2002**).

La concentration et la composition de ces composés secondaires dépendent non seulement de la nature botanique de la plante, mais aussi des conditions de transformation et de conservation. Leur synergie avec les acides gras détermine l'intérêt nutritionnel et thérapeutique de chaque huile végétale.

#### **1.4. Utilisations traditionnelles et thérapeutiques des huiles végétales**

Depuis l'Antiquité, les huiles végétales sont employées dans les médecines traditionnelles et les rituels de soin à travers différentes civilisations, notamment dans la médecine ayurvédique, la médecine traditionnelle chinoise, et la pharmacopée arabo-musulmane. Leur double fonction nutritionnelle et thérapeutique repose sur une composition biochimique riche en acides gras essentiels, antioxydants naturels et composés bioactifs divers (**Gharby et al., 2014 ; Namiki, 2007**).

### 1.4.1. Utilisations internes (voie orale)

Les huiles végétales sont traditionnellement intégrées à l'alimentation ou consommées à visée médicinale pour leurs effets physiologiques bénéfiques :

- **Effets antioxydants** : Grâce à leur richesse en composés phénoliques, tocophérols et caroténoïdes, plusieurs huiles végétales participent à la neutralisation des radicaux libres. Elles protègent ainsi les cellules contre le stress oxydatif, facteur clé dans le vieillissement prématuré, les maladies neurodégénératives et cardiovasculaires (**Frankel et al., 1996 ; Ramadan & Mörseel, 2003**).
- **Effets hypocholestérolémiant** : Les huiles riches en acide oléique (oméga-9) et en phytostérols, tels que celles de sésame ou de cresson, ont démontré leur capacité à réduire le taux de LDL-cholestérol sanguin, sans affecter le HDL-cholestérol, contribuant ainsi à la prévention des maladies cardiovasculaires (**Mensink et al., 2003 ; Jones et al., 2000**).
- **Effets anti-inflammatoires** : Certaines huiles, notamment celles issues du sésame (*Sesamum indicum*) ou du cresson (*Lepidium sativum*), renferment des acides gras polyinsaturés et des lignanes qui modulent la réponse inflammatoire via la régulation des eicosanoïdes et des cytokines (**Calder, 2006 ; Namiki, 2007**).
- **Activité antimicrobienne** : Des études ont montré que certaines huiles végétales possèdent une activité inhibitrice contre des pathogènes tels que *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* ou encore *Candida albicans*, ce qui justifie leur usage dans les médecines populaires pour traiter les infections gastro-intestinales ou buccales (**Da Porto et al., 2012 ; Nazzaro et al., 2013**).
- **Effets digestifs et laxatifs** : L'huile de ricin, contenant majoritairement de l'acide ricinoléique, est traditionnellement utilisée comme purgatif. Elle stimule le péristaltisme intestinal, facilitant ainsi l'évacuation intestinale (**Bulska et al., 2007 ; Vieira et al., 2010**).

### 1.4.2. Utilisations externes (topiques et cosmétiques)

L'application topique des huiles végétales est une pratique ancestrale qui perdure dans les soins dermatologiques, esthétiques et médicinaux :

- **Soins de la peau** : Les huiles végétales possèdent des propriétés hydratantes et émoullientes en raison de leur teneur en acides gras essentiels et en vitamine E. Elles renforcent la barrière cutanée, favorisent la cicatrisation, et améliorent l'élasticité de la peau (**Lupo & Cole, 2007 ; Lin et al., 2018**).
- **Soins capillaires** : L'huile de ricin est réputée pour stimuler la pousse des cheveux, renforcer les follicules et prévenir la chute, grâce à son pouvoir pénétrant et nourrissant. L'huile de sésame, quant à elle, est utilisée pour apporter brillance et protection contre les rayons UV (**Ashawat et al., 2008 ; Kapoor, 2000**).
- **Traitement des pathologies cutanées** : Les propriétés anti-inflammatoires et antibactériennes de certaines huiles permettent de soulager des affections comme l'eczéma, le psoriasis, les brûlures ou l'acné. Leur usage est souvent combiné à d'autres plantes médicinales dans les médecines traditionnelles (**Al-Waili, 2003 ; Amaro et al., 2019**).
- **Usage dans les massages thérapeutiques et la relaxation** : En aromathérapie ou en médecine ayurvédique, les huiles végétales servent de base pour diluer des huiles essentielles et sont utilisées en massages pour leurs effets relaxants, anti-douleur et rééquilibrants (**Gachkar et al., 2007 ; Singh et al., 2010**).

Ainsi, les huiles végétales occupent une place centrale dans les pratiques médicinales et les routines de soin traditionnelles. Leur efficacité est aujourd'hui de plus en plus documentée par la littérature scientifique, confirmant une convergence entre savoirs empiriques et données modernes.

## 2. Présentation des plantes étudiées

Les huiles végétales sont issues de diverses plantes oléagineuses dont les graines ou fruits sont riches en lipides. Dans le cadre de cette étude, l'attention a été portée sur quatre plantes : *Lepidium sativum* (cresson alénois), *Ricinus communis* (ricin), et deux variétés de *Sesamum indicum* (sésame blanc et sésame noir). Ces espèces sont largement cultivées à travers le monde, notamment en Afrique et en Asie, et sont traditionnellement utilisées tant pour l'alimentation que pour leurs propriétés médicinales.

Chacune de ces plantes présente une composition chimique spécifique conférant à leurs huiles des activités biologiques variées telles que des effets antioxydants, anti-inflammatoires ou antimicrobiens. La richesse en composés bioactifs comme les acides gras insaturés, les lignanes, les polyphénols ou encore la vitamine E en fait des candidates intéressantes pour des applications nutritionnelles, cosmétiques et thérapeutiques.

### 2.1. *Lepidium sativum* L.

*Lepidium sativum* L., communément appelé cresson alénois appartient à la famille des Brassicaceae, anciennement connue sous le nom de Cruciferae. Il s'agit d'une famille riche en espèces aux propriétés médicinales, incluant des plantes telles que le chou, la moutarde ou encore le colza (**Figure.06**) (Painuli *et al.*, 2024).



**Figure 06** : *Lepidium sativum* L. (Painuli *et al.*, 2024).

### **2.1.1. Classification botanique**

- **Règne** : Plantae
- **Division** : Magnoliophyta
- **Classe** : Magnoliopsida
- **Ordre** : Brassicales
- **Famille** : Brassicaceae
- **Genre** : *Lepidium*
- **Espèce** : *Lepidium sativum* L.

Cette classification traduit l'appartenance de la plante à un groupe végétal caractérisé par la présence de glucosinolates, des composés soufrés responsables de certaines de leurs activités biologiques (Malar *et al.*, 2024).

### **2.1.2. Description botanique**

*Lepidium sativum* est une plante herbacée annuelle, à cycle court, pouvant atteindre entre 20 et 60 cm de hauteur. Elle est reconnaissable à sa tige dressée, ramifiée, souvent glabre, et à ses feuilles alternes, profondément divisées en segments linéaires ou pennés (Zia *et al.*, 2012).

La floraison intervient généralement 2 à 3 semaines après la germination. Les fleurs, petites et blanches, sont organisées en grappes terminales et comportent quatre pétales disposés en croix, typiques des Brassicaceae. Le fruit est une silicule aplatie, contenant deux graines ovales par loge. Les graines, de couleur brun-rougeâtre, sont petites, ovales, brillantes, et possèdent une surface lisse. En présence d'eau, elles deviennent mucilagineuses, propriété exploitée en phytothérapie pour les troubles digestifs (Zia *et al.*, 2012).

### **2.1.3. Répartition géographique**

L'origine exacte de *Lepidium sativum* reste incertaine, mais les sources botaniques suggèrent une provenance d'Asie du Sud-Ouest ou d'Asie centrale (Kumar *et al.*, 2013). Actuellement, la plante est cultivée dans plusieurs régions tempérées et tropicales du globe. Elle est particulièrement répandue en Afrique du Nord (Algérie, Maroc, Égypte), en Inde, au Pakistan, au Moyen-Orient et dans certaines parties de l'Europe méridionale.

Sa capacité d'adaptation aux climats arides et sa croissance rapide en font une plante cultivée aussi bien à des fins alimentaires, médicinales, qu'horticoles (**Studzińska & Buszewski, 2009**).

#### **2.1.4. Usages traditionnels et propriétés biologiques**

##### **2.1.4.1. Usages traditionnels**

Depuis l'Antiquité, les graines de *Lepidium sativum* sont utilisées dans diverses médecines traditionnelles (Ayurveda, Unani, médecine arabe et africaine) pour traiter de nombreuses affections :

- **Système digestif** : stimulant de l'appétit, traitement des ballonnements et constipation (par effet laxatif doux lié au mucilage)
- **Appareil respiratoire** : expectorant dans les cas de toux et de bronchites
- **Système reproducteur féminin** : réputé **emménagogue**, favorisant le retour des menstruations
- **Convalescence** : tonifiant général pour les femmes après l'accouchement ou les personnes affaiblies

Les graines sont parfois consommées en infusion, mélangées à du lait ou incorporées à des bouillies (**Kumar et al., 2013**).

##### **2.1.4.2. Propriétés pharmacologiques et composés actifs**

Des études récentes ont mis en évidence une diversité de **composés bioactifs** présents dans les graines de *Lepidium sativum* :

- **Acides gras insaturés** : dont l'acide linoléique (C18:2, oméga-6) et l'acide oléique (C18:1, oméga-9), conférant des propriétés anti-inflammatoires et cardiovasculaires bénéfiques.
- **Glucosinolates** : composés soufrés possédant une activité antimicrobienne et anticarcinogène, typiques des Brassicaceae
- **Flavonoïdes** (quercétine, kaempférol) et **composés phénoliques** : responsables d'activités antioxydantes significatives.
- **Alcaloïdes et saponines** : impliqués dans l'effet immunomodulateur et anti-inflammatoire.

Ces constituants confèrent aux graines une activité antioxydante puissante, une action antimicrobienne contre divers pathogènes (bactéries Gram<sup>+</sup> et Gram<sup>-</sup>, champignons) ainsi qu'une efficacité anti-inflammatoire démontrée dans plusieurs modèles expérimentaux (Kumar *et al.*, 2013 ; Ali *et al.*, 2016).

## **2.2. *Ricinus communis* L.**

### **2.2.1. Classification et description botanique**

*Ricinus communis* L., communément appelé ricin, appartient à la famille des Euphorbiaceae et au genre *Ricinus*. C'est une espèce herbacée ou arbustive à croissance rapide, pouvant atteindre entre 2 et 5 mètres de hauteur. Elle présente de grandes feuilles palmées, vert foncé à pourpre, aux bords dentés, et des fleurs apétales monoïques regroupées en grappes terminales. Les fruits sont des capsules épineuses contenant trois graines marbrées brun-gris, riches en huile mais également en ricine, une protéine toxique et thermosensible (Figure.07) (Gul *et al.*, 2021).



**Figure 07 :** *Ricinus communis* L., (Gul *et al.*, 2021).

### **2.2.2. Répartition géographique et habitat**

Originaire d'Afrique tropicale, *R. communis* s'est largement naturalisé dans les zones subtropicales et tropicales du globe. Il est aujourd'hui cultivé à grande échelle en Inde (premier

producteur mondial), en Chine, au Brésil, ainsi que dans plusieurs régions d'Afrique du Nord (Tunaru *et al.*, 2012 ; Ogunniyi, 2006). Sa capacité à tolérer des climats arides en fait une plante économiquement attractive pour les zones semi-désertiques.

### **2.2.3. Composition chimique de l'huile**

L'huile extraite à froid des graines est particulièrement riche en acide ricinoléique (jusqu'à 90 %), un acide gras hydroxylé rare, responsable de nombreuses propriétés biologiques. D'autres constituants notables comprennent les flavonoïdes, les phytostérols (comme le  $\beta$ -sitostérol), et des traces de composés phénoliques (Da Silva *et al.*, 2014).

### **2.2.4. Usages traditionnels et propriétés thérapeutiques**

#### **2.2.4.1. Utilisations internes**

L'huile de ricin est utilisée depuis l'Antiquité, notamment en Égypte, comme laxatif naturel puissant. Son mécanisme d'action implique la stimulation des récepteurs EP3 des prostaglandines dans l'intestin, ce qui accélère le transit intestinal (Tunaru *et al.*, 2012). Elle est aussi reconnue pour ses effets digestifs et purgatifs.

#### **2.2.4.2. Utilisations externes**

En usage topique, l'huile est largement utilisée en cosmétique : elle hydrate la peau, renforce les cheveux, stimule la pousse capillaire et apaise certaines affections cutanées (eczéma, irritations). Elle est également utilisée dans les massages traditionnels et la médecine ayurvédique (Patel *et al.*, 2020).

### **2.2.5. Activités biologiques démontrées**

Des études récentes ont montré que l'huile de ricin présente une activité antimicrobienne contre plusieurs pathogènes tels que *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* et *Candida albicans* (Da Silva *et al.*, 2014 ; Salhi *et al.*, 2021). Cette action est liée à la richesse en acides gras, flavonoïdes et stérols.

Par ailleurs, une activité anti-inflammatoire a été démontrée, en lien avec l'inhibition des enzymes COX-2 et LOX, réduisant ainsi la production de médiateurs pro-inflammatoires (Gul *et al.*, 2021).

Enfin, certaines recherches *in vitro* ont mis en évidence une activité cytotoxique de certains extraits de graines sur des lignées cellulaires cancéreuses humaines, bien que ces effets doivent encore être validés par des essais cliniques (**Patel et al., 2020**).

### **2.2.6. Précautions et toxicité**

Malgré ses multiples bienfaits, la graine de ricin renferme la ricine, une lectine hautement toxique si elle n'est pas inactivée. Elle inhibe la synthèse protéique des cellules et peut être létale à faible dose. Son ingestion accidentelle nécessite une prise en charge médicale urgente (**Ogunniyi, 2006**).

## **2.3. *Sesamum indicum* L. blanc**

### **2.3.1. Classification et description botanique**

*Sesamum indicum* L., connu sous le nom de sésame, appartient à la famille des Pedaliaceae. C'est une plante herbacée annuelle pouvant atteindre 1,5 mètre de hauteur. Elle possède des feuilles simples et opposées, des fleurs tubulaires, blanches ou rosées, et des capsules allongées contenant de nombreuses petites graines ovales. Les variétés à graines blanches sont particulièrement prisées pour la consommation humaine, notamment en alimentation et en pâtisserie (**Figure.08**) (**Bedigian, 2004**).



**Figure 08 :** *Sesamum indicum* L. blanc (**Gul et al., 2021**).

### **2.3.2. Origine et répartition géographique**

Originnaire de l'Inde ou d'Afrique, *S. indicum* est aujourd'hui cultivé dans plusieurs régions du monde à climat chaud, notamment en Asie, au Moyen-Orient, en Afrique du Nord et en Amérique latine. L'Algérie, l'Égypte et le Soudan figurent parmi les producteurs africains (Ashri, 2007).

### **2.3.3. Composition chimique des graines**

Les graines blanches de sésame sont riches en lipides (45–60 %), principalement en acides gras insaturés (acide oléique, acide linoléique), protéines (20–25 %), fibres, et composés bioactifs tels que :

- **Lignanes** (sésamine, sésamoline) : antioxydants puissants,
- **Tocophérols** : forme naturelle de vitamine E,
- **Phytostérols** : contribuant à la régulation du cholestérol sanguin (Namiki, 2007).

### **2.3.4. Usages traditionnels et thérapeutiques**

#### **2.3.4.1. Voie interne**

L'huile extraite à froid est consommée pour ses effets hypocholestérolémiantes, antioxydants et protecteurs cardiovasculaires. Elle joue un rôle important dans la prévention des maladies métaboliques comme le diabète ou l'athérosclérose (Wu, Chen, & Lin, 2001).

#### **2.3.4.2. Voie externe**

En usage topique, l'huile blanche de sésame est utilisée pour hydrater, nourrir et protéger la peau, particulièrement dans les rituels ayurvédiques. Elle est aussi appliquée en massage thérapeutique, avec des effets anti-inflammatoires et apaisants (Kaur & Saini, 2011).

## 2.4. *Sesamum indicum* L. noir

### 2.4.1. Particularités botaniques

Le sésame noir est une variété de *S. indicum* caractérisée par ses graines de couleur foncée (du brun au noir). Bien que proche génétiquement du sésame blanc, il se distingue par une teneur plus élevée en lignanes, polyphénols et antioxydants, ce qui renforce ses propriétés fonctionnelles (**Figure.09**) (**Shyu & Sung, 2004**).



**Figure 09** : *Sesamum indicum* L. noir (**Shyu & Sung, 2004**).

### 2.4.2. Répartition et culture

Cultivé principalement en Asie (Chine, Corée, Inde), le sésame noir est également présent dans certaines régions du Maghreb et d'Afrique subsaharienne. Il est considéré comme une variété médicinale plus riche que le sésame blanc en principes actifs (**Zhang et al., 2013**).

### 2.4.3. Composition nutritionnelle et bioactive

Les graines noires présentent :

- Un taux élevé d'acides gras insaturés (notamment acide oléique),
- Une concentration importante en sésamine et sésamoline,
- Des niveaux supérieurs en phénols totaux et flavonoïdes,
- Des minéraux (calcium, magnésium, fer) essentiels à la santé osseuse (**Pathak et al., 2014**).

### 2.4.4. Propriétés médicinales et cosmétiques

Les graines noires sont utilisées en médecine traditionnelle chinoise et ayurvédique pour :

- Renforcer la vitalité, traiter les cheveux gris ou les troubles rénaux,
- Améliorer la fonction hépatique et la circulation sanguine,
- Agir comme tonique immunitaire et anti-fatigue (**Chung et al., 2010**).

L'huile noire est également reconnue pour ses effets anti-inflammatoires, antioxydants et hépato-protecteurs, avec des applications en dermatologie et en soins capillaires.

***Chapitre II***  
***Matériels & méthodes***

Notre travail a été réalisé au sein du laboratoire de Biochimie, Département de Biologie, Faculté SNV-ST (Université de Bouira), durant la période allant du 4 Mars 2025 au 14 mai 2025.

Face à l'intérêt croissant pour les alternatives naturelles dans les domaines de la santé, de la nutrition et de la cosmétique, cette étude s'est fixée pour objectif d'évaluer les activités biologiques de quatre huiles végétales extraites à froid à partir de graines couramment utilisées en médecine traditionnelle et disponibles localement : *Ricinus communis* (huile de ricin), *Lepidium sativum* (huile de cresson), *Sesamum indicum* blanc et noir (huile de sésame).

Les objectifs spécifiques poursuivis dans ce travail sont les suivants :

- Extraire les huiles végétales à l'aide d'une presse mécanique à froid, afin de préserver la richesse en composés thermosensibles (antioxydants, acides gras insaturés, etc.).
- Évaluer l'activité antimicrobienne in vitro des huiles obtenues à l'aide de la méthode de diffusion en gélose, contre quatre souches microbiennes de référence : *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* et *Candida albicans*.
- Comparer l'efficacité biologique des différentes huiles étudiées afin de mettre en évidence leur potentiel thérapeutique et leur intérêt comme agents naturels antimicrobiens.

### **3. Matériel et méthodes**

#### **3.1. Matériel non biologique**

Les produits chimiques, les appareils ainsi que la verrerie utilisée au cours de nos expériences au niveau de laboratoire sont indiqués dans l'Annexe 1.

#### **3.2. Matériel végétale**

Le matériel végétal exploité durant notre étude correspond au :

- *Ricinus communis*
- *Lepidium sativum*
- *Sesamum indicum* blanc
- *Sesamum indicum* noir

**3.2.1. Préparation des graines**

Le matériel végétal utilisé dans cette étude a été acquis auprès d'herboristes locaux établis dans la wilaya de Bouira (Algérie), durant le mois d'avril 2025. Les espèces ciblées comprenaient les graines de *Ricinus communis* (ricin), *Lepidium sativum* (cresson), *Sesamum indicum blanc* et *Sesamum indicum noir*. Ces graines étaient destinées à un usage médicinal ou alimentaire, ce qui garantissait une qualité satisfaisante sur le plan visuel et organoleptique : elles étaient entières, non altérées, exemptes de moisissures, de germes visibles ou de brisures, et présentaient une couleur homogène propre à chaque espèce.

Avant l'extraction, un processus rigoureux de préparation a été mis en œuvre pour optimiser la qualité des huiles à extraire et préserver les composés bioactifs :

- **Nettoyage** : Les graines ont été soigneusement lavées à l'eau distillée afin d'éliminer les impuretés superficielles, telles que les poussières, les particules de sol, les fragments végétaux, ou les contaminants éventuels liés au stockage initial.
- **Séchage** : Après le lavage, les graines ont été étalées en fine couche sur du papier filtre ou sur un plateau en inox, puis laissées à sécher à l'air libre pendant plusieurs jours dans un local bien ventilé, sec et protégé de la lumière directe du soleil. Cette étape est cruciale pour éviter la dégradation prématurée des lipides par hydrolyse ou oxydation, et pour empêcher la formation de moisissures.
- **Contrôle visuel** : À l'issue du séchage, un tri visuel a permis d'éliminer les graines présentant des anomalies (brunissement, germination, altérations mécaniques).
- **Stockage** : Les graines parfaitement sèches ont été conservées dans des sachets propres, opaques et hermétiques, à température ambiante (environ 20–25 °C), dans un environnement sans humidité excessive ni variation thermique. Cette précaution a permis de préserver l'intégrité chimique et microbiologique du matériel végétal jusqu'à la phase d'extraction.

L'ensemble de ces étapes a été conduit dans des conditions d'hygiène strictes afin de garantir la reproductibilité des résultats expérimentaux et la fiabilité des analyses phytochimiques et biologiques ultérieures.

### 3.3.2. Technique d'extraction par presse à froid

L'extraction des huiles a été réalisée par pression mécanique à froid à l'aide d'une presse à vis sans fin (type domestique/semi-professionnelle). Cette méthode, réalisée sans apport de chaleur externe, permet de maintenir la température en dessous de 40 °C, assurant ainsi la préservation des composés thermosensibles tels que les acides gras insaturés, les polyphénols, les tocophérols et autres antioxydants naturels.

Les graines préparées ont été introduites dans la trémie de la presse, puis soumises à une pression progressive exercée par une vis tournante. Ce mécanisme comprime les graines contre une filière métallique, entraînant l'extraction de l'huile sous forme brute. L'huile obtenue a ensuite été recueillie dans des flacons stériles, puis filtrée à l'aide de compresses/gazes stériles pour éliminer les particules solides ou résidus de tourteaux.



**Figure 10 :** Les étapes de l'extraction des huiles (Originale, 2025).

Les huiles filtrées ont été stockées dans des flacons en verre ambré, fermés hermétiquement et conservés à température ambiante, à l'abri de la lumière et de l'humidité. Chaque échantillon a été étiqueté de manière rigoureuse (nom de la plante, date d'extraction, méthode), en vue de leur utilisation dans les analyses phytochimiques et biologiques ultérieures.

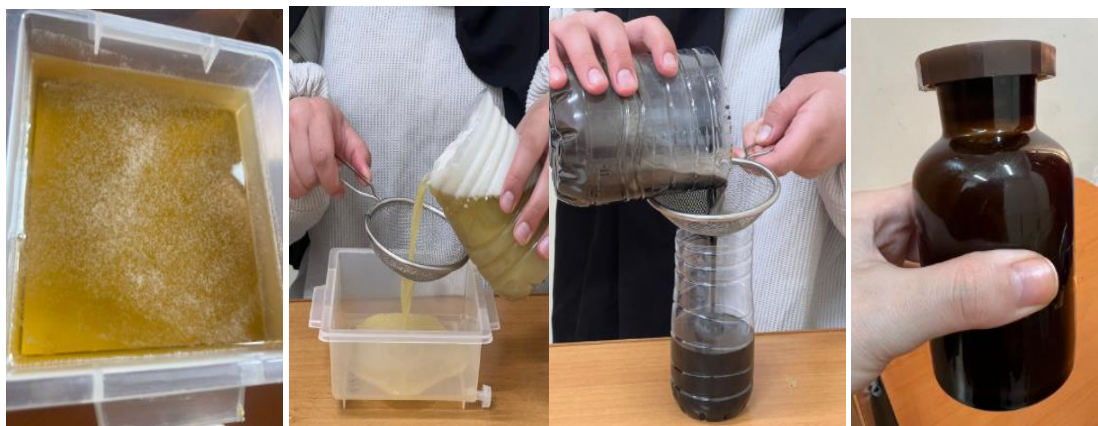


Figure 11 : Les filtration des huiles (Originale, 2025).

### 3.3. Rendement des extraits et des huiles végétales

Le rendement d'extraction est un paramètre fondamental dans l'évaluation de l'efficacité de la méthode d'extraction employée. Il permet de quantifier la quantité d'huile obtenue à partir d'une masse donnée de matière végétale sèche, ce qui reflète à la fois la richesse lipidique des graines et l'efficacité du procédé de pressage à froid.

Dans le cadre de cette étude, les graines des quatre espèces végétales sélectionnées (*Ricinus communis*, *Lepidium sativum*, *Sesamum indicum* blanc et noir) ont été soumises à une extraction mécanique par presse à froid. Après filtration, l'huile extraite a été pesée, et le rendement a été calculé à l'aide de la formule suivante :

$$\text{Rendement (\%)} = \frac{\text{Masse d'huile extraite (g)}}{\text{Masse de graines sèches (g)}} \times 100$$

### 3.4. Analyses physico-chimiques des huiles

L'analyse physico-chimique constitue une étape essentielle dans la caractérisation des extraits végétaux, en particulier des huiles obtenues à partir de graines médicinales. Ces analyses permettent d'évaluer à la fois la qualité, la pureté, et le potentiel biologique des huiles extraites. En effet, les propriétés physiques telles que la densité et la viscosité, ainsi que les paramètres chimiques comme l'indice d'acide, de saponification, d'ester ou de peroxyde, sont des indicateurs fiables de la stabilité et de l'état de conservation des corps gras (Akinoso *et al.*, 2011).

### 3.4.1. Caractéristiques organoleptiques des huiles

Les propriétés organoleptiques sont des critères sensoriels permettant une première évaluation de la qualité des huiles végétales. Elles incluent :

- La couleur, observée visuellement sous lumière naturelle.
- L'odeur, évaluée par perception olfactive.
- La consistance, déterminée par la texture à température ambiante (liquide, visqueuse).

Ces caractéristiques sont influencées par la composition biochimique des graines, la méthode d'extraction, et les conditions de stockage (**Codex Alimentarius, FAO/WHO, 2019**).

### 3.4.2. Détermination de la densité relative

La densité relative est le rapport entre la masse volumique de l'huile et celle de l'eau à une température donnée (généralement 20 °C). Elle est déterminée par la formule :

$$d_{20} = \frac{m - m'}{m'' - m'}$$

- $m$  = masse du tube avec 0,5 mL d'huile (g),
- $m'$  = masse du tube vide (g),
- $m''$  = masse du tube avec 0,5 mL d'eau (g).

La densité reflète la pureté et la structure chimique de l'huile. Une densité anormale peut signaler une oxydation ou une adultération (**O'Brien, 2009**).

### 3.4.3. Estimation de la viscosité dynamique

La viscosité dynamique mesure la résistance d'un liquide à l'écoulement. Une méthode simple consiste à chronométrer le temps nécessaire pour qu'une goutte d'huile parcoure une distance donnée sur une surface inclinée à 25° :

$$V = \frac{d}{t} \quad \text{et} \quad V = \frac{v_{\text{eau}}}{v_{\text{huile}}}$$

Où  $\eta$  = viscosité dynamique (Pa·s),  $v$  = vitesse (m/s),  $d$  = distance (m),  $t$  = temps (s), avec  $\eta_{\text{eau}} \approx 1 \text{ mPa}\cdot\text{s}$  à 20 °C.

Cette méthode comparative est largement utilisée pour des mesures rapides (**Shahidi, 2005**).

#### **3.4.4. Détermination de l'indice d'acide (IA) et du pourcentage d'acidité**

L'indice d'acide (IA) représente la quantité de KOH (mg) nécessaire pour neutraliser les acides gras libres dans 1 g d'huile. Le titrage est réalisé avec du KOH 0,1 N en présence de phénolphthaléine :

$$IA = \frac{C \times V \times 56,11}{m}$$

Où :

- $C$  = concentration en mol/L de KOH,
- $V$  = volume (mL) de KOH utilisé,
- $m$  = masse d'huile (g).

Une IA élevée reflète une hydrolyse avancée des triglycérides (**Márquez-Ruiz et al., 2014**).

#### **3.4.5. Détermination de l'indice de saponification (IS)**

L'indice de saponification indique la quantité de KOH (mg) nécessaire pour saponifier les esters présents dans 1 g de matière grasse. Après chauffage sous reflux avec du KOH alcoolique 0,5 N, l'excès est titré avec de l'HCl 0,1 N :

$$IS = \frac{56,11 \times (V_0 - V_1)}{m}$$

où :

- $V_0$  = volume d'HCl (mL) pour le témoin,
- $V_1$  = volume d'HCl (mL) pour l'échantillon.

Un IS élevé indique des acides gras à chaîne courte (**Firestone, 2009**).

### 3.4.6. Détermination de l'indice d'ester (IE)

L'indice d'ester est obtenu par soustraction :

$$IE = IS - IA$$

Il renseigne sur la proportion d'acides gras estérifiés. Une baisse de IE peut indiquer une hydrolyse ou un rancissement (Frankel, 2014).

### 3.4.7. Détermination de l'indice de peroxyde (IP)

L'indice de peroxyde reflète la quantité de peroxydes (oxydants primaires) dans une huile, indicateur de l'oxydation lipidique. L'huile est mise en réaction avec du KI, et l'iode libéré est titré au thiosulfate :

$$IP = \frac{C \times (V_0 - V_1)}{m}$$

où :

- $V_0$  et  $V_1$  = volumes de thiosulfate pour témoin et échantillon,
- $C$  = concentration (mol/L),
- $m$  = masse d'huile (g).

L'IP est exprimé en meq  $O_2$ /kg d'huile. Une valeur élevée indique un début d'oxydation (Shahidi & Zhong, 2010).



Figure 12 : Analyses physico-chimiques des huiles (Originale, 2025).

### 3.5. Évaluation de l'activité antimicrobienne par la méthode de diffusion en gélose

L'activité antimicrobienne des huiles végétales extraites a été évaluée in vitro par la méthode de diffusion en gélose (méthode des disques), selon les standards habituellement utilisés pour tester la sensibilité des microorganismes.

#### 3.5.1. Préparation du milieu de culture Mueller-Hinton

La préparation du milieu de culture Mueller-Hinton (MH), utilisé pour l'évaluation de l'activité antimicrobienne, a été réalisée selon les instructions du fabricant. Dans un premier temps, 38 g de poudre de Mueller-Hinton ont été rigoureusement pesés à l'aide d'une balance de précision, puis transférés dans un flacon en verre borosilicaté d'une capacité suffisante. La poudre a été ensuite dissoute dans 1 L d'eau distillée, en agitant le mélange sur un agitateur magnétique réglé à 500 tours par minute (tr/min), et maintenu à une température de 250 °C pendant 20 minutes, afin d'assurer une dissolution homogène et complète du milieu.

Une fois la dissolution obtenue, le milieu a été réparti dans des flacons en verre résistants à la chaleur, puis soumis à une stérilisation par autoclavage à 121 °C sous une pression de 1,1 bar pendant 1 heure et 30 minutes, afin d'éliminer toute contamination microbienne potentielle. Après refroidissement partiel des flacons (à environ 45–50 °C), le milieu encore liquide a été versé aseptiquement dans des boîtes de Pétri stériles à raison de 20 mL par boîte, puis laissé à température ambiante dans un environnement stérile jusqu'à solidification complète de la gélose. Les boîtes ainsi préparées ont été utilisées immédiatement ou conservées à 4 °C pour un usage ultérieur dans les tests microbiologiques.

#### 3.5.2. Préparation des suspensions microbiennes

Pour l'évaluation de l'activité antimicrobienne des huiles végétales, quatre souches microbiennes de référence ont été sélectionnées pour représenter à la fois des bactéries Gram-négatives, Gram-positives et une levure pathogène opportuniste :

- ✓ *Escherichia coli* (bactérie Gram-négative),
- ✓ *Pseudomonas aeruginosa* (bactérie Gram-négative),
- ✓ *Staphylococcus aureus* (bactérie Gram-positif),
- ✓ *Candida albicans* (levure pathogène).

Ces souches ont été cultivées préalablement sur gélose nutritive, dans des conditions appropriées à chaque type de microorganisme (37 °C pendant 18 à 24 heures). À partir de ces cultures, une colonie fraîche bien isolée de chaque souche a été prélevée à l'aide d'une anse stérile, puis mise en suspension dans une solution saline stérile (chlorure de sodium 0,9 %) contenue dans un tube à essai stérile.

L'homogénéisation de la suspension a été réalisée par agitation douce pour assurer une distribution uniforme des cellules. La densité cellulaire de chaque suspension a été ajustée visuellement et/ou à l'aide d'un spectrophotomètre pour correspondre à une concentration standard d'environ  $10^4$  UFC/mL (unités formant colonie par millilitre). Cette étape est cruciale pour garantir une standardisation des conditions expérimentales, permettant la reproductibilité des résultats d'inhibition obtenus avec les huiles végétales.

Les suspensions ainsi préparées ont été utilisées immédiatement pour l'ensemencement des boîtes de Pétri contenant le milieu Mueller-Hinton, dans les essais de diffusion en gélose.

### **3.5.3. Ensemencement des boîtes de Pétri**

L'ensemencement des boîtes de Pétri a été réalisé dans des conditions d'asepsie strictes afin d'éviter toute contamination. Après solidification complète du milieu Mueller-Hinton (MH) dans les boîtes, celles-ci ont été laissées à température ambiante pendant environ 30 minutes avant l'ensemencement pour assurer une bonne adhérence microbienne.

Un écouvillon stérile a été trempé dans la suspension microbienne préparée (concentration standardisée à  $10^4$  UFC/mL), puis essoré légèrement sur la paroi interne du tube afin d'éliminer l'excès de liquide. L'écouvillon a ensuite été passé uniformément sur toute la surface de la gélose selon trois passages croisés : d'abord en lignes parallèles, ensuite perpendiculaires, puis en diagonale, afin de garantir une répartition homogène de la suspension microbienne.

Après ensemencement, les boîtes ont été laissées sécher quelques minutes à température ambiante dans un environnement stérile, de façon à permettre l'absorption du liquide et éviter tout glissement ou déplacement des disques lors de leur application. Cette étape assure également une croissance régulière du tapis microbien nécessaire à l'observation des zones d'inhibition autour des disques imprégnés d'huile.

**3.5.4. Préparation et application des disques**

Pour tester l'activité antimicrobienne des huiles végétales extraites, la méthode de diffusion sur disque a été utilisée. Des disques de papier filtre stériles (6 mm de diamètre), adaptés à ce type d'essai, ont été sélectionnés comme support d'imprégnation.

Chaque disque a été imprégné avec une quantité précise d'huile végétale, déterminée selon le protocole expérimental (généralement 10 µL/disque), à l'aide d'une micropipette stérile. L'imprégnation a été réalisée dans des conditions aseptiques sous hotte à flux laminaire. Une fois imprégnés, les disques ont été laissés sécher à température ambiante pendant quelques minutes, afin de permettre l'absorption complète de l'huile par le papier et d'éviter que l'excès ne se répande sur la gélose.

L'application des disques a été effectuée avec des pinces stériles préalablement flambées, en les déposant délicatement sur la surface des boîtes de Pétri précédemmentensemencées avec les suspensions microbiennes. Une attention particulière a été portée à leur répartition homogène, en veillant à maintenir une distance minimale de 2 à 3 cm entre les disques, pour éviter toute superposition des halos d'inhibition.

Après disposition, les boîtes ont été légèrement pressées au niveau des disques pour assurer un bon contact entre ceux-ci et la surface du milieu gélosé, sans enfoncement excessif.

**3.5.5. Incubation**

L'incubation a été réalisée à une température constante de 37 °C pendant 24 heures, condition optimale pour la croissance des microorganismes testés, notamment les bactéries pathogènes humaines comme *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* et la levure *Candida albicans*.

Ce laps de temps permet aux microorganismes de se multiplier en surface de la gélose, tandis que les huiles diffusent progressivement depuis les disques vers le milieu environnant. En cas d'activité antimicrobienne, une zone d'inhibition circulaire, dépourvue de croissance microbienne, est observée autour du disque. Le diamètre de cette zone (mesuré en millimètres) constitue un indicateur de l'efficacité de l'huile testée contre la souche microbienne concernée.

Toutes les boîtes ont été manipulées dans des conditions aseptiques pour prévenir toute contamination extérieure. Après incubation, les résultats ont été observés, mesurés et photographiés pour une analyse comparative et statistique ultérieure.



Figure 13 : Les étapes de de evaluation de l'activité antimicrobienne (Originale, 2025).

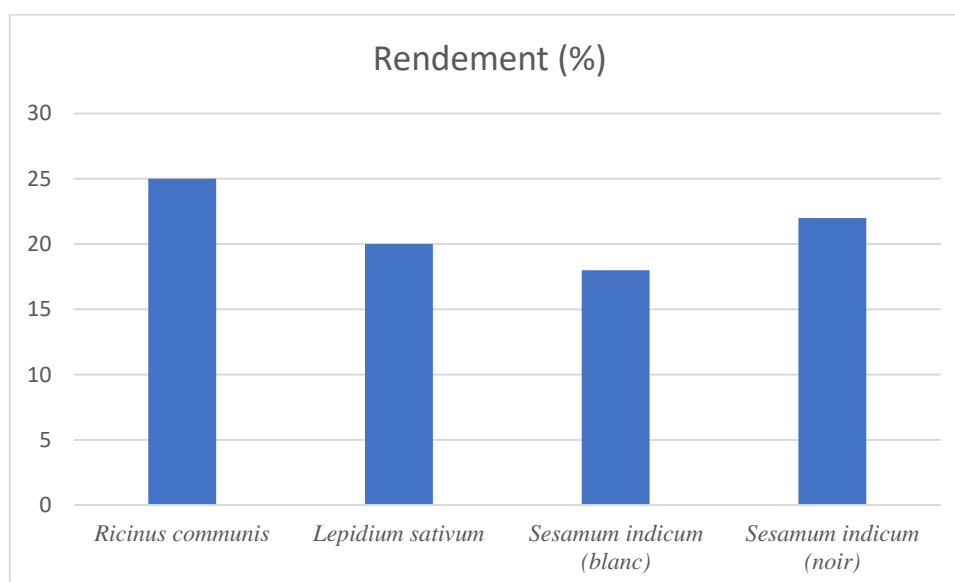
***Chapitre III***  
***Résultat & discussion***

## 4. Résultat et discussion

### 4.1. Résultats du rendement d'extraction

Le rendement d'extraction constitue un indicateur essentiel pour évaluer l'efficacité du procédé d'extraction et la richesse en matières lipidiques des graines végétales. Il est exprimé en pourcentage (%) de la masse d'huile extraite par rapport à la masse initiale des graines utilisées. Ce paramètre est influencé par la nature de la plante, la méthode d'extraction, la teneur initiale en lipides, ainsi que les conditions de traitement (séchage, broyage, température, pression).

Dans cette étude, les rendements des huiles extraites par pression à froid à partir des graines de quatre espèces ont été déterminés. Les résultats sont présentés dans le Figure ci-dessous et illustrés à la Figure 14.



**Figure 14 :** Rendements d'extraction (%) des huiles extraites .

Les résultats indiquent que le rendement d'extraction varie considérablement selon l'espèce végétale. Le *Ricinus communis* présente le rendement le plus élevé (25 %), ce qui est cohérent avec sa richesse naturelle en lipides, notamment en acide ricinoléique, constituant majoritaire de l'huile de ricin. Ce résultat est conforme aux données de la littérature, où des rendements de 20 à 30 % ont été rapportés pour cette espèce (Gul *et al.*, 2021 ; Ogunniyi, 2006).

En seconde position, *Sesamum indicum* noir montre un rendement de 22 %, légèrement supérieur à celui du sésame blanc (18 %). Cette différence peut être due à des variations génétiques, à la teneur en huile entre les variétés, ainsi qu'à la maturité ou à l'origine géographique des graines. Des études antérieures, telles que celles de **Elleuch et al. (2007)**, ont également signalé une variabilité des rendements entre les différentes variétés de sésame.

Le rendement le plus faible a été observé pour le sésame blanc (18 %), ce qui reste néanmoins dans la plage des valeurs rapportées par **Friedman et al. (2014)**, où les rendements peuvent varier de 15 à 25 % selon le procédé utilisé (pression à froid vs solvant organique).

Enfin, le *Lepidium sativum* présente un rendement modéré de 20 %, ce qui peut s'expliquer par sa composition intermédiaire en lipides. Des études telles que celle de **Kumar et al. (2013)** ont mis en évidence la présence d'acides gras insaturés en quantités intéressantes, mais moindres comparées à celles du ricin.

Ces variations de rendement peuvent être influencées par plusieurs facteurs, notamment :

- La teneur en lipides intrinsèque de chaque espèce végétale.
- Les conditions de stockage des graines (humidité, température).
- Le degré de broyage avant extraction.
- Le mode d'extraction utilisé (ici la pression à froid, qui limite les pertes thermiques mais donne des rendements moindres comparés aux extractions par solvants organiques).

Le choix de la méthode d'extraction et du type de graine impacte significativement la quantité d'huile extraite. Ces données sont essentielles pour évaluer la rentabilité de l'exploitation des huiles végétales dans un contexte industriel ou thérapeutique.

#### **4.2. Résultats du analyses physico-chimiques des huiles**

Les huiles végétales obtenues à partir des quatre espèces étudiées (*Ricinus communis*, *Lepidium sativum*, *Sesamum indicum* blanc et noir) ont été soumises à plusieurs analyses physico-chimiques afin d'évaluer leur qualité, leur stabilité et leur aptitude à un usage nutritionnel ou thérapeutique. Ces paramètres incluent l'étude des caractéristiques organoleptiques, la densité, la viscosité dynamique, ainsi que les indices d'acide, de saponification, d'ester et de peroxyde.

Les résultats sont présentés dans le tableau I.

**Tableau I** : Résultats des analyses physico-chimiques des huiles végétales extraites.

Paramètre	<i>Ricinus communis</i>	<i>Lepidium sativum</i>	<i>S. indicum</i> (blanc)	<i>S. indicum</i> (noir)
Couleur	Jaune pâle	Jaune clair	Jaune doré	Jaune foncé
Odeur	Légèrement âcre	Caractéristique	Douce et légère	Plus marquée
Densité (g/mL à 20 °C)	0,957	0,925	0,918	0,930
Viscosité (comparée à l'eau)	4,8	3,5	3,2	3,7
Indice d'acide (mg KOH/g)	1,85	2,20	1,70	2,10
Pourcentage d'acidité (%)	0,92	1,10	0,85	1,05
Indice de saponification (mg/g)	188,50	192,00	196,30	195,00
Indice d'ester (mg KOH/g)	186,65	189,80	194,60	192,90
Indice de peroxyde (meq O <sub>2</sub> /kg)	5,30	6,20	4,85	5,95

#### 4.2.1. Caractéristiques organoleptiques

Les huiles obtenues se présentent sous forme liquide à température ambiante, avec des couleurs allant du jaune pâle au jaune doré. L'huile de *Ricinus communis* est visqueuse, incolore à jaune clair, avec une odeur caractéristique, tandis que celles de *Sesamum indicum* sont dorées, avec une odeur légèrement noisettée, typique des huiles pressées à froid. Ces observations sont en accord avec celles de **Shahidi et al. (2006)** et **Dachtler et al. (2003)**, qui indiquent que les propriétés organoleptiques varient selon la variété, la méthode d'extraction et la conservation.

#### 4.2.2. Densité relative

Les densités mesurées sont comprises entre 0,918 et 0,957 g/mL à 20 °C. L'huile de ricin a montré la densité la plus élevée, ce qui est cohérent avec sa teneur en acide ricinoléique (90 %) connu pour conférer une masse volumique plus importante (Ogunniyi, 2006). Des densités similaires ont été rapportées par Codex Alimentarius (FAO/OMS, 2019) pour des huiles de qualité alimentaire.

#### 4.2.3. Estimation de la viscosité dynamique

L'huile de *Ricinus communis* présente la viscosité dynamique la plus élevée (4,80 fois celle de l'eau), en raison de sa forte proportion d'acide ricinoléique, qui confère à l'huile une texture épaisse (Ogunniyi, 2006 ; Gunstone *et al.*, 2007). Les huiles de *Lepidium sativum* et de *Sesamum indicum* sont plus fluides, avec des viscosités de 3,20 à 3,70. Ce paramètre est particulièrement utile en formulation pharmaceutique et cosmétique.

#### 4.2.4. Indice d'acide et pourcentage d'acidité

L'indice d'acide varie entre 1,70 et 2,20 mg KOH/g, correspondant à des pourcentages d'acidité de 0,85 à 1,10 %. Ces faibles valeurs témoignent d'une faible hydrolyse des triglycérides et indiquent une bonne qualité des huiles (Kirk & Sawyer, 1991). Selon les normes du Codex Alimentarius (FAO, 2019), une huile comestible doit présenter un indice d'acide inférieur à 4 mg KOH/g. Nos résultats confirment ainsi la fraîcheur des huiles obtenues.

#### 4.2.5. Indice de saponification (IS)

L'indice de saponification reflète la moyenne pondérée des masses molaires des acides gras constituant les triglycérides. Nos huiles présentent des IS entre 188,5 et 196,3 mg KOH/g, avec les huiles de *Sesamum indicum* légèrement supérieures. Ces résultats sont comparables à ceux rapportés par Nyam *et al.* (2009) et Gunstone *et al.* (2007), et suggèrent que les huiles sont adaptées à la fabrication de savons et de produits cosmétiques.

#### 4.2.6. Indice d'ester (IE)

L'indice d'ester, obtenu par soustraction de l'indice d'acide à l'indice de saponification, varie entre 186,65 et 194,60 mg KOH/g. Il représente la proportion des acides gras sous forme estérifiée, donc non libre. Une valeur élevée témoigne d'une huile peu hydrolysée et stable, comme observé chez nos extraits (**Raihan et al., 2015**).

#### **4.2.7. Indice de peroxyde (IP)**

Les indices de peroxyde mesurés sont inférieurs à 10 meq O<sub>2</sub>/kg (entre 4,85 et 6,20), ce qui indique que les huiles sont peu oxydées. Une valeur élevée de cet indice traduirait une oxydation lipidique avancée. Selon ISO 3960:2017 et les normes **FAO (2019)**, les huiles doivent avoir un IP inférieur à 10 meq O<sub>2</sub>/kg pour garantir leur stabilité. Nos résultats indiquent donc que les huiles ont été bien conservées et n'ont pas subi d'oxydation importante.

Les paramètres physico-chimiques des huiles extraites suggèrent une bonne qualité globale, aussi bien en termes de stabilité oxydative qu'en termes d'aptitude à l'usage cosmétique ou alimentaire. L'huile de *Ricinus communis* se distingue par sa viscosité et sa densité, tandis que les huiles de *Sesamum indicum* montrent de bonnes performances chimiques et une stabilité oxydative appréciable.

### **4.3. Évaluation de l'activité antibactérienne des huiles végétales par la méthode des disques**

L'activité antibactérienne des huiles végétales extraites de *Ricinus communis*, *Lepidium sativum*, *Sesamum indicum* (variétés blanche et noire) a été évaluée par la méthode de diffusion sur disque contre quatre souches microbiennes de référence :

- *Escherichia coli* (Gram -),
- *Pseudomonas aeruginosa* (Gram -),
- *Staphylococcus aureus* (Gram +),
- *Candida albicans* (levure).

Le tableau I résume les diamètres des zones d'inhibition (mm ± écart-type) obtenus.

**Tableau II** : Activité antibactérienne des huiles végétales (100 %) par la méthode des disques.

Huile végétale	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Escherichia coli</i>	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	<i>Candida albicans</i>
<i>Ricinus communis</i>	15,50 ± 0,71	12,00 ± 0,00	18,00 ± 1,41	-
<i>Lepidium sativum</i>	14,00 ± 0,00	28,50 ± 0,71	20,50 ± 0,71	-
<i>S. indicum (blanc)</i>	13,00 ± 0,71	13,50 ± 0,71	17,50 ± 0,71	-
<i>S. indicum (noir)</i>	14,50 ± 0,71	30,50 ± 0,71	13,50 ± 0,71	-
CLT30 µg (réf.)	19,50 ± 0,00	10,13 ± 0,00	11,00 ± 0,00	-

#### a. Contre *Staphylococcus aureus*

Toutes les huiles végétales ont montré une **activité modérée** contre cette bactérie Gram positive. L'huile de *Ricinus communis* a présenté la meilleure activité (15,5 ± 0,71 mm), suivie de celle de *S. indicum noir* (14,5 ± 0,71 mm). Bien que ces résultats soient prometteurs, ils demeurent inférieurs à l'effet du chloramphénicol (CLT30 µg, 19,5 mm), utilisé comme antibiotique de référence. Cela suggère une certaine efficacité, probablement liée à la présence de composés phénoliques, acides gras insaturés et composés terpéniques (Burt, 2004 ; Nazzaro et al., 2013).

#### b. Contre *Escherichia coli*

Les résultats sont particulièrement remarquables, notamment pour *Lepidium sativum* (28,5 mm) et *S. indicum noir* (30,5 mm), qui surpassent largement l'effet du chloramphénicol (10,13 mm). Ces deux huiles montrent une forte activité contre les bactéries Gram -, ce qui est souvent plus difficile à obtenir en raison de leur membrane externe protectrice. L'efficacité élevée peut être attribuée à la richesse en composés bioactifs hydrophobes, capables de désorganiser la bicouche lipidique bactérienne (Sharifi-Rad et al., 2017 ; Aouachria et al., 2020).



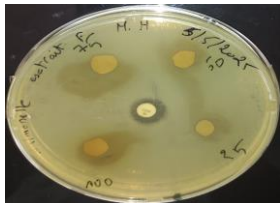



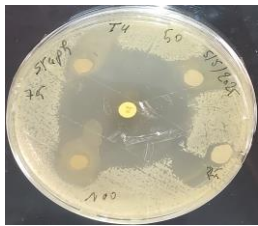





#### c. Contre *Pseudomonas aeruginosa*

Cette souche est bien connue pour sa résistance naturelle aux antibiotiques classiques. Pourtant, *Lepidium sativum* (20,5 mm) et *Ricinus communis* (18 mm) montrent ici une activité antibactérienne significative, supérieure à celle du CLT30 (11 mm).

Ces résultats indiquent que certaines huiles végétales possèdent des composés efficaces contre les pathogènes multirésistants (Kerekes *et al.*, 2019 ; Nazzaro *et al.*, 2013).

**d. Contre *Candida albicans***

L'absence d'effet inhibiteur observable contre *Candida albicans* suggère que les huiles végétales testées ne contiennent pas, ou en quantité insuffisante, de composés capables d'exercer une activité antifongique directe sur cette levure pathogène opportuniste.

	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Escherichia coli</i>	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>
<i>Ricinus communis</i>			
<i>Lepidium sativum</i>			
<i>S. indicum (blanc)</i>			
<i>S. indicum (noir)</i>			

**Figure 15 :** Activité antibactérienne des huiles étudiées.

# *Conclusion*

## Conclusion

Les résultats obtenus dans le cadre de ce travail de recherche ont permis de mettre en évidence le potentiel physico-chimique et antimicrobien des huiles végétales extraites de quatre espèces : *Ricinus communis*, *Lepidium sativum*, *Sesamum indicum* (variétés blanche et noire).

D'un point de vue physico-chimique, les analyses menées ont révélé que ces huiles présentent des caractéristiques variées en termes de densité, viscosité, indices d'acidité, de saponification et de peroxyde, traduisant leur diversité biochimique. Ces paramètres constituent des indicateurs importants de la qualité et de la stabilité des huiles, ainsi que de leur aptitude potentielle à des applications pharmaceutiques, alimentaires ou cosmétiques.

Sur le plan biologique, les essais d'évaluation de l'activité antimicrobienne ont démontré que ces huiles possèdent une action inhibitrice variable selon la souche testée et la concentration appliquée. Les résultats ont montré que :

- *Staphylococcus aureus* (bactéries Gram-positives) était généralement plus sensible aux huiles testées, avec des zones d'inhibition notable, en particulier aux concentrations les plus élevées ;
- *Escherichia coli* et *Pseudomonas aeruginosa* (bactéries Gram-négatives) ont présenté une résistance plus marquée, bien que certaines huiles, notamment celles de *Ricinus communis*, aient montré une activité intéressante ;
- l'activité antifongique contre *Candida albicans* était relativement modeste, confirmant la nécessité d'approfondir les investigations en utilisant d'autres concentrations ou d'autres méthodes d'extraction.

Ces observations confirment que les huiles végétales constituent des sources prometteuses de composés bioactifs naturels, susceptibles de contribuer au développement d'alternatives aux antimicrobiens conventionnels. Elles rejoignent ainsi une tendance actuelle de valorisation des ressources phytogénétiques locales, dans une perspective de lutte contre l'antibiorésistance et de promotion de produits naturels plus sûrs et durables.

Toutefois, ces résultats préliminaires méritent d'être consolidés par des recherches complémentaires, portant notamment sur :

- l'isolement et la caractérisation des principes actifs responsables de l'activité antimicrobienne ;
- l'évaluation de la cytotoxicité et de l'innocuité des huiles testées ;
- la réalisation d'études comparatives incluant d'autres agents pathogènes et d'autres techniques d'extraction ou de formulation ;
- la mise en place d'essais in vivo pour confirmer l'efficacité et la tolérance de ces huiles en conditions réelles.

En définitive, ce mémoire contribue à enrichir les connaissances sur le potentiel thérapeutique des huiles végétales étudiées et ouvre des perspectives de valorisation scientifique et industrielle de ces plantes, en réponse aux défis sanitaires actuels.