



# CARACTERISATION PHYSICO-CHIMIQUE ET EVALUATION DE L'ACTIVITE ANTIBACTERIENNE DE QUELQUES ECHANTILLONS DE L'HUILE D'OLEASTRE ALGERIENNE

Dr. S. IBOUKHOULEF<sup>1</sup>, S. KOUSSA<sup>2</sup>, N. HARRACHE<sup>3</sup>, K. MOUZAOUÏ<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Maitre assistante en hydro bromatologie, département de pharmacie, faculté de médecine de Tizi Ouzou UMMTO.

<sup>2,3,4</sup>Laboratoire d'hydro bromatologie, département de pharmacie, faculté de médecine de Tizi Ouzou UMMTO.

Contact : [bensabrinaph@yahoo.fr](mailto:bensabrinaph@yahoo.fr), [sarah.koussa@fm.ummtto.dz](mailto:sarah.koussa@fm.ummtto.dz), [nassia.harrache@fm.ummtto.dz](mailto:nassia.harrache@fm.ummtto.dz), [kamilia.mouzaoui@fm.ummtto.dz](mailto:kamilia.mouzaoui@fm.ummtto.dz)

## RESUME

Dans un contexte où la médecine traditionnelle et naturelle prend de plus en plus d'importance, et où les antibiotiques conventionnels montrent leurs limites face à la résistance croissante des microorganismes, cette étude vise à contribuer à la valorisation de l'huile d'oléastre en examinant les caractéristiques physico-chimiques (acidité, indice de peroxyde, absorbance dans l'ultra-violet (UV), teneur en chlorophylle et caroténoïdes, teneur en composés phénoliques, indice de réfraction, densité et le profil organoleptique) selon les méthodes du Conseil Oléicole International (COI), et en évaluant l'activité antibactérienne (test de sensibilité, concentrations minimales inhibitrices (CMI) et concentrations minimales bactéricides (CMB) par méthode de micro dilution en puits) des quatre échantillons d'huile d'oléastre algérienne (Olea 1, Olea 2, Olea 3, Olea 4) collectés lors des campagnes oléicoles 2021/2022 et 2022/2023 provenant des régions de Tizi Ouzou et de Boumerdes. Les résultats obtenus révèlent que les Olea 1, 2 et 3 sont classées dans la catégorie des huiles d'olive vierges lampantes et l'Olea 4 dans la catégorie des huiles d'olives vierges courantes. Les huiles d'oléastre analysées sont classées dans la catégorie des huiles à faible teneur en composés phénoliques. Le profil organoleptique a montré une certaine biodiversité. L'activité antibactérienne la plus prononcée a été observée vis-à-vis de *Staphylococcus aureus*, alors que la bactérie *Pseudomonas aeruginosa* s'est révélée complètement résistante. Un seul échantillon a présenté une sensibilité aux souches bactériennes d'*Escherichia coli*. Les CMI rapportées dans cette étude varient entre 114 et 229 mg/ml tandis que les valeurs des CMB démontrent un effet bactéricide sur les souches de *Staphylococcus aureus* et *Escherichia coli*. Les résultats obtenus révèlent que les huiles d'oléastre testées possèdent une activité antimicrobienne et par conséquent constituent une alternative naturelle prometteuse pour être utilisées dans l'industrie pharmaceutique et agroalimentaire.

**Mots clés :** Huile d'oléastre, analyse physico-chimique, polyphénols, activité antibactérienne.

## ABSTRACT

In a context where traditional and natural medicine is gaining importance and conventional antibiotics are showing limitations due to the increasing microbial resistance, this study aims to contribute to the valorization of wild olive oil by examining the physicochemical characteristics (acidity, peroxide value, UV absorbance, pigment content, phenolic compounds, refractive index, density, and organoleptic profile) according to the International Olive Council methods, and evaluating the antibacterial activity (sensitivity testing, MIC and MBC by microdilution method) of four samples of Algerian wild olive oil (Olea 1, Olea 2, Olea 3, Olea 4) collected during the 2021/2022 and 2022/2023 olive seasons from the regions of Tizi Ouzou and Boumerdes. The results reveal that Olea 1, 2, and 3 are classified as lampante virgin olive oils and Olea 4 as ordinary virgin olive oil. The analyzed olive oils are categorized as oils with low phenolic compound content. The organoleptic profile shows some biodiversity. The most pronounced antibacterial activity was observed against *S. aureus*, while *P. aeruginosa* exhibited complete resistance. Only one sample showed sensitivity to *E. coli* strains. The reported MIC values in this study range from 114 to 229 mg/mL, while the MBC values demonstrate a bactericidal effect against *S. aureus* and *E. coli* strains. The results indicate that the tested wild olive oils possess antimicrobial activity and therefore represent a promising natural alternative for use in the pharmaceutical and agri-food industries.

**Keywords:** Wild olive oil, physicochemical analysis, polyphenols, antibacterial activity.

## INTRODUCTION

L'olivier (*Olea europaea* L.) est l'un des arbres les plus répandus du bassin méditerranéen. Actuellement six sous-espèces d'oliviers sont reconnues sur la base de leurs caractéristiques morphologiques et de leur répartition géographique : *subsp. cuspidata*, *subsp. laperrinei*, *subsp. maroccana*, *subsp. guanchica*, *subsp. cerasiformis* et *subsp. europaea*.

La sous-espèce *europaea* est uniformément répartie dans l'ensemble de la région méditerranéenne et se divise en deux variétés distinctes : l'olivier cultivé (*var. europaea*) et l'olivier sauvage ou oléastre (*var. sylvestris*). Ainsi, selon la classification botanique, l'olivier cultivé et l'oléastre sont considérés comme deux variations de l'*Olea europaea subsp. europaea* (1). Les techniques de propagation diffèrent entre les deux variétés : les oliviers cultivés sont généralement multipliés par greffage, tandis que l'oléastre se reproduit naturellement grâce à la dissémination par le vent et les oiseaux. Outre ces méthodes de reproduction distinctes, d'autres différences peuvent être observées : les oléastres se caractérisent par des feuilles plus petites, des fruits présentant un rapport pulpe/endocarpe plus faible et une teneur en matières grasses plus réduite, une période de croissance juvénile prolongée, ainsi qu'une meilleure capacité à survivre dans des environnements difficiles (2, 3). Cette distinction a suscité un intérêt croissant pour la caractérisation des huiles d'oléastre, notamment en Algérie, où les oliveraies sont abondantes.

Au cours des six dernières décennies, l'antibiorésistance a connu une augmentation significative à l'échelle mondiale, posant ainsi un défi croissant dans le traitement des maladies infectieuses. Cette résistance accrue aux antibiotiques limite l'efficacité des traitements conventionnels et constitue une préoccupation majeure pour la santé publique (4, 5). Face à cette problématique, les chercheurs se sont tournés vers

des solutions alternatives, en explorant notamment les produits naturels dans l'espoir de trouver de nouvelles options thérapeutiques. Parmi ces alternatives, l'huile d'oléastre s'est montrée intéressante en raison de ses propriétés thérapeutiques et antibactériennes prometteuses. Cette huile est perçue comme une alternative prometteuse dans la lutte contre les maladies infectieuses, offrant de nouvelles perspectives pour le domaine médical (6).

La caractérisation physico-chimique de l'huile d'oléastre algérienne permet de comprendre sa composition chimique, sa stabilité, ses propriétés organoleptiques et ses valeurs nutritionnelles. Ces informations sont essentielles pour évaluer la qualité de l'huile et garantir sa sécurité alimentaire et son authenticité, conformément aux normes établies par le Conseil Oléicole International et le Codex Alimentarius.

Malgré les nombreuses recherches réalisées sur les huiles d'oléastre, la plupart se sont principalement focalisées sur leurs propriétés antioxydantes, laissant peu de place à l'étude de leurs effets antibactériens (2, 7).

Cette présente étude vise à contribuer à la valorisation de l'huile d'oléastre en examinant ses caractéristiques physico-chimiques et son activité antibactérienne potentielle. Les résultats obtenus contribueront à une meilleure compréhension de ces huiles particulières et faciliteront le développement des pratiques de production et de contrôle de qualité adaptées aux normes internationales.

## I. MATERIELS ET METHODES

Cette étude expérimentale a porté sur quatre échantillons d'huile oléastre algérienne, connue sous le nom vernaculaire de « Ahachadh ». Les échantillons étudiés ont été collectés lors des campagnes oléicoles 2021/2022 et 2022/2023 dans les régions de Tizi Ouzou et Boumerdes.

Les échantillons (**Olea 1**, Décembre 2022) et (**Olea 2**, Décembre 2022) ont été récupérés directement chez les propriétaires des huileries traditionnelles de la Wilaya de Boumerdès, commune de Thénia et commune de Bouzegza Keddara respectivement. Les deux autres (**Olea 3**, Février 2022) et (**Olea 4**, Février 2023) proviennent d'une huilerie semi-traditionnelle de la Wilaya de Tizi Ouzou, commune de Boghni qui utilise la méthode de pression à froid dans son processus de travail. Le travail a été réalisé au laboratoire d'hydro bromatologie de la faculté de médecine de Tizi Ouzou.

Les échantillons collectés ont été conservés dans des bouteilles en verre propres, bien remplies, hermétiquement fermées, étiquetées et gardées à l'abri de la lumière, à une température ambiante.

Les quatre échantillons ont été soumis à une caractérisation de leurs propriétés physico-chimiques et organoleptiques ainsi qu'à une évaluation de leur potentiel en tant qu'agents antibactériens.

## 1. Analyses physico-chimiques

- **L'analyse de l'acidité libre** a été effectuée selon la méthode d'analyse décrite dans le règlement **CEE/2568/91** de la Commission de l'Union européenne.

L'acidité a été déterminée par la mise en solution d'une prise d'essai de 1 g d'huile d'oléastre dans 75 ml d'éthanol 95°. Le mélange a été titré par une solution d'hydroxyde de potassium 0,1N en présence de phénolphthaléine comme indicateur coloré (8).

- **L'indice de peroxyde (IP)** a été établi selon la méthode d'analyse décrite dans le règlement **CEE/2568/91** relatif aux caractéristiques des huiles d'olive et des huiles de grignons d'olive de la Commission de l'Union européenne.

Ce paramètre, exprimé en milliéquivalents d'oxygène actif par kilogramme de matière grasse, a été déterminé comme suit : 2 g d'huile

d'oléastre sont dissous dans un mélange de 15 ml d'acide acétique et 10 ml de chloroforme, 1 ml d'une solution d'iodure de potassium est additionné au mélange. Ce dernier est placé à l'obscurité pendant 5 min à une température comprise entre 15 et 25 °C. Ensuite, 75 ml d'eau distillée et 1 ml d'une solution d'empois d'amidon sont ajoutés (apparition d'une couleur violette). Le mélange obtenu est titré par une solution de thiosulfate de sodium à 0.01N, jusqu'à la disparition de la couleur violette.

Un essai à blanc est réalisé dans les mêmes conditions sans l'utilisation de corps gras (8).

### - L'examen spectrophotométrique dans l'UV

L'absorbance, exprimée en tant qu'extinction spécifique, a été déterminée. Selon les normes du règlement **CEE/2568/91** équivalent à la méthode **COI (2019)** : Une prise de 0,25 g de l'huile est introduite dans une fiole de 25 ml puis complétée au trait de jauge avec du cyclohexane. Les absorbances des échantillons sont déterminées aux longueurs d'ondes 232 nm, 270 nm.

Pour la variation de l'extinction spécifique ( $\Delta E$ ), l'absorbance pour les échantillons de l'huile d'oléastre a été mesurée aux longueurs d'onde 266 nm, 270 nm et 274 nm (8, 9).

Les valeurs d'extinctions spécifiques à 232 nm et 270 nm et le  $\Delta E$  (la variation de l'extinction spécifique qui est la différence d'absorption à 270 nm et 266 nm) sont calculées comme suit :

$$E = A_{\lambda} / C \times S$$

$A_{\lambda}$  : Absorbance mesurée à la longueur d'onde ( $\lambda$ ).

$C$  : Concentration en g/100 ml de la solution.

$S$  : Chemin optique (1 cm).

$$\Delta E = E_{270} - ((E_{266} + E_{274}) / 2)$$

$E_{270}$  : Extinction spécifique à la longueur d'onde d'absorbance maximale 270 nm.

$E_{266}$  : Extinction spécifique à 266 nm.

$E_{274}$  : Extinction spécifique à 274 nm.

- **La détermination de la teneur en pigments chlorophylliens et caroténoïdes** dans l'huile d'oléastre a été effectuée selon la méthode décrite par **Borello et Domenici**, qui consiste à mesurer les absorbances par spectrophotométrie dans le domaine du visible aux longueurs d'onde 670 nm pour les chlorophylles et 470 nm pour les caroténoïdes : Une prise de 7,5 g de l'échantillon est introduite dans une fiole de 25 ml puis complétée au trait de jauge avec du cyclohexane. Les absorbances sont déterminées après avoir rempli la cuve en quartz et en employant comme référence le solvant utilisé (10).

Les teneurs en pigments ont été déterminées par les formules suivantes :

$$\text{Chlorophylles (ppm)} = (A_{670} * 10^6) / (E_0' * 100 * L)$$

$$\text{Caroténoïdes (ppm)} = (A_{470} * 10^6) / (E_0 * 100 * L)$$

$A_{470}$  : Absorbance à la longueur d'onde 470 nm.

$A_{670}$  : Absorbance à la longueur d'onde 670 nm.

$E_0$  : Coefficient d'extinction spécifique de la lutéine (composant majeur des caroténoïdes), égale à 2000.

$E_0'$  : Coefficient d'extinction spécifique de la phéophytine (composant principal de la fraction chlorophyllienne), égale à 613.

$L$  : Longueur de la cuve en centimètre (1 cm).

- **L'analyse des composés phénoliques totaux** a été déterminée selon la méthode préconisée par **Singleton et al.** qui utilise le réactif Folin Ciocalteu. Ce réactif réagit en milieu alcalin avec les polyphénols pour donner une couleur bleue dont l'absorption est mesurée à 760 nm. Cette coloration est proportionnelle à la quantité de phénols présente dans l'huile (11, 12).

- **Extraction des polyphénols totaux :**

Une prise d'essai de 10 g d'huile d'oléastre et 10 ml de solution méthanolique (méthanol/eau 80/20, v/v) sont placés dans un tube à centrifuger. Après agitation et centrifugation pendant 15 min à 3800 rpm, le surnageant contenant les polyphénols

est récupéré dans une fiole jaugée de

50 ml. L'opération est reproduite 2 fois puis complétée par l'ajout de la solution méthanolique jusqu'au trait de jauge.

- **Dosage absorptiométrique Folin Ciocalteu :**

Un volume de 2 ml de chaque extrait méthanolique (dilué au 1/10) est introduit dans un tube à essai, puis 10 ml de réactif Folin-Ciocalteu (dilué au 1/10) sont ajoutés. Après 2 min de repos, 8 ml de carbonate de sodium (7,5 %) sont ajoutés pour un volume final de 20 ml. Un essai à blanc est réalisé simultanément.

Une courbe d'étalonnage établie dans les mêmes conditions avec différentes concentrations de l'acide gallique a été utilisée pour déterminer la concentration en composés phénoliques. L'équation de régression de la courbe d'étalonnage et la valeur d'absorbance à 760 nm de la solution analysée, mesurée à l'aide d'un spectrophotomètre UV-Visible, ont été utilisées pour déterminer la teneur en composés phénoliques. Les résultats sont exprimés en milligrammes équivalent d'acide gallique par kilogramme d'huile d'oléastre (mg EAG/kg d'huile) (12).

- **La densité relative** a été mesurée à l'aide d'un pycnomètre à une température de 20°C (13).

Les résultats sont exprimés selon la formule suivante :

$$D_{20}^{20} = (M_2 - M_0) / (M_1 - M_0)$$

$M_0$  : Masse du pycnomètre vide (g).

$M_1$  : Masse du pycnomètre rempli d'eau distillée (g).

$M_2$  : Masse du pycnomètre rempli d'huile (g).

- **L'indice de réfraction** des différents échantillons de l'huile d'oléastre a été déterminé selon la norme ISO/6320 (2017).

Pour effectuer la mesure, un réfractomètre ABBE a été étalonné en utilisant de l'eau distillée dont l'indice de réfraction est de 1,33. Ensuite, la lame du réfractomètre a été soigneusement nettoyée.

Une goutte d'huile d'oléastre a été déposée sur la lame, et le cercle de la chambre sombre et clair a été ajusté à mi-chemin. Les résultats ont ensuite été lus et corrigés en prenant en compte la température ambiante (14).

## 2. Analyse organoleptique

L'analyse organoleptique a été réalisée par un jury composé de 07 membres : les deux ingénieurs de laboratoire hydro-bromatologie, la promotrice maître assistante en hydro-bromatologie ainsi que des étudiants en pharmacie. Cette analyse portait sur les critères représentatifs de la qualité de l'huile d'oléastre (Gout, odeur, couleur, aspect).

La dégustation a été faite à une température ambiante dans des verres transparents d'une taille moyenne pour que la couleur de l'huile n'influence pas la perception du dégustateur.

Les dégustateurs ont noté leurs observations pour chaque échantillon de l'huile d'oléastre en tenant compte des attributs positifs (fruité, amer, piquant) et des attributs négatifs (chômé, moisi- humide, lies, vineux-vinaigré, métallique, rance) décrits par le règlement **CE/640/2008** (15).

## 3. Etude de l'activité antibactérienne

La partie expérimentale a été réalisée au laboratoire de Microbiologie du CHU de Tizi Ouzou.

L'évaluation de l'effet antibactérien des échantillons de l'huile d'oléastre a été faite sur des souches de référence de l'American Type Culture Collection (ATCC) fournies par le laboratoire de microbiologie, de la faculté des sciences biologiques et sciences agronomiques de l'Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou, après avoir été purifiées et identifiées : *Escherichia coli* (ATCC 25923), *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27851) qui sont des bactéries à gram négatif et *Staphylococcus aureus* (ATCC 25922), une bactérie à gram positif.

Les souches ont été sélectionnées en fonction de leur pouvoir pathogène pour l'Homme.

### - Revivification des souches bactériennes

Les souches bactériennes de référence ont étéensemencées à l'aide d'une anse en platine stérile dans des tubes à essai contenant 5 ml du Bouillon cœur-cerveille (BHIB). Ils sont par la suite incubés à 37°C pendant 24 à 48 heures.

### - Isolement des bactéries

Le repiquage a été fait par ensemencement en stries sur des boîtes de pétri contenant des milieux sélectifs permettant l'isolement et la différenciation des bactéries : la gélose Hektoen pour *Escherichia coli* et *Pseudomonas aeruginosa*, et la gélose Chapman pour *Staphylococcus aureus*. Les boîtes sont incubées à 37°C pendant 24 heures.

### - Vérification des souches microbiennes

Une coloration différentielle de Gram a été réalisée sur des frottis préparés à partir de quelques colonies prélevées des milieux d'isolement. L'observation microscopique est effectuée dans le but de déterminer la forme, la taille, le mode d'agencement des cellules et le type de Gram.

### - Standardisation de l'inoculum

La densité de l'inoculum est un facteur qui contribue de manière significative à la qualité du résultat de l'activité antibactérienne, d'où la nécessité de standardiser l'inoculum bactérien.

À partir d'une culture pure et fraîche des bactéries à tester, quelques colonies bien isolées et parfaitement identiques sont raclées à l'aide d'une anse de platine stérile, puis déchargées dans 5 ml d'eau physiologique stérile à 0.9 %. Après homogénéisation au vortex, la densité de la suspension bactérienne est vérifiée à l'aide d'un densitomètre afin d'avoir une opacité équivalente à 0.5 Mc Farland standardisé. L'ensemencement de l'inoculum doit se faire dans les 15 min suivant sa préparation (16).

### - Réalisation de l'antibiogramme

L'évaluation in vitro des huiles d'oléastre étudiées

a été réalisée en utilisant la méthode de diffusion sur gélose selon les recommandations de CLSI (Clinical and Laboratory Standards Institute) afin de mettre en évidence leur éventuelle activité antibactérienne.

Des boîtes de Pétri contenant 15 ml du milieu Muller Hinton (MH) sont solidifiées et séchées à une température de 25 °C pendant au moins 30 min. Elles sont par la suiteensemencées uniformément, à l'aide d'un écouvillon en coton stérile trempé dans la solution standardisée de l'inoculum puis essoré sur la paroi interne du tube afin de le décharger au maximum.

La gélose de Mueller Hinton est régulièrement écouvillonnée de haut en bas en stries serrées en tournant la boîte de pétri 3 fois de 60° jusqu'à ensemencement de la totalité de la surface. Des disques de papier Whatman de 6 mm de diamètre préalablement stérilisés à l'autoclave à 120°C pendant 15 minutes sont déposés à l'aide d'une pince stérile sur la surface des boîtes de pétri ensemencées par les souches à tester.

Chaque disque est imprégné à l'aide d'une micropipette d'un volume de 10 µl de l'huile d'oléastre pure et d'une série de dilutions préparées dans le diméthylsulfoxyde (DMSO) (Huile d'Oléastre diluée au ¼, au ½, au ¾). Le choix du solvant utilisé a été déterminé en raison de la non miscibilité des huiles végétales à l'eau (17).

Des disques imprégnés de 10 µl de DMSO et d'un antibiotique de référence (Vancomycine pour les souches de Staphylocoque, Colistine pour les bacilles Gram négatif), servant respectivement de témoin négatif et de témoin positif, ont aussi été déposés sur la surface de la gélose inoculée.

Les boîtes sont fermées et laissées à une température ambiante pendant 2 heures, afin de permettre la diffusion des substances actives. Elles sont par la suite incubées à 37 °C pendant 18-24 heures.

Les manipulations sont répétées 3 fois pour chaque test (16-21).

#### **- Détermination de la concentration minimale inhibitrice (CMI)**

La CMI correspond à la plus faible concentration de l'huile pour laquelle le micro-organisme testé ne montre aucune croissance appréciable à l'œil nu. Les CMI sont déterminées par la méthode de micro dilution en puits, en utilisant des microplaques stériles contenant 96 puits.

Les échantillons de l'huile d'oléastre ont été dissous dans le DMSO pour obtenir une concentration de la solution mère de 458 mg/ml : Un volume de 100 µl de chaque échantillon de l'huile pure et 100 µl du DMSO ont été ajoutés et mélangés dans le premier puits. 50 µl de la solution du premier puits ont été utilisés pour réaliser des dilutions en série en aval dans 09 puits consécutifs, chacun contenant déjà 50 µl du bouillon Muller Hinton.

En parallèle, des contrôles appropriés ont été utilisés comme témoins positifs et négatifs : Le témoin négatif consiste en un mélange du bouillon MH et de l'huile, alors que le témoin positif est la mixture de la suspension bactérienne et le bouillon MH. Un volume de 50 µl de l'inoculum microbien est ajouté aux différentes concentrations de la série de dilutions.

Le contenu de chaque puits a été soigneusement mélangé avec une micropipette et les microplaques ont été incubées à 37°C pendant 18-24 heures.

#### **- Détermination de la concentration minimale bactéricide (CMB)**

La CMB correspond à la plus faible concentration capable de détruire 99,99 % de l'inoculum. A partir des puits n'ayant montré aucune croissance microbienne visible à l'œil nu lors de l'étude de la CMI, un volume de 5 µl est prélevé puis étalé à l'aide d'une pipette pasteur stérile sur une gélose nutritive. La plus faible concentration pour laquelle aucune colonie microbienne n'est observée après incubation à 37 °C pendant 24 heures correspond à la concentration minimale bactéricide (17).

## II. RÉSULTATS :

### 1. Analyses physico-chimiques

Les résultats obtenus de la détermination des propriétés physicochimiques des 04 échantillons d'huile d'oléastre étudiés sont reportés dans le tableau 1.

Les teneurs en chlorophylles et en caroténoïdes totaux des huiles d'oléastre sont présentées dans la figure 1.

La figure 2 montre la répartition des échantillons selon la teneur en composés phénoliques totaux.

### 2. Analyse organoleptique

L'évaluation sensorielle des échantillons **Olea 1**, **Olea 2**, **Olea 3** et **Olea 4** a permis de décrire des profils aromatiques et gustatifs divers des huiles d'oléastre. L'ensemble des résultats obtenus est présenté dans le tableau 2.

### 3. Activité antibactérienne

L'étude de l'activité antibactérienne in vitro des échantillons de l'huile d'oléastre face aux trois souches testées, a été révélée par l'apparition d'une zone d'inhibition autour du disque imprégné de l'huile à différentes concentrations. La mesure des diamètres des zones d'inhibition a permis d'estimer le degré de sensibilité des bactéries vis-à-vis des huiles d'oléastre étudiées : résistant (-) pour les diamètres inférieurs à 8 mm, sensible (+) pour les diamètres de 9 à 14 mm, très sensible (++) pour les diamètres de 15 à 19 mm et extrêmement sensible (+++) pour les diamètres supérieurs à 20 mm. Les résultats respectifs des diamètres des zones d'inhibition, des CMI et des CMB en mg/ml des différentes huiles testées sont regroupés dans les tableaux 3 et 4 et la figure 4.

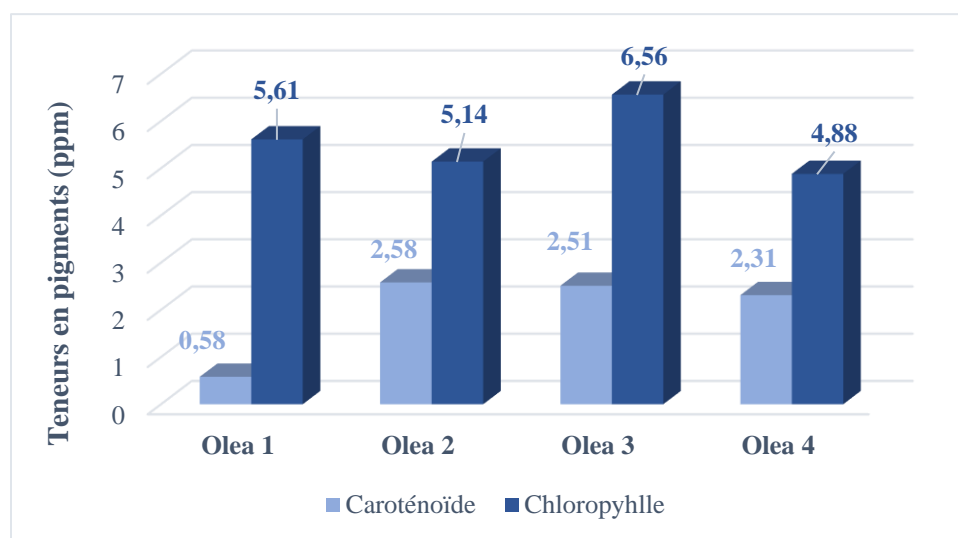
**Tableau 1 :** Caractéristiques physico-chimiques des huiles d'oléastre étudiées (Olea 1, Olea 2, Olea 3, Olea 4).

	<b>Olea 1</b>	<b>Olea 2</b>	<b>Olea 3</b>	<b>Olea 4</b>	<b>Normes</b>
<b>Acidité (% m/m exprimée en acide oléique)</b>	4,74	3,62	3,38	2,23	$\leq 3,3^{(1)}$
<b>Indice de peroxyde (mEq d'O<sub>2</sub> actif/ Kg)</b>	24,37	13,93	57,7	7,46	$\leq 20^{(2)}$
<b>Extinction spécifique E<sub>232</sub></b>	0,14	0,12	2,67	0,18	$\leq 2,60^{(2)}$
<b>Extinction spécifique E<sub>270</sub></b>	0,20	0,19	0,30	0,20	$\leq 0,25^{(2)}$
<b>Variation de l'extinction spécifique <math>\Delta E</math></b>	-0,01	0,015	-0,035	-0,005	$\leq 0,01^{(2)}$
<b>Indice de réfraction</b>	1,4666	1,4676	1,4666	1,4671	1,4677-1,4705 <sup>(3)</sup>
<b>Densité</b>	0,915	0,912	0,913	0,926	0,910-0,916 <sup>(3)</sup>

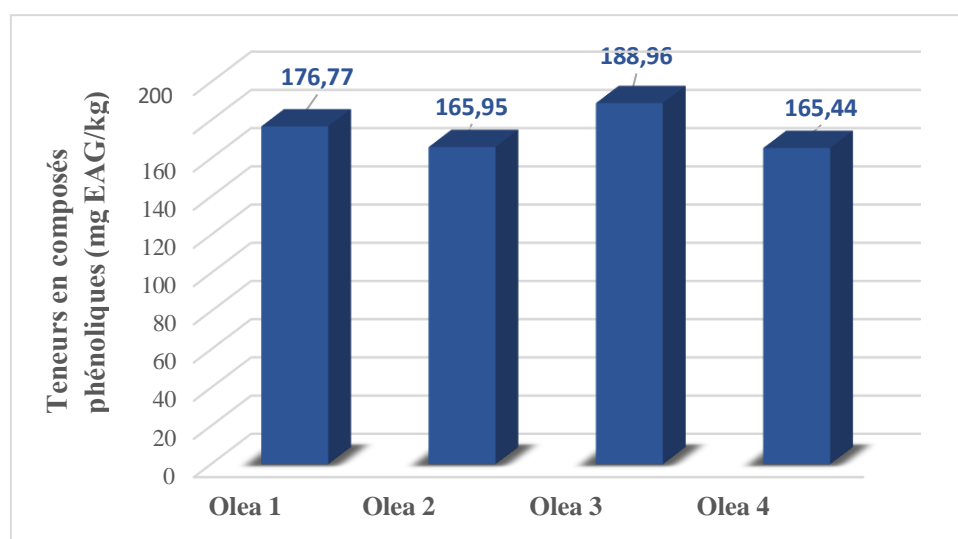
<sup>1</sup> Norme pour les huiles d'olive vierges courantes (COI 2022).<sup>2</sup> Norme pour les huiles d'olive vierges (Codex Alimentarius 2021).<sup>3</sup> (Codex Alimentarius 2021).

**Tableau 2 :** Caractérisation organoleptique des huiles d'oléastre analysées.

	<b>Olea 1</b>	<b>Olea 2</b>	<b>Olea 3</b>	<b>Olea 4</b>
<b>Gout</b>	Piquant	Chômé, Grossier	Piquant	Amer, piquant
<b>Odeur</b>	Fruitée	Chômée	Thym	Vineux-vinaigrée
<b>Couleur</b>	Jaune	Jaune	Jaune	Jaune verdâtre
<b>Aspect</b>	Limpide	Légèrement trouble	Limpide	Trouble



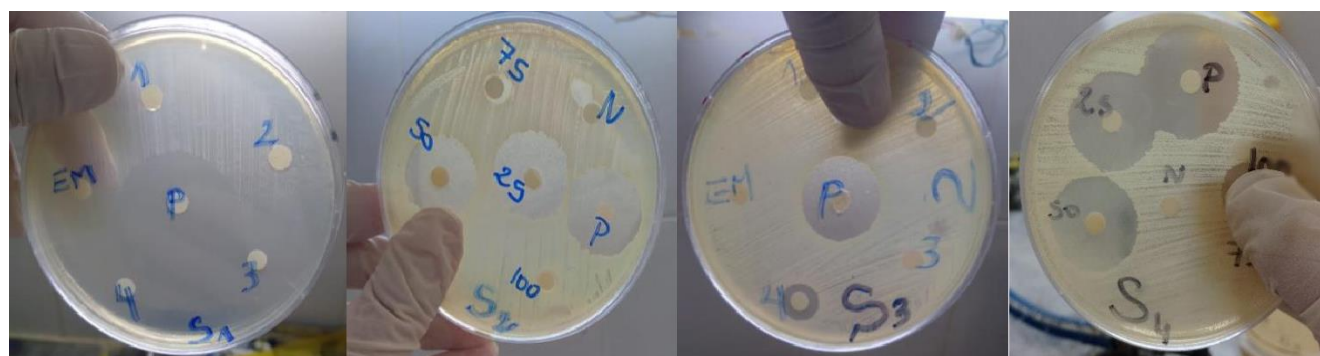
**Figure 1 :** Représentation graphique de la répartition des échantillons d'huile d'oléastre selon la teneur en pigments (Caroténoïde, chlorophylle).



**Figure 2 :** Représentation graphique de la répartition des échantillons d'huile d'oléastre selon la teneur en composés phénoliques.

**Tableau 3 :** Diamètres des zones d'inhibition et degré de sensibilité des bactéries vis-à-vis des huiles d'oléastre.

Concentration % (v/v)	25%	50%	75%	100%	Témoin positif
<i>Staphylococcus aureus</i>					Vancomycine
Olea 1	21 mm (+++)	17 mm (++)	-	-	(+++)
Olea 2	22 mm (+++)	23 mm (+++)	-	-	(+++)
Olea 3	11 mm (+)	-	-	-	(+++)
Olea 4	27 mm (+++)	18 mm (++)	-	-	(+++)
<i>Escherichia coli</i>					Colistine
Olea 1	-	-	-	-	(+++)
Olea 2	-	-	-	-	(+++)
Olea 3	18 mm (++)	-	-	-	(+++)
Olea 4	-	-	-	-	(+++)
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>					Colistine
Olea 1	-	-	-	-	(+++)
Olea 2	-	-	-	-	(+++)
Olea 3	-	-	-	-	(+++)
Olea 4	-	-	-	-	(+++)



**Figure 3 :** L'effet inhibiteur des huiles d'oléastre sur *Staphylococcus aureus*.

**Tableau 4 :** Résultats des CMI et des CMB en mg/ml des différents échantillons à l'égard des espèces bactériennes testées.

Olea 1	Olea 2		Olea 3		Olea 4		
	CMI	CMB	CMI	CMB	CMI	CMB	
<i>Staphylococcus aureus</i>	114	229	229	>458	114	229	229 >458
<i>Escherichia coli</i>	X		229 >458		X		

### III. DISCUSSION

#### 1. Analyses physico-chimiques

- **L'acidité** est considérée comme un moyen simple et efficace pour évaluer la qualité d'une huile d'olive. Elle permet de classer les huiles d'olive en vierge extra, vierge, courante et lampante. Fraîchement extraite à partir d'olives saines et selon de bonnes pratiques de trituration, l'huile d'olive présente une très faible acidité. Cependant, lors de son stockage, elle peut s'altérer par vieillissement en donnant naissance par hydrolyse des triglycérides à des acides gras, ce qui conduit à l'augmentation de l'acidité libre de l'huile d'olive.

L'analyse des échantillons étudiés (tableau 1) a révélé que l'acidité libre des huiles d'oléastre des différentes zones d'étude varie entre 2,23 % et 4,74 %.

Les résultats montrent que l'**Olea 4** a une acidité inférieure à 3,3 % respectant la limite fixée par le règlement **COI (2022)** pour les huiles d'olives vierges courantes. Les huiles **Olea 1**, **Olea 2** et **Olea 3** ont montré une acidité supérieure à 3,3 %. Selon le **COI (2022)**, elles sont classées dans la catégorie des huiles d'olive vierges lampantes (22).

Les acidités élevées obtenues avec nos échantillons peuvent être expliquées par un état de maturité avancé des fruits, un stockage prolongé et inapproprié des olives, ainsi que par d'autres processus hydrolytiques des triglycérides pouvant se produire avant, pendant ou après la trituration des olives menant à la détérioration des fruits et par conséquent l'augmentation de la teneur en acides gras libres (23, 24).

L'intervalle de l'acidité pour les huiles étudiées est de [2,24-4,74 %], une valeur nettement supérieure aux résultats retrouvés dans la Wilaya de Bejaia selon les études de **Bouarroudj et al.** et **Bouhaddi et al.** [0,20 à 0,37 %] et [0,16 à 2,98 %] respectivement (2, 25).

**Khelifi et al.** ont rapporté des valeurs similaires pour des huiles d'oléastres produites dans la région de Médéa [2,3±0,72 %] (26).

La variabilité des taux d'acidité peut être considérée comme étant le résultat d'une combinaison de facteurs : environnementaux (climat, sol, pratiques agricoles et la présence de la mouche d'olive), et génétiques induisant une adaptation et une acclimatation par l'olivier envers son environnement. Elle peut toutefois être liée au degré de maturité des olives et aux méthodes de production spécifiques à chaque région.

- **L'indice de peroxyde** détermine l'oxydation initiale d'une huile dans une analyse de qualité. Cela est dû au fait que les acides gras insaturés présents dans l'huile, lorsqu'ils entrent en contact avec l'oxygène, s'oxydent et conduisent à la formation des peroxydes, ces derniers en réagissant avec un autre acide gras insaturé, se transforment en hydro-péroxydes puis en aldéhydes, cétones et composés volatils. Ces derniers sont à l'origine de la modification de l'odeur de l'huile, lui conférant une odeur de rance. Le début d'altération d'une huile peut être mis en évidence par le dosage des peroxydes (27).

En comparant les valeurs obtenues dans le tableau 1 à ceux de la norme commerciale du **COI (2022)**, on constate que les échantillons **Olea 2** et **Olea 4** sont conformes à la norme ( $\leq 20$  mEq O<sub>2</sub>/ kg). Ces faibles valeurs de l'IP montrent que l'huile a été extraite rapidement après la récolte des olives et stockée dans des bonnes conditions (22, 28).

Cependant, les échantillons **Olea 1** et **Olea 3** présentent une valeur supérieure à la norme établie par le **COI (2022)**. Ces résultats peuvent être expliqués par une oxydation des huiles d'oléastre suite aux conditions de récoltes, aux modalités de transport et de conservation des fruits avant le broyage et pendant la transformation.

Le stockage inadapté ou prolongé des huiles, peut

être également l'une des causes d'augmentation de la valeur de ce paramètre (29).

Les valeurs des indices de peroxyde observées dans cette étude sont comparables aux indices obtenus par **Bouhaddi et al.** [4,75 à 45 mEq O<sub>2</sub>/kg]. Toutefois, les études menées par **Sait et Bouarroudj et al.** ont montré des valeurs nettement inférieures pour les huiles d'oléastre de la région de Béjaïa, soit [3,25 à 9,41 mEq O<sub>2</sub>/kg] et [3,75 à 7,25 mEq O<sub>2</sub>/kg] respectivement (2, 25, 30).

#### - Examen spectrophotométrique dans l'UV

L'oxydation d'une huile conduit à une dégradation progressive des acides gras insaturés sous l'effet de l'oxygène atmosphérique, entraînant la formation d'hydro peroxydes, qui absorbent la lumière à 232 nm, et des produits secondaires d'oxydation, en particulier des dicétones et des cétones insaturées qui présentent une capacité d'absorption de la lumière à 270 nm.

Les absorbances à 266 nm et à 274 nm permettent la détermination des variations d'extinctions spécifiques  $\Delta K$  qui renseignent sur les huiles ayant subi un processus de raffinage. De ce fait, un examen spectrophotométrique dans l'ultraviolet peut fournir des indications sur la qualité de l'huile, et son état de conservation. Une extinction élevée à 232 nm indique une huile fortement peroxydée.

De même, plus l'extinction à 270 nm est forte, plus l'huile est riche en produits d'oxydation secondaires (31).

Les valeurs obtenues à 232 nm pour les échantillons **Olea 1**, **Olea 2** et **Olea 4** indiquent que les extinctions spécifiques sont conformes aux limites fixées par le **COI (2022)** ( $\leq 2,6$ ), contrairement à l'échantillon **Olea 3**, qui présente une extinction spécifique supérieure à la norme.

À 270 nm, tous les échantillons présentent des valeurs conformes aux limites prévues par le **COI (2022)** ( $\leq 0,25$ ), à l'exception de l'échantillon

**Olea 3**, qui montre une valeur supérieure à la limite (22).

La valeur élevée rencontrée chez l'**Olea 3** peut s'expliquer par une auto-oxydation de l'huile lors de son extraction ou de sa conservation. Par ailleurs, l'impact d'une attaque parasitaire des fruits n'est pas à exclure. Les valeurs de la variation d'extinction spécifique  $\Delta K$  trouvées pour l'ensemble des échantillons respectent les normes établies par le **COI (2022)**, ce qui signifie que les huiles analysées n'ont pas subi un processus de raffinage (22, 31).

En analysant chaque échantillon, si l'on examine l'ensemble des résultats obtenus pour l'acidité, l'indice de peroxyde et l'absorbance dans l'UV, on constate que l'**Olea 3** présente des valeurs élevées pour tous ces paramètres. Cela suggère que cette huile d'oléastre a subi une altération plus importante, probablement due à l'auto-oxydation des lipides, initiée par la température, les ions métalliques, ou les radicaux libres correspondants à des lipides déjà oxydés.

En ce qui concerne l'**Olea 1**, l'acidité libre et l'indice de peroxyde sont élevés, alors que les extinctions spécifiques dans l'UV sont conformes aux normes, bien que la valeur de  $K_{270}$  (0,20) se rapproche de la valeur maximale recommandée par le **COI (2022)** ( $\leq 0,25$ ).

Ces résultats suggèrent qu'il peut s'agir d'un début de transformation des hydro-péroxydes en produits de dégradation secondaires.

Pour l'**Olea 2**, l'acidité est élevée, tandis que les deux autres paramètres se situent dans les limites des normes établies par le **COI (2022)**. Ceci s'explique par l'altération des huiles par hydrolyse des triglycérides, entraînant la libération d'acides gras libres.

L'analyse de l'**Olea 4** révèle des résultats cohérents pour les trois paramètres de qualité étudiés. L'indice d'acidité, l'indice de peroxyde et l'absorbance dans l'UV se situent tous dans les limites spécifiées par le **COI (2022)**.

Cette concordance des résultats suggère que l'huile d'oléastre de l'échantillon **Olea 4** présente une qualité stable et n'a pas subi d'altération significative. Ces résultats indiquent également que l'huile a été conservée dans des conditions appropriées, préservant ainsi sa fraîcheur et ses caractéristiques chimiques.

#### - **La teneur en pigments**

La coloration de l'huile d'olive est due essentiellement à la présence de pigments appartenant à la famille des chlorophylles et des caroténoïdes. Ces composés jouent un rôle important dans la stabilité oxydative de l'huile au cours de son stockage et dans la préservation de sa qualité. La présence des chlorophylles dans l'huile d'oléastre la rend plus susceptible à l'oxydation ; pour cela, il est souhaitable d'avoir de faibles concentrations de pigments chlorophylliens pour garantir une bonne conservation des huiles et éviter leur potentiel pro-oxydant en présence de lumière, d'où l'intérêt de produire des huiles d'oléastre à partir de fruits mûrs et de procéder au défeuillage lors de l'extraction de l'huile (32).

Les résultats de notre étude révèlent des teneurs en chlorophylles variant entre 4,88 et 6,56 ppm. Ces valeurs dépassent celles rapportées dans les études des huiles d'oléastre de Bejaia, menées respectivement par **Sait** [0,2-1,22 ppm] et par **Bouhaddi et al.** [0,54-2,62 ppm] (25, 30).

Par ailleurs, ces résultats sont moins élevés que ceux rapportées par **Hannachi et al.** pour les huiles d'oléastre tunisiennes [12,2 à 13,4 ppm] (33).

Pour les caroténoïdes, la teneur varie entre 0,58 et 2,31 ppm. Cette valeur est comparable à celle retrouvée par l'étude de **Boucheffa et al.** [0,57 à 1,47 ppm] (7).

Les caroténoïdes présents dans l'huile d'oléastre, tels que le bêta-carotène et la lutéine, agissent comme des antioxydants naturels. En effet, ces composés présentent une meilleure photo-

stabilité, et une plus faible sensibilité à la dégradation induite par l'exposition à la lumière par rapport aux chlorophylles.

Plusieurs études ont confirmé que les teneurs en pigments, notamment les chlorophylles et les caroténoïdes varient en fonction du cultivar et diminuent au cours de la maturation des fruits. Il a été constaté que la diminution de ces pigments est plus marquée pour les chlorophylles que pour les caroténoïdes. Toutefois, il est important de noter que l'intensité de cette diminution est étroitement liée au métabolisme spécifique de chaque variété d'olivier (7, 34, 35).

- **La teneur en polyphénols** constitue un critère important pour évaluer la qualité et les bénéfices des huiles d'olive. Ces composés bioactifs sont reconnus pour leurs propriétés antioxydantes, antimicrobiennes et cardioprotectrices. Par ailleurs, leur présence et leur concentration ont un impact direct sur les caractéristiques gustatives et aromatiques de l'huile, contribuant ainsi de manière significative au profil organoleptique distinctif des huiles (goût piquant, l'astringence et l'amertume) (36, 37).

La teneur en composés phénoliques a été rapportée en milligramme d'équivalents d'acide gallique par kilogramme d'huile (mg EAG/Kg). Les résultats obtenus ont révélé une concentration en polyphénols totaux dans l'huile d'oléastre allant de 165,44 à 188,96 mg EAG/kg. La valeur la plus élevée a été enregistrée avec l'échantillon **Olea 3**, tandis que la concentration la plus faible a été observée chez l'échantillon **Olea 4**.

Les huiles d'oléastres analysées présentent des teneurs en composés phénoliques inférieures à celles étudiées par **Dabbou et al.** et **Hannachi et al.** pour les huiles d'oléastre tunisiennes, qui étaient respectivement 833 et 537,6 mg EAG/kg.

Cependant, ces résultats sont comparables à ceux rapportés par **Bouarroudj et al.** pour les huiles d'oléastre de Bejaia et par **Khelifi et al.** pour les

huiles d'oléastre de Médéa, avec des concentrations en polyphénols allant de 135,09-202 mg EAG/kg à 197,85 mg EAG/kg respectivement (2, 26, 33, 38).

Selon la classification proposée par **Montedoro et al.** permettant de répartir les variétés en fonction de la teneur en composés phénoliques, toutes les huiles d'oléastre étudiées se situent dans la catégorie des variétés à faible teneur en composés phénoliques totaux (50 à 200 mg EAG/kg) (22, 39).

#### - La densité

Selon les résultats obtenus, les échantillons **Olea 1**, **Olea 2** et **Olea 3** sont conformes à la norme indiquée par le **Codex Alimentarius (2021)**. Ces résultats sont également comparables aux données rapportées par **Bouhaddi et al** (25, 40).

Cependant, l'échantillon **Olea 4** présente une valeur de 0.926, ce qui dépasse les limites fixées par le règlement. Cette valeur élevée peut être expliquée par la présence d'impuretés dans l'huile.

- **L'indice de réfraction** : est considéré comme un critère de pureté d'une huile (41). Il varie en fonction de la longueur d'onde de la lumière incidente ainsi qu'en fonction de la température à laquelle l'analyse se fait. Cet indice est directement lié au poids moléculaire des acides gras et à leur degré d'insaturation.

Les indices de réfraction des échantillons analysés vont de 1,4666 à 1,4676. Ces résultats obtenus sont légèrement inférieurs par rapport aux limites fixées par le **Codex Alimentarius (2021)**, ce qui pourrait être expliqué par leur faible teneur en acides gras insaturés AGI (40, 42).

A noter que **Esselimani et al.** ont signalé la présence de deux échantillons d'huile d'oléastre présentant un indice de réfraction inférieur aux normes établies par le **Codex** (40-43).

## 2. Analyse organoleptique

L'analyse sensorielle est l'une des étapes les plus essentielles pour déterminer la qualité d'une huile, elle permet de juger à la fois de l'état des olives avant trituration, et du vieillissement de l'huile (huile oxydée à caractère rance, huile à défaut de lies par fermentation des dépôts) (44).

Tous les échantillons de l'huile d'oléastre étudiés ont une couleur jaune, sauf l'**Olea 4** qui est jaune verdâtre. Du point de vue gustatif, toutes les huiles testées ont présenté des attributs positifs (tableau 2), à l'exception de l'échantillon **Olea 2** qui a montré une flaveur qualifiée d'attribut négatif (chômée).

Selon le règlement **CEE**, cette flaveur chômée correspond aux huiles tirées d'olives entassées ou stockées dans des conditions telles qu'elles se trouvent dans un état avancé de fermentation anaérobie, ou de l'huile restée en contact avec les "boues" de décantation, ayant elles aussi subi un processus de fermentation anaérobie, dans les piles et les cuves (15).

La différence observée dans les profils gustatifs et aromatiques des huiles d'oléastre peut être attribuée aux composés volatiles qui se développent lors de la fabrication et le stockage de l'huile, et qui ont la capacité de modifier son odeur et sa saveur.

## 3. Etude de l'activité antibactérienne

A partir des résultats obtenus (tableau 3), on observe que les souches bactériennes se comportent différemment vis-à-vis de tous les échantillons analysés.

Il a été constaté que les huiles d'oléastre étudiées sont très efficaces contre la bactérie à gram positif *Staphylococcus aureus* ATCC 25922, qui a montré une grande sensibilité vis-à-vis des 04 échantillons étudiés.

Parmi toutes les concentrations utilisées, l'huile

d'oléastre diluée au  $\frac{1}{4}$  (25%) semble être la plus efficace, avec des zones d'inhibition de 27mm, 23mm, 21mm et 11mm pour les échantillons **Olea 4**, **Olea 2**, **Olea 1** et **Olea 3** respectivement.

La souche de référence *Escherichia coli* ATCC 25923 a réagi de façon plus ou moins insensible vis-à-vis des huiles d'oléastre étudiées, donnant un seul diamètre d'inhibition de 18mm avec l'**Olea 3** à la dilution  $\frac{1}{4}$ , indiquant une sensibilité élevée de la bactérie à cette huile. En revanche, la souche bactérienne de *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27851 a démontré une résistance à toutes les huiles d'oléastres testées, quelles que soient leurs concentrations.

Les résultats des diamètres des zones d'inhibition montrent que le pouvoir antimicrobien est directement proportionnel à la dilution de l'huile d'oléastre. Ce qui signifie que plus l'huile est diluée, plus son pouvoir antibactérien augmente.

De nombreux chercheurs ont confirmé l'effet antibactérien de cette huile vis-à-vis de différentes bactéries pathogènes. Une étude récente réalisée par **Bouchoucha et al.** sur l'activité de l'huile d'oléastre, a signalé des diamètres d'inhibition de  $8,33 \pm 0,58$  mm et  $11,67 \pm 1,15$  mm aux concentrations respectives de  $\frac{1}{4}$  et  $\frac{1}{2}$ , à l'égard de *Staphylococcus aureus*. En revanche, leurs résultats révèlent que *Pseudomonas aeruginosa* s'est montré sensible aux huiles testées aux concentrations de  $\frac{1}{4}$  et  $\frac{1}{2}$  (45).

Les résultats obtenus par **Esselimani et al.** ont été cohérents avec nos propres observations. Leur étude sur l'huile d'oléastre de Médéa a montré que les souches de *Staphylococcus aureus* et *Escherichia coli* étaient sensibles aux concentrations de 75% et 50%, avec des diamètres d'inhibition de 10 à 13 mm respectivement. Le *Pseudomonas aeruginosa* s'est révélé complètement résistant à toutes les huiles étudiées (42).

Une certaine différence de sensibilité entre les

bactéries à Gram positif et à Gram négatif a été démontrée. Les bactéries à Gram positif se sont révélées plus sensibles à l'action antimicrobienne de l'huile d'oléastre que les bactéries à Gram négatif. Cette différence a été prouvée par plusieurs études (46-48).

La résistance notable des bactéries à Gram négatif peut être attribuée à leur paroi cellulaire principalement constituée de lipopolysaccharides (LPS). Cette paroi est plus complexe, elle comprend une membrane externe qui agit comme une barrière de perméabilité efficace. Les LPS, grâce à leurs charges négatives, empêchent la diffusion des molécules hydrophobes, tandis que les protéines de la membrane externe excluent le passage des molécules hydrophiles de poids moléculaire élevé. En revanche, les bactéries à Gram positif ont une paroi cellulaire riche en protéines. Cette paroi protéique offre une certaine protection, mais elle est plus perméable aux molécules, ce qui signifie que les agents antibactériens peuvent pénétrer plus facilement dans la cellule (49).

### Détermination des CMI et des CMB

La méthode de micro dilution en puits a permis de déterminer les concentrations minimales inhibitrices des huiles d'oléastre testées (tableau 4).

Les valeurs enregistrées de la CMI pour les différents échantillons à l'égard de *Staphylococcus aureus* sont de l'ordre de 114 mg/ml pour les échantillons **Olea 1** et **Olea 3**, et de 229 mg/ml pour l'**Olea 2** et l'**Olea 4**. Pour *Escherichia coli*, la CMI observée avec l'**Olea 3** est de 229 mg/ml.

D'après le tableau 4, les huiles **Olea 1** et **Olea 3** exercent un effet bactéricide vis-à-vis de *Staphylococcus aureus* à une concentration de 229 mg/ml. Les huiles **Olea 2** et **Olea 4** s'avèrent moins actifs (CMB > 458mg/ml).

Il est difficile de faire une généralisation du fait que

chaque huile est unique dans sa composition, et chaque bactérie diffère considérablement l'une de l'autre en termes de structure et de fonctionnalité. La composition des huiles en polyphénols pourrait contribuer à l'activité observée. L'huile d'oléastre **Olea 3** avec un taux en composés phénoliques totaux de 188.96 mg EAG/kg présente la seule activité antibactérienne vis-à-vis d'*Escherichia coli*, alors que les huiles **Olea 1**, **Olea 2** et **Olea 4** qui ont des taux de 176.77, 165.95, 165.44 mg EAG/kg, n'exerce aucun effet vis-à-vis de cette souche. Ce lien entre la teneur élevée en composés phénoliques et l'activité antimicrobienne contre cette bactérie met en évidence l'importance de ces composés dans l'efficacité de l'huile d'oléastre.

Cependant, pour la souche *Staphylococcus aureus*, aucune relation n'a été notée entre les teneurs en composés phénoliques des huiles d'oléastre et les diamètres des zones d'inhibition des souches bactériennes testées. Le comportement des bactéries vis-à-vis des échantillons testés a été variable (tableau 1, tableau 3).

Selon les travaux de recherche menés par **Amarti et al.**, il a été démontré que les composés phénoliques sont responsables de l'altération de la membrane externe des bactéries. Cette altération induit une augmentation de la perméabilité membranaire aux protons et aux ions potassium, une diminution des réserves d'ATP intracellulaire, une perturbation de la force motrice des protons et une dénaturation des protéines intracellulaires. Ces mécanismes contribuent à l'activité antimicrobienne des composés phénoliques en perturbant les fonctions essentielles des bactéries au niveau de leur membrane et de leur métabolisme interne (50).

Cette activité antibactérienne de l'huile d'oléastre pourrait être expliquée aussi par l'interaction moléculaire des groupements fonctionnels des composants de cette huile avec la paroi des bactéries, ce qui provoque de profondes lésions. On peut conclure que cette activité peut être le résultat d'un effet synergique entre plusieurs

composés (51, 52).

Des investigations supplémentaires sont nécessaires pour mieux comprendre les mécanismes d'action spécifiques de ces composés et pour explorer davantage les applications potentielles de l'huile d'oléastre en tant qu'agent antimicrobien naturel.

## CONCLUSION :

Cette étude avait pour objectif de contribuer à la valorisation de l'huile d'oléastre en examinant ses caractéristiques physico-chimiques et son activité antibactérienne. Les caractéristiques étudiées montrent que l'huile d'oléastre algérienne des régions de Tizi Ouzou et Boumerdes présente des propriétés physico-chimiques et organoleptiques variables et une activité biologique intéressante.

L'analyse des caractéristiques physico-chimiques a permis de classer les huiles d'oléastre **Olea 1**, **Olea 2** et **Olea 3** dans la catégorie des huiles d'olive vierges lampantes, en raison de leurs taux d'acidité élevés. L'**Olea 4** se classe dans la catégorie des huiles d'olive courantes.

Les résultats d'acidité libre et d'indice de peroxyde indiquent que l'huile d'oléastre étudiée n'est pas destinée à la consommation.

Il est important de noter que ces résultats décrits ne peuvent être généralisés à toutes les huiles d'oléastre. Pour cela, il serait intéressant de mener des études plus approfondies en tenant compte d'autres paramètres et en élargissant le nombre d'échantillons étudiés.

Toutes les huiles d'oléastre analysées sont classées dans la catégorie des variétés à faible teneur en composés phénoliques.

Les teneurs de cette huile, en composés phénoliques, en pigments chlorophylliens et caroténoïdes, lui confèrent des qualités pharmacologiques intéressantes et comparables à celles des huiles conventionnelles comestibles.

Afin de valoriser les huiles produites au niveau des coopératives régionales de Tizi Ouzou et

Boumerdes, une approche axée sur la qualité et la traçabilité est essentielle. Toutes les étapes de production doivent être rigoureusement respectées, notamment les systèmes de récolte des olives, la durée de stockage avant trituration, la conduite du processus d'extraction d'huile, ainsi que les conditions de stockage, de conditionnement et de distribution (31).

L'analyse antibactérienne a révélé que *Staphylococcus aureus*, a manifesté une sensibilité élevée (++) , voire extrême (+++) , aux huiles **Olea 1**, **Olea 2**, **Olea 3** et **Olea 4**, cet effet antibactérien est intéressant pour la lutte contre des infections provoquées par certaines bactéries.

Compte tenu de l'augmentation de la résistance des bactéries aux antibiotiques conventionnels, et de l'intérêt croissant pour les produits naturels, les résultats de l'analyse globale des différentes propriétés étudiées suggèrent que cette huile d'oléastre pourrait constituer un substitut prometteur dans l'industrie pharmaceutique et agroalimentaire. Toutefois, des études complémentaires et approfondies, impliquant plus d'échantillons des huiles d'oléastre et une évaluation qualitative et quantitative d'un plus grand nombre de composants, tels ceux qui n'ont pas été traités dans cette étude (les tocophérols, la fraction polaire, les composés volatils) sont cruciaux pour corroborer ces résultats et mieux caractériser l'héritage en oliviers sauvages de l'Algérie.

Il convient de noter qu'après avoir obtenu les résultats de l'étude, une sensibilisation a été menée auprès des propriétaires des huileries.

En guise de perspectives d'avenir, l'accent doit être mis sur la grande nécessité d'améliorer sans cesse les conditions de production et de veiller sur la qualité de l'huile d'oléastre, car l'Algérie est confronté actuellement à un grand défi, et doit mettre sur le marché des huiles contrôlées en se basant sur le patrimoine variétal local et en donnant un intérêt particulier à certaines variétés qui présentent des caractères recherchés et peuvent améliorer, avec une bonne gestion et une maîtrise

des différents paramètres, la filière oléicole en Algérie (53).

## REFERENCES

1. Fanelli V, Mascio I, Falek W, Miazzi MM, Montemurro C. Current Status of Biodiversity Assessment and Conservation of Wild Olive (*Olea europaea* L. subsp. *europaea* var. *sylvestris*). *Plants*. 2022;11(4):480.
2. Bouarroudj K, Tamendjari A, Larbat R. Quality, composition and antioxidant activity of Algerian wild olive (*Olea europaea* L. subsp. *Oleaster*) oil. *Industrial Crops and Products*. 2016;83:484-91.
3. Rodrigues N, Pinho T, Casal S, Peres AM, Baptista P, Pereira JA. Chemical characterization of *Oleaster*, *Olea europaea* var. *sylvestris* (Mill.) Lehr., oils from different locations of Northeast Portugal. *Applied Sciences*. 2020;10(18):6414.
4. Santella B, Folliero V, Pirofalo GM, Serretiello E, Zannella C, Moccia G, et al. Sepsis—A Retrospective Cohort Study of Bloodstream Infections. *Antibiotics*. 2020;9(12):851.
5. Mageto VM, Gatwiri MS, Njoroge W. Uropathogens antibiotic resistance patterns among type 2 diabetic patients in Kisii Teaching and Referral Hospital, Kenya. *The Pan African Medical Journal*. 2018;30.
6. M. Adnan AT, Roqaia Bibi, Sakina Mussarat, Bibi Fatima, N. Ali, H. Rahman and Z. Shinwari. Traditional medicines and their in-vitro proof against *Staphylococcus aureus* in Pakistan. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*. 2018.
7. Boucheffa S, Tamendjari A, Rovellini P, Venturini S. Composition and antioxidant activity of some Algerian wild extra virgin olive oils. *Rivista Italiana delle Sostanze Grasse*. 2014;91(3):177-85.
8. Règlement (CEE) n° 2568/91 de la commission du 11 juillet 1991 relatif aux caractéristiques des huiles d'olive et des huiles de grignons d'olive ainsi qu'aux méthodes y afférentes *Journal Officiel des CE* n°L248.
9. Council IO. Spectrophotometric investigation in the ultraviolet. *IOC Madrid*; 2019.
10. Borello E, Domenici V. Determination of

- pigments in virgin and extra-virgin olive oils: a comparison between two near UV-vis spectroscopic techniques. *Foods*. 2019;8(1):18.
11. Singleton VL, Orthofer R, Lamuela-Raventós RM. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. *Methods in enzymology*. 299: Elsevier; 1999. p. 152-78.
  12. Ollivier D, Boubault E, Pinatel C, Souillol S, Guérère M, Artaud J, editors. Analyse de la fraction phénoliques des huiles d'olive vierges. *Annal Expert Forum Chem Toxicol*; 2004.
  13. Nekrouf CI, Mendaci N, Berkoune O. Contrôle qualité de l'huile d'olive de la wilaya de Tizi-Ouzou. 2019.
  14. Corps gras d'origines animale et végétale ISO 6320:2017.
  15. Règlement (CE) N° 640/2008 De La Commission du 4 juillet 2008 modifiant le règlement (CEE) no 2568/91 relatif aux caractéristiques des huiles d'olive et des huiles de grignons d'olive ainsi qu'aux méthodes d'analyse y afférentes. *Journal officiel de l'UE*. L 178/11.
  16. Messad S, Bensmail S, Salhi O, Djouahra-Fahem D. Effect of Extraction Method on Organoleptic, Physicochemical Properties and Some Biological Activities of Olive Oil from the Algerian Chemlal Variety. *European Journal of Biology*. 2022;81(1):58-67.
  17. Elimen BR-BN. Effet antibactérien de l'huile d'olive contre les deux souches bactériennes: Staphy aureus et Salmonella. 2022.
  18. Pietrocola G, Ceci M, Preda F, Poggio C, Colombo M. Evaluation of the antibacterial activity of a new ozonized olive oil against oral and periodontal pathogens. *Journal of clinical and experimental dentistry*. 2018;10(11):e1103.
  19. Balouiri M, Sadiki M, Ibsouda SK. Methods for in vitro evaluating antimicrobial activity: A review. *Journal of pharmaceutical analysis*. 2016;6(2):71-9.
  20. Benkherara S, Bordjiba O, Djahra AB. Etude de l'activité antibactérienne des huiles essentielles de la Saugé officinale: *Salvia officinalis* L. sur quelques entérobactéries pathogènes. *Synthèse: Revue des Sciences et de la Technologie*. 2011;23:72-80.
  21. Sumer Z, Yildirim G, Sumer H, Yildirim S. Cytotoxic and antibacterial activity of the mixture of olive oil and lime cream in vitro conditions. *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines*. 2013;10(4):137-43.
  22. International CO. Norme commerciale applicable aux huiles d'olive et aux huiles de grignons d'olive. 2022.
  23. Chimi H. Qualité des huiles d'olive au Maroc. *Bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTTA, Transfert de technologie en agriculture, MADREF/DERD*. 2001.
  24. El Antari A, Hilal A, Boulouha B, El Moudni A. Influence of variety, environmental and cultural techniques on the characteristics of olive fruits and the chemical composition of extra virgin olive oil in Morocco. *Olivae*. 2000;80:29- 36.
  25. Bouhaddi Y, Idres AY. Caractéristiques physico-chimiques des huiles d'oléastre. Bejaïa: Université A.Mira; 2018.70p
  26. Khelifi Y, Ladjelat Z, Boumediene F. Evaluation des activités antioxydantes et antimicrobiennes des huiles d'oléastre. Université de Medea ; 2018.84p
  27. Drici Adil De. Etude de qualité de l'huile d'olive algérienne: effet des conditions de stockage. Guelma: Université 8 mai 1945. 2019.72p
  28. Anouar OM, Anis B. Etude des caractéristiques physico-chimiques et biochimiques de trois échantillons d'huiles d'olives Algérien. Constantine : Université des frères Mentouri ; 2017.62p
  29. Tesbia H, Oulmas L. Etude comparative de quelques caractéristiques physico-chimique de l'huile d'olive de la variété Chemlal de la région de Boghni et Timizart à Tizi-Ouzou: Université Mouloud Mammeri; 2021.
  30. Sait S. Pouvoir antibactérien et effet thérapeutique des huiles d'olives sauvages de la region d Bejaia. 2012. 2012.
  31. Tanouti K, Elamrani A, Serghini-Caid H, Khalid A, Bahetta Y, Benali A, et al. Caractérisation d'huiles d'olive produites dans des coopérative pilotes (lakrama et kenine) au niveau du Maroc Oriental. *Les technologies de laboratoire*. 2010;5(18).
  32. Bouchireb N, Bouraoui S, Idoui TE. Qualité de l'huile d'olive produite par l'huilerie moderne Koutama: Université de Jijel; 2017.
  33. Hannachi H, Nasri N, Elfalleh W, Tlili N,

- Ferchichi A, Msallem M. Fatty acids, sterols, polyphenols, and chlorophylls of olive oils obtained from Tunisian wild olive trees (*Olea europaea* L. Var. *Sylvestris*). *International Journal of Food Properties*. 2013;16(6):1271-83.
34. V. LAeM. Catalytic effet of the Cu (II) and (III) cyclohanebutyrates on olive oil oxidation measured by rancimat. *European Journal of Lipids and Science*. 2002:156- 60.
35. Minguéz-Mosquera MI, Gandul-Rojas B, Garrido-Fernandez J, Gallardo-Guerrero L. Pigments present in virgin olive oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 1990;67(3):192.
36. Benlemlih M, Ghanam J. Polyphénols d'huile d'olive, trésors santé!: polyphénols aux actions antioxydantes, anti-inflammatoires, anticancéreuses, anti-vieillessement et protectrices cardio-vasculaires: Marco pietteur éditeur; 2016.
37. Brenes M, Hidalgo FJ, García A, Rios JJ, García P, Zamora R, et al. Pinoresinol and 1-acetoxypinoresinol, two new phenolic compounds identified in olive oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 2000;77:715- 20.
38. Dabbou S, Dabbou S, Selvaggini R, Urbani S, Taticchi A, Servili M, et al. Comparison of the chemical composition and the organoleptic profile of virgin olive oil from two wild and two cultivated Tunisian *Olea europaea*. *Chemistry & Biodiversity*. 2011;8(1):189-202.
39. Montedoro G, Servili M, Baldioli M, Miniati E. Simple and hydrolyzable phenolic compounds in virgin olive oil. 2. Initial characterization of the hydrolyzable fraction. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 1992;40(9):1577-80.
40. Commission JFWCA. Codex alimentarius: Food & Agriculture Org.; 2021.
41. Novidzro KM, Wokpor K, Fagla BA, Koudouvo K, Dotse K, Osseyi E, et al. Etude de quelques paramètres physicochimiques et analyse des éléments minéraux, des pigments chlorophylliens et caroténoïdes de l'huile de graines de *Griffonia simplicifolia*. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*. 2019;13(4):2360-73.
42. Esselimani L, Gasmi A, Bedda Ne-H, Boumediene F. Evaluation des activités antioxydante et Antimicrobienne des huiles d'oléastre 2020.
43. Achour kaouthar Elyasmine SA. Etude de quelques caractéristiques physico-chimiques de l'huile d'olive de la région de l'Outaya.
44. Pouyet B, Ollivier V. Réglementations sur l'étiquetage et la présentation des huiles d'olive. *OCL*. 2014;21(5):D508.
45. Bouchoucha S, Boukhebt H, Oulmi A, Mouhamadi Y, Chaker AN. Chemical Composition and antimicrobial activity of essential oils of two wild olive subspecies *Olea europaea* subsp. *europaea* var. *Sylvestris* and the endemic Olive *Olea europaea* subsp. *lapperinie* from Algeria. 2023.
46. Poole K. Multidrug resistance in Gram-negative bacteria. *Current opinion in microbiology*. 2001;4(5):500-8.
47. Medina E, De Castro A, Romero C, Brenes M. Comparison of the concentrations of phenolic compounds in olive oils and other plant oils: correlation with antimicrobial activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2006;54(14):4954-61.
48. Medina E, Romero C, Brenes M, De Castro A. Antimicrobial activity of olive oil, vinegar, and various beverages against foodborne pathogens. *Journal of food protection*. 2007;70(5):1194-9.
49. Hogan D, Kolter R. Why are bacteria refractory to antimicrobials? *Current opinion in microbiology*. 2002;5(5):472-7.
50. Amarti F, Satrani B, Aafi A, Ghanmi M, Farah A, Aberchane M, et al. Composition chimique et activité antimicrobienne des huiles essentielles de *Thymus capitatus* et de *Thymus bleicherianus* du Maroc. *Phytothérapie*. 2008;6(6):342-7.
51. Senatore F, Napolitano F, Apostolides Arnold N, Bruno M, Herz W. Composition and antimicrobial activity of the essential oil of *Achillea falcata* L.(Asteraceae). *Flavour and fragrance journal*. 2005;20(3):291-4.
52. Ahmad N, Anwar F, Zuo Y, Aslam F, Shahid M, Abbas A, et al. Wild olive fruits: Phenolics profiling, antioxidants, antimicrobial, thrombolytic and haemolytic activities. *Arabian Journal of Chemistry*. 2022;15(12):104241.
53. Metlef S. Caractérisation et étude des activités antioxydantes et antibactériennes de l'huile d'olive algérienne. Sidi Bel Abbes : Université Djillali Liabes ; 2021.118p.