



Université Mohamed Khider de Biskra
Faculté des sciences exactes et des sciences de la nature et de
la vie, des sciences de la terre et de l'univers
Département des sciences de la nature et de la vie
Filière : Sciences biologiques

Référence / 2025

MÉMOIRE DE MASTER

Spécialité : Biochimie Appliquée

Présenté et soutenu par :
NAIL Hadda et NOUI Safa

Le : [Click here to enter a date.](#)

TITRE :

**Étude phytochimique et activité
antioxydante des extraits de *Juniperus
thurifera*.**

Jury :

Mme. BOUKHAROUBA Khadidja	Pr	Université de Biskra	Président
Dr. BOUDJEDJOU Lamia	MCB	Université de Biskra	Rapporteur
Mme. MERZOUGUI Imene	MCB	Université de Biskra	Examineur

Année universitaire : 2024/2025

Remerciements

Nous exprimons nos plus profonds et chaleureux remerciements :

Avant tout, à Allah, le Tout-Puissant, qui nous a permis d'être ce que nous sommes aujourd'hui. Seigneur, nous Te prions de toujours guider nos pas sur le chemin de la réussite et de la sagesse.

Nous adressons notre gratitude la plus sincère à notre promotrice de mémoire, Madame BOUDJEDJOU Lamia pour son accompagnement précieux tout au long de ce travail.

Merci infiniment pour le temps que vous nous avez consacré, pour votre patience inébranlable, ainsi que pour la richesse de votre expérience que vous avez généreusement partagée avec nous.

Nos remerciements chaleureux vont également à toute l'équipe du laboratoire de notre département, à celle de la bibliothèque de biologie, ainsi qu'aux agents de l'administration et du personnel de la faculté, dont le soutien a été essentiel.

Nous n'oublions pas de remercier tous les enseignants du département de biologie, pour leurs enseignements et leur aide précieuse tout au long de nos années d'études.

Un grand merci à tous les étudiants de la promotion Master 2025, pour leur camaraderie et leur soutien.

Enfin, nous exprimons notre reconnaissance à toutes les personnes qui, de près ou de loin, directement ou indirectement, ont contribué à la réalisation de ce travail. Votre aide a été une source de motivation et d'encouragement tout au long de ce parcours.

Merci à Tous

Dédicaces

À l'aide de dieu "Allah" tout puissant

Qui m'a tracé le chemin de ma vie,

*J'ai pu réaliser ce travail. Je dédie ce travail à ma famille **Nail**
spécialement aux personnes les plus chères au monde.*

*Mes chers parents qui sont la lumière de mes yeux, l'ombre de mes pas et
le bonheur de ma vie.*

*Qui m'ont apportés son appui durant toutes mes années d'études, pour ses
sacrifices et soutien et qui m'ont donné la tendresse, la confiance, le
courage et la sécurité.*

*À ma très belle chère mère **Angar Faiza**, tu es l'exemple de dévouement
qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi, et puisse Dieu le
tout puissant te préserver, t'accorder la santé, longue vie et bonheur. Je
t'aime Maman.*

*À mon très cher père **Nail Khaled**, Rien au monde ne vaut les efforts
fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être. Ce travail est
le fruit de tes sacrifices qui tu as consentis pour mon éducation et ma
formation, et puisse dieu t'accorder santé et longue vie. Je t'aime Papa.*

À mes petites très belle chère sœur Israa , Anfal.

À mes très chers frères Saïd Ahmed, Sohaïb.

*A mes proches amies Rim, Basma, Asma, Chaïma, Djouhaïna, Masouda,
Zahra et mon binôme **Noui Safa** qui ont cru en moi et qui ont toujours
encouragé, et avec qui j'ai passé des années inoubliables.*

*Je remercie toute les personnes que je n'ai pas pu citer leurs noms ici, et
qui ont participé de près ou de loin, directement ou indirectement à
la réalisation de ce travail.*

NAIL HADDA

Dédicace

Louange a Allah avec amour, gratitude et reconnaissance pour le commencement et la fin .Le chemin n'a été ni courte ni facile, ni rempli de facilités, mais je l'ai achevé .louange à dieu qui a facilités les débuts et couronné les efforts par sa miséricorde et sa générosité

Je dédie ce succès a mon âme ambitieuse, qui a commencé avec espoir et s'est achevée avec réussite .A chaque pas que j'ai franchi vers l'accomplissement de mon parcours universitaire, je l'ai gravé dans ma mémoire comme un moment éternel

Avec tout l'amour, je dédie cette réussite et cette soutenance a : La lumière qui a illuminé mon chemin et allumé la flamme de ma volonté ; celui qui a sacrifié des années de sa vie pour que je récolte la paix du succès à celui dont je suis fière de porter le nom et d'être son fruit à mon père **Noui Ahmed**.

A celle qui est la partie authentique qui m'a portée dans les ténèbres, m'a supportée dans chaque moment de faiblesse, m'a soutenue dans mes douleurs et blessures A ma chère mère **Hattal Baya**.

Je dédie ma soutenance a ceux qui m'ont soutenue dans chaque moment, m'ont encouragée, et ont essuyé mes larmes lorsqu'elles coulaient sur mes joues comme de l'ombre sur ce soleil de réussite mes sœurs et mes frères : **Hadjer, Maroua, sadjeda, Idris, Fatah**.

A Mme **Lamia Boudjoujou** je vous adresse ma profonde gratitude pour votre encadrement précieux et votre soutien constant même dans les circonstances les plus difficiles votre patience, votre bienveillance et confiance ont été une source de motivation tout au long de mon travail.

Je dédie ma chère collègue de mémoire ma binôme **Nail Hadda** avec qui j'ai partagé chaque étape de ce parcours merci pour ta collaboration, ton soutien et ton esprit d'équipe tout a longue de cette aventure.

Je dois conclure cette dédicace en remerciant les propriétaires de la faveur éternelle de l'accueil et de la réussite .A ceux qui partageant avec moi chaque moment de difficulté : mes amies et collègues, spécialement le groupe 3 (promo 2025) vous êtes mon second souffles.

NOUI SAFA

Sommaire

Remerciements

Dédicaces

Sommaire

Liste des tableauxI

Liste des figures II

Liste des abréviations III

Introduction 1

Partie I Bibliographique

Chapitre I : Synthèse bibliographique

I.1. Aperçu sur l'espèce *Juniperus thurifera*3

I.1.2. Le genre *Juniperus* 3

I.1.3. L'espèce *Juniperus thurifera*.....3

I.1.3.1. Description botanique3

I.1.3.2. Classification botanique4

I.1.3.3. Répartition géographique5

I.2. Les huiles essentielles.....6

I.2.1. Définition6

I.2.2. Localisation.....6

I.2.3. Composition chimique.....6

I.2.3.1. Les terpènes6

I.2.3.2. Les phénylpropanoïdes : (les composés aromatiques).....6

I.2.4. Les méthodes d'extraction des huiles essentielles.....7

I.2.5. Propriétés thérapeutiques des huiles essentielles..... 7

I.3. Les polyphénols.....7

I.3.1. Définition.....7

I.3.2. Les principales classes des polyphénols8

I.3.2.1. Les acides phénoliques..... 8

I.3.2.2. Flavonoïdes.....8

I.4. Activité antioxydant9

I.4.1. Stress oxydatif..... 10

I.4.2. Les radicaux libres.....	10
I.4.3. Rôles des radicaux libres.....	10
I.4.4. Les antioxydants.....	10
Partie II Expérimentale	
II.1. Matériel	11
II.1.1. Matériel Végétal.....	11
II.1.2. Matériel de laboratoire.....	11
II.1.2.1. Réactifs.....	11
II.1.2.2. Instruments et Appareillages	11
II.2. Méthodes	12
II.2.1.Extraction des huiles essentielles	12
II.2.2. Préparation des extraits bruts	12
II.2.3. Calcul de rendement en huiles essentielles	13
II.2.4. Etude phytochimique	15
II.2.4.1. Dosage des polyphénols totaux	15
II.2.4.2. Dosage des flavonoïdes.....	16
II.2.4.3. Test piégeage du radical DPPH (Diphényl Picrylhydrazyle).....	16
Chapitre III : Résultats et Discussion	
III.1 Rendement des huiles essentielles	19
III.1.1. Les huiles essentielles des feuilles.....	19
III.1.2. Les huiles essentielles des rameaux.....	19
III.2. Evaluation de l'activité antioxydant des huiles essentielles	19
III.3.Dosage des polyphénols totaux et des flavonoïdes	23
III.3.1. Dosage des polyphénols totaux.....	24
III.3.2. Dosage des flavonoïdes.....	27
Conclusion	30
Références bibliographiques	32
المخلص	

Liste des tableaux

Tableau 1: La position systématique de <i>Juniperus thurifera</i> L.	4
Tableau 2 : Les valeurs IC50 (mesurées par le test de DPPH) de l'acide ascorbique et des huiles essentielles des feuilles et des rameaux de <i>J. thurifera</i>	22
Tableau 3 : Aspect et couleur des extraits obtenus	23
Tableau 4: Teneur en polyphénols totaux des extraits	24
Tableau 5 : Teneur en flavonoïdes des différents extraits de <i>J. thurifera</i>	26

Liste des figures

Figure 1 : L'espèce <i>Juniperus thurifera</i> L. dans son milieu naturel.	4
Figure 2: Réactions catalysées par les antioxydants enzymatiques.	10
Figure 3 : Les feuilles et rameaux séchés de <i>Juniperus thurifera</i>	11
Figure 4 : Appareil d'extraction des huiles essentielles type Clevenger.	12
Figure 5 : Protocole de préparation de l'extrait brut.	14
Figure 6 : Réduction du radical DPPH par une molécule donneuse de protons	17
Figure 7 : Pourcentage d'inhibition du DPPH par l'acide ascorbique.	20
Figure 8 : Pourcentage d'inhibition du DPPH par les huiles essentielles des feuilles de <i>Juniperus thurifera</i>	21
Figure 9 : Pourcentage d'inhibition du DPPH par les huiles essentielles des rameaux de <i>Juniperus thurifera</i>	21
Figure 10 : Courbe d'étalonnage de l'Acide Gallique.....	24
Figure 11 : Teneur en polyphénols des différents extraits.....	25
Figure 12 : Courbe d'étalonnage de la quercétinine.....	26
Figure 13 : Teneur en flavonoïdes des différents extraits.....	27

Liste des abréviations

- **Abs** : Absorbance.
- **Acide p-hydroxybenzoïque**: Acide parahydroxybenzoïque .
- **Acide p-coumarique**: Acide para coumarique.
- **A échantillon** : Absorbance de échantillon.
- **A contrôle**: Absorbance de contrôle.
- **AlCl₃**: Chlorure d'aluminium.
- **Al³⁺** : Ion aluminium.
- **ATP**: Adénosine triphosphate.
- **DPPH**:1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl.
- **ERO**: Espèces réactives de l'oxygène.
- **EAA** : équivalent acide ascorbique.
- **EAG** : équivalent acide gallique.
- **EAc**: Extrait d'acétate d'éthyle.
- **EBu**: Extrait n-butanolique.
- **EDm**: Extrait dichlorométhanique.
- **EMe** : Extrait méthanolique.
- **EQ** : équivalent quercétine.
- **ES** : Extrait sec.
- **ERN**: Espèces réactives d'azote.
- **GSH** : Glutathion réduit.
- **GSSG** : Glutathion oxydé.
- **HE**: Huile essentielle.

- **H⁺** : Proton.
- **H₂O₂**: Peroxyde d'hydrogène.
- **H₃PW₁₂O₄₀**: Acide phosphotungstique.
- **H₃PMo₁₂O₄₀**: Acide phosphomolybdique.
- **I%** : Pourcentage d'inhibition.
- **CI₅₀**: Concentration inhibitrice de 50% des radicaux libres.
- **J.T** : *Juniperus thurefera*.
- **MS**: Matière sèche.
- **NO•** : Monoxyde d'azote.
- **OH**: Groupe hydroxyle.
- **O₂ •⁻** : Radical superoxyde.
- **OH•** : Radical hydroxyle.
- **¹O₂** : Oxygène singulet.
- **O₂** : Oxygène.
- **R (%)**: Rendement en huile essentielle.
- **ROS**: Dérivé réactif de l'oxygène.
- **ROO•** : Radical peroxyde.
- **RO•** : Radical alkoxyde.
- **RH** : Molécule donneuse de protons
- **SOD**: Superoxyde dismutase.
- **UV-VIS** : Ultraviolet-Visible.
- **µg EQ/mg MS** : Microgrammes équivalent de quercétine par milligramme de matière sèche.
- **mg EQ/g MS** : Milligramme équivalent d'acide gallique par gramme de matière sèche.

Introduction

Introduction

La grande diversité des métabolites secondaires bioactifs présents dans les plantes médicinales représente l'un des dons les plus précieux de la nature à l'humanité. Des composés naturels tels que les alcaloïdes, les flavonoïdes, les phénols et les terpénoïdes ont, depuis l'Antiquité, fait preuve d'un vaste éventail de propriétés thérapeutiques contre de nombreuses maladies graves (Pandey & Gupta, 2020).

L'utilisation des plantes à des fins thérapeutiques (phytothérapie) remonte à longtemps et suscite actuellement un nouvel intérêt parmi le public. On peut utiliser les plantes dans leur intégralité ou les produits d'extraction qu'elles donnent (Marc *et al.*, 2001).

D'après l'organisation mondiale de la santé (OMS), plus de 80% des habitants du globe s'appuient sur la médecine traditionnelle pour couvrir leurs besoins en soins de santé primaires (Derwich *et al.*, 2010). De plus, 74% des remèdes à base de plantes sont employés dans la médecine contemporaine, ce qui fait que leur utilisation est directement liée à leur emploi traditionnel (Huh *et al.*, 2015).

Les antioxydants ont une importance capitale pour la santé, car ils peuvent diminuer ou neutraliser les dommages engendrés par les radicaux libres dans le corps. Des études scientifiques dans différents domaines ont été menées pour l'extraction, l'identification et la quantification de ces composés issus de plantes médicinales (Roberts & Sindhu, 2009). Aujourd'hui, les plantes aux propriétés antioxydantes sont largement utilisées à des fins préventives, comme aliments fonctionnels et thérapeutiques, dans l'industrie agroalimentaire ainsi que dans la nutrition humaine (Wąsowicz *et al.*, 2004).

Parmi les sources végétales d'antioxydants, les conifères du genre *Juniperus* occupent une place particulière grâce à leur composition chimique variée, riche en polyphénols, flavonoïdes et autres métabolites secondaires. Le genévrier *thurifère* (*Juniperus thurifera* L.) appartenant à la famille des Cupressaceae, est présent uniquement dans certains pays méditerranéens : Algérie, Maroc, Espagne, France (incluant la Corse) et Italie (Gauquelin *et al.*, 1999).

Dans cette perspective, la présente étude s'est intéressée à la détermination de la teneur en polyphénols et en flavonoïdes des extraits des feuilles et des rameaux de *Juniperus thurifera*, ainsi qu'à l'évaluation de l'activité antioxydante des huiles essentielles issues de ces organes.

Ce manuscrit est divisé en trois chapitres principaux:

- Le premier chapitre est une synthèse bibliographique dans laquelle nous donnerons une description botanique et systématique de l'espèce ainsi que des généralités sur les huiles essentielles (méthode d'extraction, composition chimique, mécanisme d'action).
- Le deuxième chapitre est une mise en revue du matériel et méthodes et protocoles adoptés dans ce travail.
- Dans le chapitre résultats et discussions, les résultats issus de ce travail sont présentés et discutés.
- Enfin, une conclusion générale qui résume l'ensemble des résultats obtenus.

Partie I

Bibliographique

Chapitre I

Synthèse

bibliographique

I.1. Aperçu sur l'espèce *Juniperus thurifera*

I.1.1. La famille des *Cupressaceae*

Les Cupressacées, qui font partie des conifères, appartiennent à l'ordre des *Pinales*. Au sein des Gymnospermes, c'est-à-dire des arbres dont les graines sont nues. Cette famille a la plus grande distribution mondiale (Poncet *et al.*, 2021).

Selon une classification phylogénétique la famille des *Cupressaceae* est composée de 160 espèces réparties en 7 sous familles et 29 genres distribuées dans les hémisphères nord et sud (Little, 2006).

Leur feuillage, composé d'écaillés imbriquées et denses, est persistant. La plupart des *Cupressacées* sont monoïques, ce qui signifie qu'ils possèdent à la fois des organes reproductifs mâles et femelles sur la même plante. Ils portent des petites fleurs incomplètes et unisexuées qui apparaissent sur des chatons strobiliformes, appelés cônes mâles et femelles. Les cônes mâles, quant à eux, sont constitués de 3 à 10 sacs polliniques ou microsporangies. Lorsqu'ils atteignent leur maturation, ces sacs se fendent longitudinalement, libérant ainsi de vastes quantités de pollen dans l'air (Poncet *et al.*, 2021).

I.1.2. Le genre *Juniperus*

Le genre *Juniperus* faisant partie de la famille des *Cupressacées*, compte environ 67 espèces et 28 variétés (Emami *et al.*, 2011).

Les genévriers sont généralement des arbres ou des arbustes, souvent résineux et aromatiques. Bien que le genre *Juniperus* soit généralement dioïque (certaines espèces peuvent être monoïques). L'écorce des troncs est souvent fibreuse et se desquame en longues lanières sur les troncs matures (Badri, 2003). Les feuilles des genévriers sont persistantes et simples. Elles peuvent être disposées de manière alternée autour du rameau ou repliées à la base, apparaissant alors en disposition distique, opposée ou verticillé (Judd *et al.*, 2002).

I.1.3. L'espèce *Juniperus thurifera*

I.1.3.1. Description botanique

Le genévrier *thurifère* (*Juniperus thurifera* L.) (Nom commun "berbère": Aywel; Thazenzna) est un arbre qui se caractérise par sa taille variable, pouvant atteindre jusqu'à 20 mètres de hauteur. Son tronc, très ramifié, adopte une structure à "troncs multiples" ou multicaul(

Montès, 1999). Les cônes femelles (galbules) possèdent une texture charnue, et une forme sub-globuleux, de couleur noir bleuâtre. Quant aux fleurs mâles, elles se regroupent en chatons terminaux d'une forme sub-globuleuse et mesurent en moyenne 5mm. Ces fleurs se trouvent sur de courtes ramifications dressées (Badri, 2003; Montès, 1999).



Figure 1 : L'espèce *Juniperus thurifera* L. dans son milieu naturel (photo prise 2025).

I.1.3.2. Classification botanique

La classification botanique de l'espèce *J. thurifera* est résumée dans le tableau ci-dessous :

Tableau 1: La position systématique de *Juniperus thurifera* L (Mao *et al.*, 2010).

Règne	Plantae
Sous-règne	Pracheobionta
Embranchement	Spermaphytes
Sous-embranchement	Gymnospermes
Division	<i>Pinophyta</i>

Classe	<i>Pinopsida</i>
Ordre	<i>Pinales</i>
Famille	<i>Cuperssaceae</i>
Sous-famille	<i>Cupressoideae</i>
Genre	<i>Juniperus</i> L
Section	<i>Sabina</i>
Espèce	<i>Juniperus thurifera</i> L

I.1.3.3. Répartition géographique

Le Genévrier thurifère est une essence à aire disloquée limitée à la partie occidentale du bassin méditerranéen. Il est présent en Europe : France, Italie, Espagne, et en Afrique du Nord : Au Maroc et en Algérie (Badri, 2003).

En Algérie, le genevrier thurifère est particulièrement présent dans le massif de l'Aurès, où il forme des peuplements largement ouverts, dégradés. Dans les Aurès, le thurifère se répartit en trois sections de tailles variées : la première se trouve dans la zone de T'kout, la deuxième dans la vallée de l'Ouled Abdi, tandis que la troisième est établie à Tibhirine (Zeraib, 2016).

I.2. Les huiles essentielles

I.2.1. Définition

Une huile essentielle est un extrait aromatique, souvent d'une composition complexe, obtenu à partir d'une matière première végétale spécifiquement définie. Elle est obtenue par entraînement à la vapeur d'eau, par distillation à sec ou par une méthode mécanique appropriée, sans recourir à la chaleur. En générale, elle est ensuite séparée de sa phase aqueuse par un procédé physique, préservant ainsi sa composition d'origine (Bourain, 2013).

I.2.2. Localisation

Les huiles essentielles sont présentes dans l'ensemble du règne végétal. Elles se trouvent stockées dans des structures spécialisées des plantes, notamment au niveau des fleurs, des feuilles, des fruits, des graines, des écorces et des racines (Ens *et al.*, 2009). Leur

stockage s'effectue au sein de cellules sécrétrices, de cavités, de canaux, ainsi que dans les cellules épidermiques ou les trichomes glandulaires (Bakkali *et al.*, 2008).

I.2.3. Composition chimique

Une huile essentielle présente une composition moléculaire complexe, qui lui confère des propriétés uniques. Elle est dépourvue des protéines, des lipides, des glucides, ainsi que des minéraux et des vitamines, ce qui implique qu'elle n'offre aucune valeur nutritionnelle (Athamena, 2019).

Les composants des huiles essentielles peuvent être divisés en deux catégories attribuant aux essences aromatiques leurs propriétés biologiques :

I.2.3.1. Les terpènes :

C'est une famille de composés qui se retrouve largement dans le monde végétal, composée d'une combinaison de 5 atomes de carbone (C5), aussi appelée : isoprène. Ce groupe se décompose en deux sous-catégories : les monoterpènes et les sesquiterpènes (Bouras, 2018).

I.2.3.2. Les phénylpropanoïdes : (les composés aromatiques)

Ils sont nettement moins courants que les composés terpéniques. Ils intègrent diverses fonctions telles qu'alcool et phénols.

Il se peut aussi qu'elles contiennent divers produits dérivés du processus de décomposition impliquant des composants non volatils (Bouras, 2018).

I.2.4. Les méthodes d'extraction des huiles essentielles

Plusieurs méthodes sont utilisées pour l'extraction des huiles essentielles, des méthodes traditionnelles qui sont les plus utilisées c'est le cas de: l'hydrodistillation ou l'enfleurage et des méthodes innovatrices comme l'extraction au CO2 supercritique et l'extraction sans solvant assistée par micro-ondes (Capuzzo *et al.*, 2013).

L'hydrodistillation demeure la méthode la plus utilisée pour l'extraction des huiles essentielles. Cette méthode repose sur l'évaporation de l'huile essentielle en chauffant un mélange d'eau ou d'autres matériaux, tels que des solvants, en présence de la plante. Les vapeurs ainsi générées sont ensuite liquéfiées dans un condenseur (Fabrocini, 2007). Les principes volatils sont entraînés par les vapeurs d'eau puis refroidis et enfin séparés de la phase par décantation (Moro, 2008).

I.2.5. Propriétés thérapeutiques des huiles essentielles

Les huiles essentielles (HEs) sont reconnues pour leurs propriétés antimicrobiennes, anti-inflammatoires et analgésiques, ce qui les rend précieuses en médecine complémentaire et conventionnelle.

- **Propriétés anti-inflammatoires et antioxydantes :** Les HEs possèdent des propriétés qui peuvent réduire l'inflammation et le stress oxydatif, contribuant ainsi à leur efficacité thérapeutique (Damião P. *et al.*, 2023).
- **Effets antimicrobiens :** Les HEs présentent des effets inhibiteurs significatifs contre les bactéries, les champignons et les virus, ce qui en fait des alternatives potentielles aux antibiotiques conventionnels (Aljaafari *et al.*, 2021).
- **Soulagement de la douleur et réduction du stress :** les HEs peuvent soulager les symptômes d'anxiété, de dépression et de douleur, améliorant ainsi le bien-être général (Sharangi & Peter, 2022).

I.3. Les polyphénols

I.3.1. Définition

Les polyphénols, également connus sous le nom de composés phénoliques, sont des molécules caractéristiques du règne végétal. Ces substances, qui font partie du métabolisme secondaire des plantes, se distinguent par la présence d'un cycle aromatique, généralement orné de groupements hydroxyles, qu'ils soient libres ou liés à un glucide (Gerhard, 1993).

On les retrouve au sein des plantes, des racines jusqu'aux fruits. Bien que leurs fonctions ne soient pas strictement essentielles à la vie de la plante, ces substances jouent un rôle capital dans ses interactions avec son environnement, contribuant ainsi à la survie de l'organisme au sein de son écosystème (Hynes & O'Coinceanainn, 2004).

Les cycles aromatiques phénoliques présents dans les plantes proviennent de deux principales voies de synthèse, la voie shikimate (également impliquée dans la production des acides aminés (Phe et Tyr) et la voie du polyacétyle, qui est le résultat de la condensation des molécules d'acétyle coenzyme A. Cette biosynthèse a conduit à la création d'un large éventail des molécules spécifiques à une espèce végétale, un organe ou un tissu particulier (Sabiha, 2013).

I.3.2. Les principales classes des polyphénols

La classification des polyphénols repose principalement sur leur structure, le nombre de noyaux aromatiques et les composants qui relient ces noyaux. On peut identifier deux catégories: les composés phénoliques simples et les composés phénoliques complexes (D'Archivio *et al.*, 2007).

I.3.2.1. Les acides phénoliques

Les acides phénoliques sont des composés phytochimiques qui possèdent au moins un groupe carboxyle ainsi qu'un groupe hydroxy-phénolique (Chanforan, 2010).

➤ Les acides hydroxybenzoïque (C6-C1)

Les hydroxybenzoïques, dérivés de l'acide benzoïque, présentent une structure générale de type (C6-C1). On les retrouve généralement sous forme d'esters ou de glycosides. Parmi les différentes molécules de cette catégorie, les plus courantes sont l'acide gallique, l'acide vanillique, l'acide syringique et l'acide p-hydroxybenzoïque (Salta *et al.*, 2007).

➤ Les acides hydroxycinnamiques (C6-C3)

Ils dérivent de l'acide cinnamique et possèdent une structure de base de type (C6-C3). Souvent, ces composés se trouvent associés à des molécules organiques. Les différents niveaux d'hydroxylation et de méthylation du cycle benzénique confèrent à ces molécules une réactivité chimique significative. On peut notamment citer parmi elles l'acide caféique, l'acide férulique, l'acide p-coumarique et l'acide sinapique (Sarni-Manchado & Cheynier, 2006).

I.3.2.2. Flavonoïdes

Les flavonoïdes sont des composés qui possèdent une structure de base composée de quinze atomes de carbone, intégrant deux noyaux aromatiques et un hétérocycle central de type pyrane, formant ainsi une architecture C6-C3-C6. Leur rôle est essentiel dans la pigmentation des fleurs, ainsi que dans les mécanismes de défense contre les rayons UV, les herbivores et les infections microbiennes. On les trouve dans une grande variété d'aliments, tels que les fruits, les légumes, les céréales, les jus de fruits, le thé et le vin (Emeraux, 2019).

Les flavonoïdes se déclinent en plusieurs classes, parmi lesquelles on trouve les flavones, les flavonols, les flavan-3-ols, les isoflavones, les flavanones et les anthocyanidines. La structure fondamentale de ces flavonoïdes peut accueillir diverses substitutions, les groupes hydroxyles apparaissant généralement aux positions 4, 5 et 7. On observe également que ces composés se présentent fréquemment sous forme de glycosides (Achat, 2013).

I.4. Activité antioxydant

I.4.1. Stress oxydatif

L'oxygène joue un rôle essentiel dans la vie des organismes aérobies. En effet, les mitochondries, qui en consomment la majeure partie, l'utilisent comme substrat dans la chaîne respiratoire pour produire de l'énergie sous forme d'ATP. Ce processus métabolique entraîne également la génération d'espèces réactives dérivées de l'oxygène (ERO) et de l'azote (ERN), qui se retrouvent en équilibre avec les systèmes antioxydants de l'organisme. Elles constituent la principale catégorie d'espèces réactives produites dans les organismes vivants, en raison de l'importance du métabolisme aérobie (Roede & Jones, 2010).

I.4.2. Les radicaux libres

Un radical libre est une espèce chimique, qu'il s'agisse d'un atome ou d'une molécule, qui possède un électron non apparié. Ce déséquilibre n'est que temporaire et se rétablit soit par l'acceptation d'un électron supplémentaire, soit par le transfert de cet électron libre vers une autre molécule (Afonso *et al.*, 2007).

I.4.3. Rôles des radicaux libres

Le paradoxe des radicaux libres en biologie réside dans le fait qu'ils sont à la fois périlleux et indispensables à la vie. D'une part, ces composés peuvent être à l'origine de diverses pathologies ; d'autre part, ils remplissent de nombreuses fonctions bénéfiques. En effet, les radicaux libres interviennent dans des processus tels que la phagocytose, le fonctionnement des enzymes, la signalisation cellulaire, la défense immunitaire, ainsi que la destruction des cellules tumorales. Par ailleurs, ils jouent un rôle crucial dans la régulation de la dilatation capillaire, le fonctionnement des neurones associés à la mémoire, la fécondation de l'ovule, ainsi que dans la régulation des gènes (Favier, 2003).

I.4.4. Les antioxydants

Les antioxydants sont des substances présentes en concentrations faibles, ayant la capacité de ralentir ou d'empêcher l'oxydation d'autres composés. Ils englobent des enzymes spécifiques ainsi que de petites molécules solubles dans l'eau ou dans les lipides (Dröge, 2002). Certains sont produits par l'organisme, ce sont les antioxydants endogènes, ou proviennent de l'alimentation, et sont donc exogènes (Oueslati, 2017).

Pour contrôler la production permanente des ROS, les organismes vivants possèdent des systèmes de défense qui les protègent contre les dommages des ROS. Ces défenses permettent de maintenir la concentration en espèces radicalaires à un taux basal (homéostasie physiologique). En effet, elles possèdent une grande affinité pour les ROS, avec lesquelles elles réagissent très rapidement pour les neutraliser (Oueslati, 2017). Il s'agit d'une barrière de défense composée de superoxyde dismutase (SOD), de catalase, ainsi que de peroxydase (glutathion et ascorbate) (Favier, 2003). Ces enzymes antioxydantes permettent l'élimination des radicaux libres, selon les réactions suivantes :

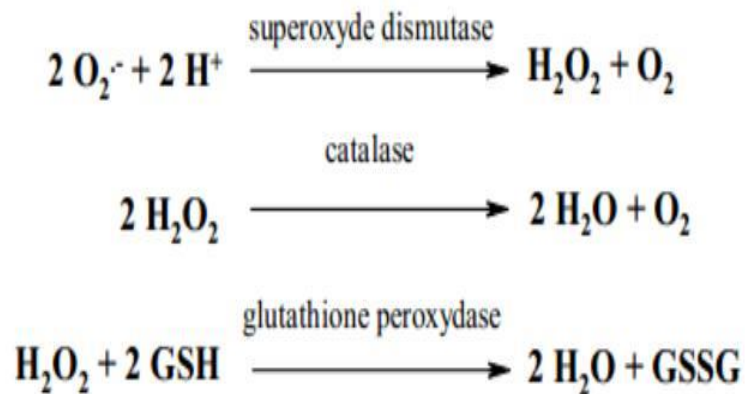


Figure 2: Réactions catalysées par les antioxydants enzymatiques (Weydert & Cullen, 2010).

Partie II

Expérimentale

Chapitre II

Matériel et méthodes

II.1. Matériel

II.1.1. Matériel Végétal

Le matériel végétal utilisé dans cette étude comprend la partie aérienne, à savoir les feuilles et les rameaux, de *J. thurifera*. La récolte a été effectuée au mois de décembre dans la région de T'kout, située dans la wilaya de Batna, au nord-est de l'Algérie.

Le matériel a été nettoyé, puis séché à température ambiante et à l'ombre pendant 15 jours avant d'être conservé jusqu'à son utilisation.



Figure 3 : Les feuilles et rameaux séchés de *Juniperus thurifera* (photo prise 2025).

II.1.2. Matériel de laboratoire

II.1.2.1. Réactifs

DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl), réactif de Folin-Ciocalteu (10%), solution de carbonate de sodium (Na_2CO_3) (7,5%), solution de chlorure d'aluminium (AlCl_3) à 2% , la quercétine , acide gallique , les solvants (méthanol, 1- butanol, dichlorométhane , acétate d'éthyle) , eau distillée.

II.1.2.2. Instruments et Appareillages

Appareil type cleverger, spectrophotomètre UV-vis, étuve électrique, agitateur magnétique, vortex, balance analytique, centrifugeuse, micropipette, évaporateur rotatif, tubes à essai, erlenmeyer, bécher, éprouvette.

II.2. Méthodes

II.2.1. Extraction des huiles essentielles

Les huiles essentielles ont été obtenues par hydrodistillation, pendant 3 heures à l'aide d'un appareil de type Clevenger (**Figure 4**). Ce procédé repose sur la capacité de la vapeur d'eau à transporter les huiles essentielles.



Figure 4 : Appareil d'extraction des huiles essentielles type Clevenger (photo prise 2025).

Une quantité de 250g du matériel végétal (des rameaux coupé en petit morceaux ou feuilles) a été introduite dans un ballon en verre de 1 L. L'eau est ensuite chauffée jusqu'à ébullition, ce qui provoque la formation de vapeur. Cette vapeur s'élève et circule à travers le réfrigérant, maintenu à une température constante entre 15°C et 18°C.

La durée de l'extraction par hydrodistillation est généralement comprise entre 3 et 4 heures, en fonction de la nature de la plante et des conditions opératoires.

L'huile essentielle ainsi obtenue est récupérée puis traitée avec un agent déshydratant, le sulfate de sodium pour éliminer l'eau résiduelle de l'huile. Les huiles ont été conservées dans des flacons en verre opaque à 4°C à l'abri de la lumière jusqu'à leur utilisation.

II .2.2. Préparation des extraits bruts

Après séchage, les feuilles de *Juniperus thurifera* ont été broyées à l'aide d'un mortier traditionnel afin d'obtenir une poudre grossière, puis affinées à l'aide d'un moulin électrique (Moulinex) pour obtenir une poudre fine. Le matériel végétal ainsi préparé a été soumis à une

extraction par macération avec quatre solvants organiques : n-butanol, méthanol, dichlorométhane et acétate d'éthyle.

Une quantité de 5 g de poudre de feuilles a été mise à macérer dans 50 mL de chaque solvant.

La macération a été effectuée sous agitation constante pendant 24 heures, à température ambiante et à l'abri de la lumière.

Après 24 heures de macération, les mélanges ont été centrifugés pendant 1 minute à 3000 tours par minute afin de séparer le surnageant. En cas de présence d'impuretés visibles, le surnageant a été filtré sous vide à l'aide de papier filtre.

Les extraits obtenus ont ensuite été concentrés à une température de 40°C à l'aide d'un évaporateur rotatif afin d'éliminer les solvants et de récupérer les extraits bruts.

La série d'extraction nous a permis d'obtenir quatre extraits : l'extrait d'acétate d'éthyle (EAc), l'extrait dichlorométhanique (EDm) et l'extrait méthanolique (EMe), l'extrait n-butanolique (EBu). Ces derniers ont été conservés à l'obscurité à 4 °C pour les analyses ultérieures.

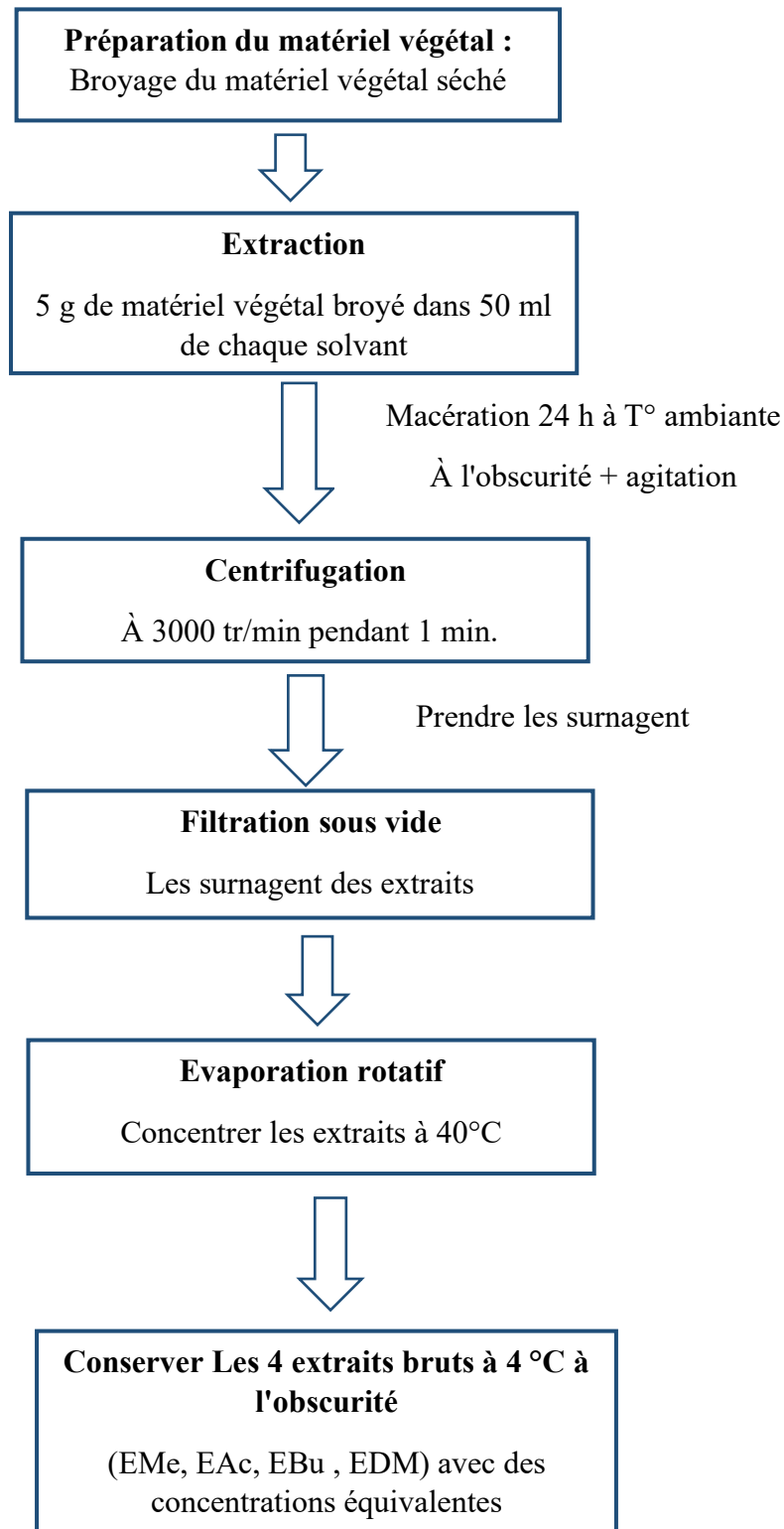


Figure 5 : Protocole de préparation de l'extrait brut.

II.2.3. Calcul de rendement en huiles essentielles

Le rendement en huile essentielle est le rapport du poids de l'HE extraite et le poids de la matière végétale sèche. Il est exprimé en pourcentage et calculé selon la formule suivante:

$$R (\%) = \text{Masse (HE)} / \text{Masse (M vs)} \times 100$$

R (%) : Rendement en huile essentielle.

Masse (HE) : masse de l'huile essentielle.

Masse (M vs) : masse du matériel végétal sec.

II .2.4. Etude phytochimique

II.2.4.1. Dosage des polyphénols totaux

➤ Principe

Le réactif de Folin Ciocalteu est un acide de couleur jaune constitué par un mélange d'acide phosphotungstique ($\text{H}_3\text{PW}_{12}\text{O}_{40}$) et d'acide phosphomolybdique ($\text{H}_3\text{PMo}_{12}\text{O}_{40}$). Il est réduit lors de l'oxydation des phénols, en un mélange d'oxydes bleus de tungstène et de molybdène. La coloration produite, dont l'absorption maximum à 765nm est proportionnelle à la quantité de polyphénols présents dans les extraits végétaux (Boizot & Charpentier, 2006).

➤ Mode opératoire

Un volume de 0.5 ml du réactif de Folin-Ciocalteu (10%) est ajouté à 0,1 ml de chaque extrait. Après 4 minutes, 0,4 ml de la solution de carbonate de sodium (Na_2CO_3) (7,5%) sont ajoutés. Le mélange est incubé 2h à l'obscurité à température ambiante. L'absorbance a été mesurée à 765 nm contre un blanc sans extrait.

La concentration des composés phénoliques dans chaque extrait est exprimée en milligramme équivalent d'acide gallique par 1g de matière sèche grâce à une courbe d'étalonnage obtenue avec différentes concentrations d'acide gallique (Ribéreau-Gayon, 1968).

II.2.4.2. Dosage des flavonoïdes

➤ Principe

La quantification des flavonoïdes a été effectuée par une méthode basée sur la formation d'un complexe très stable, entre le chlorure d'aluminium et les atomes d'oxygène présent sur les carbones 4 et 5 des flavonoïdes (Ali-Rachedi *et al.*, 2018).

Les flavonoïdes forment des complexes jaunâtres lors de chélation des métaux, dans cette méthode c'est l'aluminium sous forme d'ions Al^{+3} , après décomposition de chlorure d'aluminium ($AlCl_3$). Les complexes formés sont responsables de l'absorption de la lumière dans le visible qui est proportionnelle à la concentration en flavonoïdes.

➤ Mode opératoire

Un volume de 1 ml de chlorure d'aluminium (2%) est ajouté à 1 ml de chaque extrait. L'absorbance est lue à 430 nm, après 15 min d'incubation à température ambiante, contre un blanc sans extrait. La concentration des flavonoïdes dans chaque extrait est exprimée en milligramme équivalent d'un standard par 1 g de matière sèche grâce à une courbe d'étalonnage obtenue avec différentes concentrations de la quercétine (Ribéreau-Gayon, 1968) .

II.2.4.3. Test piégeage du radical DPPH (Diphényl Picrylhydrazyle)

➤ Principe

Le 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle est un radical libre très utilisé dans l'évaluation de l'activité antioxydant. Une solution de DPPH est colorée en violet. Mise en présence d'antioxydant (donneurs de proton) capable de réduire le radical DPPH à la forme d'hydrazine (non radical) en acceptant un atome d'hydrogène (Figure 6), sa couleur tire vers le jaune. La diminution de la coloration est proportionnelle à l'activité antioxydant de l'extrait testé, elle est suivie par spectrophotométrie UV à 517nm.

L'équation de la réaction du DPPH avec une molécule donneuse de protons (RH) peut s'écrire:

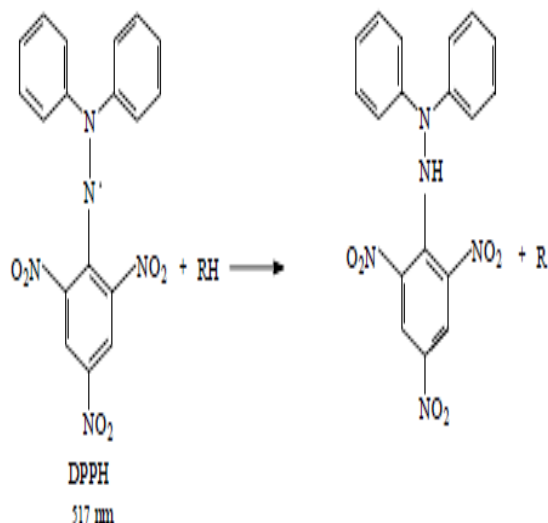


Figure6 : Réduction du radical DPPH par une molécule donneuse de protons (Boudjedjou, 2020).

➤ Mode opératoire

L'activité de piégeage des radicaux DPPH des huiles essentielles a été mesurée comme décrit par (Doshi *et al.*, 2015). Brièvement, 100µl de chaque huile essentielle solubilisée dans le méthanol a été ajoutée à 900 µl de solution de DPPH (0,1µM) fraîchement préparée. Après agitation, le mélange a été incubé pendant 30 min à l'obscurité et à température ambiante, puis l'absorbance a été mesurée à 517 nm contre un blanc (mélange sans huile essentielle). L'acide ascorbique a été utilisé comme antioxydant standard. Il a été préparé dans les mêmes conditions. Le pourcentage d'inhibition du radical DPPH (I%) a été calculé selon la formule:

$$\text{Pourcentage d'inhibition (\%)} = [(A \text{ Contrôle} - A \text{ échantillon}) / A \text{ Contrôle}] \times 100$$

I% : Le pourcentage d'inhibition.

A contrôle : absorbance de la solution de DPPH seule (sans extrait).

A échantillon : absorbance de la solution contenant l'extrait testé.

La diminution de l'absorbance indique la réduction du DPPH par les antioxydants présents dans l'extrait.

La valeur CI50 est définie comme la concentration des antioxydants correspondant à 50 % d'inhibition. Une CI50 faible signifie que l'extrait est très efficace pour neutraliser les radicaux libres.

Chapitre III

Résultats et Discussion

III.1 Rendement des huiles essentielles

III.1.1. Les huiles essentielles des feuilles

Le rendement en huile essentielles extraite par hydrodistillation à partir des feuilles de *Juniperus thurifera* est de 0,37 %. L'huile essentielle obtenue est caractérisée par une couleur jaune verdâtre ou vert jaunâtre, avec une odeur forte, et un état laqueux et huileux.

Notre résultats proche de celui obtenu par Zeraïb, (2016) qui a enregistré un rendement variant de 0,40 % à 0,53 % pour des feuilles de la même espèce. Par ailleurs, Achak *et al.*(2006) ont rapporté des rendements supérieures allant de 0,68 % à 0,73 %, à partir des feuilles fraîches et de 0.57% à 1.01% à partir des feuilles séchées de *J. thurifera* collectées de différentes régions au Maroc.

De même Rahhal *et al.* (2019) ont signalé un rendement plus élevé qui est de 0,93 % pour des échantillons issus de la zone sauvage de la vallée d'Aït Bouguemez (province d'Azilal, Maroc).

III.1.2. Les huiles essentielles des rameaux

Le rendement en huile essentielle obtenu à partir des rameaux de *J. thurifera* est de 0,48 %. L'huile obtenue est de couleur vert pâle et à odeur forte.

Ce rendement est inférieur à ceux rapportés dans des études précédentes menées au Maroc. En effet, Lafraxo *et al.*(2022) ont rapporté un rendement d'environ 0,89 % pour des rameaux récoltés dans une région montagneuse du Moyen Atlas. De même, Mansouri *et al.*(2010) ont obtenu un rendement d'environ 1,32 % à partir des rameaux collectés dans le Moyen Atlas oriental.

Les variations des rendement en huiles essentielles sont attribuées aux conditions écologiques (altitude, climat, sol), à la saison de récolte, ainsi qu'à la variabilité génétique des populations locales de *J. thurifera* (Moujane *et al.*, 2023) .

III.2. Evaluation de l'activité antioxydant des huiles essentielles

L'activité antioxydant de l'huile essentielle extraite des rameaux et des feuilles de *Juniperus thurifera* a été évaluée par la méthode de DPPH.

L'activité antiradicalaire a été évaluée à l'aide de la méthode du radical 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle (DPPH), couramment utilisée en raison de sa simplicité. Cette méthode repose

sur la capacité des antioxydants à réduire le radical DPPH en lui cédant un atome d'hydrogène ou un électron, conduisant à la formation de sa forme non radicalaire, le DPPH-H (Bortolomeazzi *et al.*, 2007).

Le pouvoir réducteur se manifeste par une diminution de l'absorbance de la solution, traduisant une augmentation du pourcentage d'inhibition. L'intensité de l'inhibition de la décoloration du DPPH dépend de la concentration des extraits testés ainsi que de celle du témoin, l'acide ascorbique, utilisé comme antioxydant de référence.

L'activité antioxydante des extraits est exprimée par la CI_{50} (concentration inhibitrice à 50 %), correspondant à la concentration nécessaire pour réduire de moitié l'activité du radical DPPH. Plus la CI_{50} est faible, plus l'extrait est considéré comme ayant un pouvoir antioxydant élevé.

Les pourcentages d'inhibition du radical DPPH par l'acide ascorbique, l'huile essentielle des feuilles et des rameaux de *J. thurifera* sont représentés dans les figures 7, 8 et 9 respectivement.

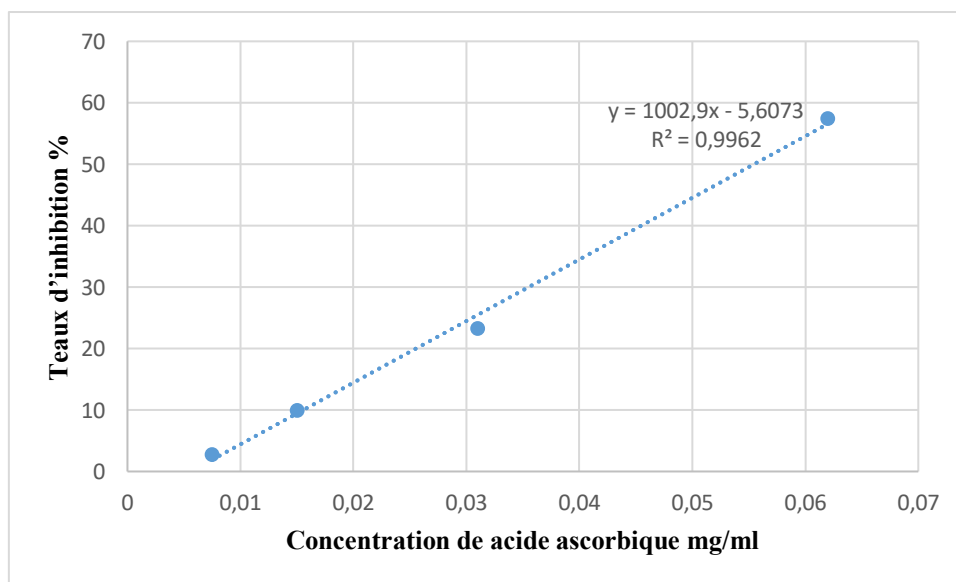


Figure 7 : Pourcentage d'inhibition du DPPH par l'acide ascorbique.

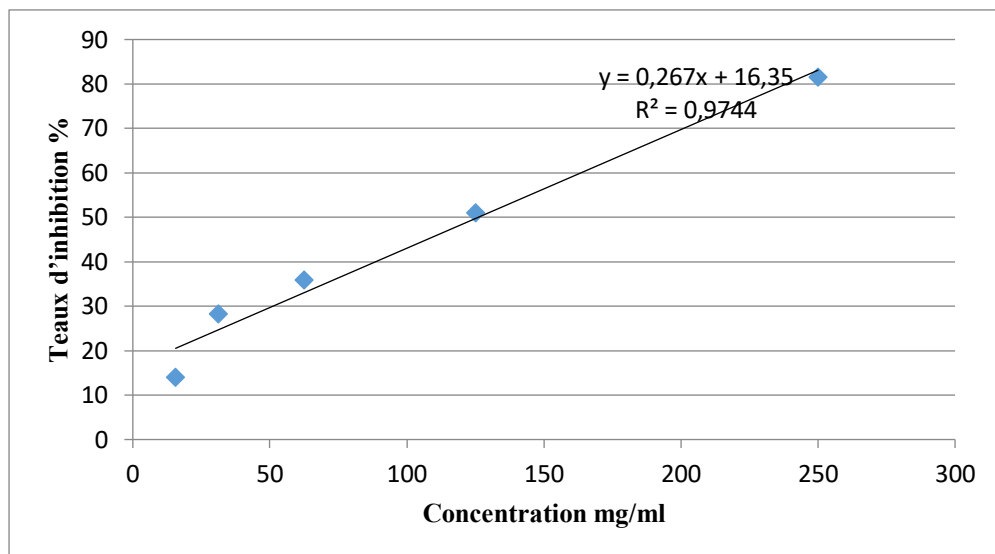


Figure 8 : Pourcentage d'inhibition du DPPH par les huiles essentielles des feuilles de *Juniperus thurifera*.

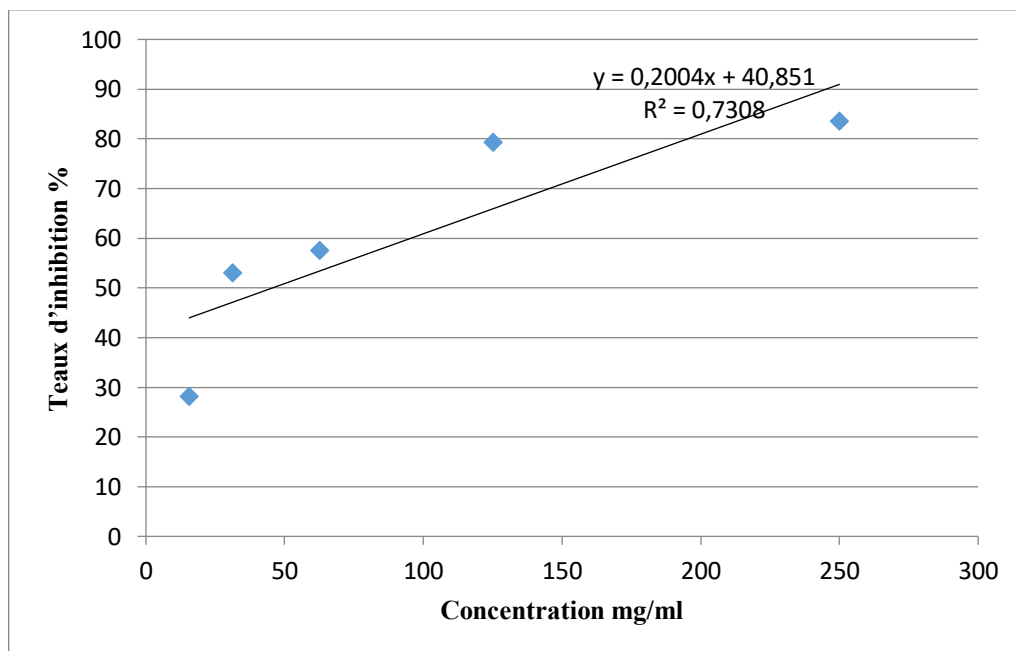


Figure 9 : Pourcentage d'inhibition du DPPH par les huiles essentielles des rameaux de *Juniperus thurifera*.

A partir des graphes ci-dessus, nous avons déterminé les CI₅₀ pour chaque huile ainsi que celle de l'acide ascorbique afin de pouvoir les comparer.

Tableau 2 : Les valeurs CI₅₀ (mesurées par le test de DPPH) de l'acide ascorbique et des huiles essentielles des feuilles et des rameaux de *J. thurifera*.

Extrait	CI ₅₀ (mg/mL)
Acide ascorbique	0,055
HE des feuilles	126,03
HE des rameaux	45,65

Les résultats obtenus montrent une CI₅₀ de 126,03 mg/mL pour l'huile essentielle (HE) des feuilles de *J. thurifera*, contre 45,65 mg/mL pour celle des rameaux. En comparaison, l'acide ascorbique, utilisé comme antioxydant de référence, présente une CI₅₀ nettement plus faible qui est de 0,055 mg/mL.

Ces données indiquent que l'huile essentielle des rameaux possède une activité antiradicalaire plus élevée que celle des feuilles, mais cette activité reste inférieure à celle de l'acide ascorbique.

Nos résultats diffèrent de ceux rapportés dans les études antérieures. En effet, concernant (HE) des feuilles de *J. thurifera*, l'étude menée par Lafraxo *et al.* (2022) a révélé une CI₅₀ de $23,6 \pm 0,71$ µg/mL. De même, Rahhal *et al.* (2019) ont rapporté une CI₅₀ de 12,07 µg/mL, indiquant une activité antioxydante plus élevée que celle observée dans notre étude.

Satrani *et al.* (2015) ont évalué le pouvoir antioxydant des huiles essentielles de *Juniperus thurifera*, *J. oxycedrus* et *J. phoenicea* provenant du Maroc. Leurs résultats ont montré que *J. thurifera* présente l'activité antioxydante la plus élevée, avec une CI₅₀ de 4,75 µg/mL, contre 4,90 µg/mL pour *J. oxycedrus* et 5,50 µg/mL pour *J. phoenicea*. Cette supériorité a été attribuée à la richesse de l'huile essentielle de *J. thurifera* en terpènes oxygénés.

Zouari *et al.* (2011) ont rapporté que les huiles essentielles riches en composés terpéniques présentent une forte capacité de piégeage du radical DPPH. Parmi les composés terpéniques, les monoterpènes hydrocarbonés sont particulièrement reconnus pour leurs propriétés antioxydantes significatives (Elansary *et al.*, 2012).

Les variations observées dans les résultats d'activité antioxydante des (HEs) de *Juniperus thurifera* peuvent être attribuées à plusieurs facteurs. Parmi ceux-ci: l'origine géographique et botanique des échantillons, la composition chimique des HEs, la variabilité dans les méthodes d'extraction des HEs et les conditions expérimentales des tests antioxydants. De plus, les conditions environnementales telles que la température, la lumière, la pluviométrie et les conditions édaphiques influencent la composition chimique des plantes aromatiques et médicinales (Moujane *et al.*, 2023).

III.3.Dosage des polyphénols totaux et des flavonoïdes

La majorité des effets pharmacologiques des plantes est due à des composés phénoliques (acides phénoliques et flavonoïdes), un dosage des polyphénols totaux et des flavonoïdes des extraits a été effectué pour en estimer les teneurs.

Dans la présente étude, nous avons préparé quatre extraits, à savoir : l'extrait d'acétate d'éthyle (EAc), l'extrait dichlorométhanique (EDm), l'extrait méthanolique (EMe) et l'extrait n-butanolique (EBu). L'aspect et la couleur de chaque extrait sont regroupés dans le tableau 3.

Tableau 3 : Aspect et couleur des extraits obtenus

Les extraits	Aspect et couleur
Méthanol	Extrait liquide, vert
Dichlorométhane	Huileux, vert foncé
Acétate d'éthyle	Extrait liquide, vert foncé
N-butanol	Extrait liquide, vert clair

III.3.1. Dosage des polyphénols totaux

La teneur en polyphénols totaux des extraits a été déterminée par la méthode de Folin-Ciocalteu.

Les résultats obtenus sont exprimés en milligramme équivalent d'acide gallique par gramme de matière sèche (mg EAG/g MS) grâce à une courbe d'étalonnage obtenue avec différentes concentrations d'acide gallique.

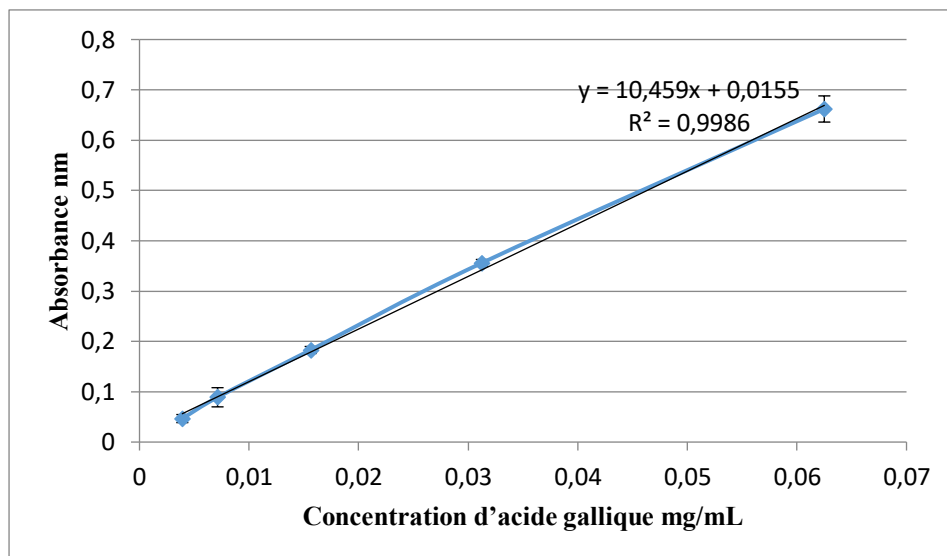


Figure 10 : Courbe d'étalonnage de l'Acide Gallique.

Les teneurs en polyphénols totaux des extraits étudiés sont récapitulées dans le tableau 4.

Tableau 4: Teneur en polyphénols totaux des 4 extraits équivalent d'acide gallique

Extrait	Teneur en polyphénols totaux (mg EAG/g MS)
Méthanol	97,58 ± 0,062
n-Butanol	122,96 ± 0,054
Acétate d'éthyle	52,71 ± 0,005
Dichlorométhane	44,68 ± 0,008

D'après les résultats du tableau ci-dessus, la teneur en polyphénols des différents extraits de *Juniperus thurifera* varie entre 44,68 et 122,96 mg EAG/g MS.

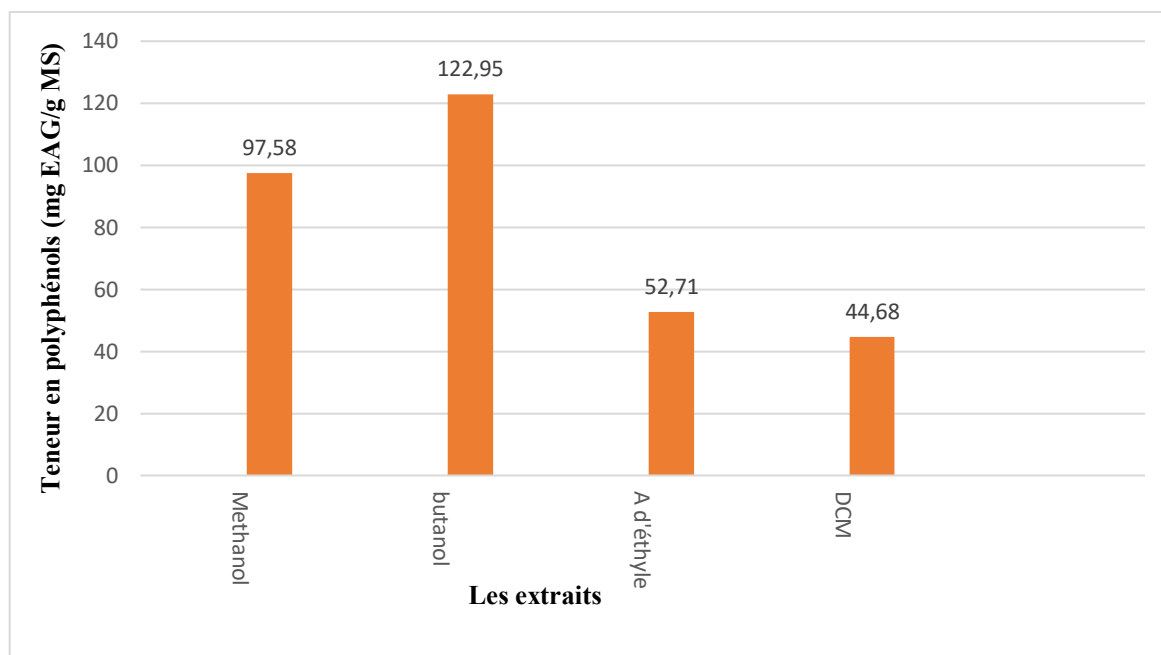


Figure 11 : Teneur en polyphénols des différents extraits.

Les résultats montrent que l'extrait n-butanolique présente la plus forte teneur en polyphénols totaux, avec $122,96 \pm 0,054$ mg EAG/g MS. Il est suivi de l'extrait méthanolique $97,58 \pm 0,062$ mg EAG/g MS, puis de l'extrait d'acétate d'éthyle $52,71 \pm 0,005$ mg EAG/g MS et enfin de l'extrait au dichlorométhane, qui affiche la plus faible teneur, soit $44,68 \pm 0,008$ mg EAG/g MS.

Les teneurs enregistrées dans notre étude sont supérieures à celles rapportées par Amalich *et al.* (2016) dans la fraction n-butanolique de l'extrait de *Juniperus phoenicea* provenant de Tounfite (Maroc), qui s'élèvent à seulement 2,16 mg EAG/g. Elles dépassent également celles obtenues par Moein *et al.* (2014) pour l'extrait butanolique des fruits de *Juniperus excelsa*, avec une teneur en polyphénols de $82,9 \pm 1,1$ mg EAG/g.

Concernant l'extrait méthanolique, notre valeur qui est de $97,58 \pm 0,062$ mg EAG/g MS est inférieure à celles obtenues par Ennajjar *et al.* (2009) pour les extraits des feuilles de *J. phoenicea* (217 ± 2 mg EAG/g) et par Athamena, (2019) pour les feuilles de *Juniperus thurifera* ($178,11 \pm 0,38$ mg EAG/g).

La teneur en polyphénols de l'extrait d'acétate d'éthyle, évaluée à $52,71 \pm 0,005$ mg EAG/g MS, est inférieure à celle rapportée par Ennajjar *et al.* (2009) pour les feuilles de *J. phoenicea* (116 ± 2 mg EAG/g ES), mais supérieure à celle rapportée par

Amalich *et al.*(2016) à partir des feuilles de *Juniperus phoenicea* (2,91 mg EAG/g ES).

De même, l'extrait du dichlorométhane s'est révélé le plus pauvre en polyphénols avec $44,68 \pm 0,008$ mg EAG/g MS. Cette teneur est inférieure aux valeurs mentionnées par Ennajar *et al.*(2009) qui était de 56 ± 1 mg EAG/g ES et par Athamena, (2019) avec $65,10 \pm 1,63$ mg EAG/g ES pour les feuilles de *Juniperus thurifera*.

III.3.2. Dosage des flavonoïdes

La teneur en flavonoïdes de chaque extrait a été estimée par la méthode colorimétrique à l'aluminium, en utilisant une gamme étalon établie à partir de différentes concentrations de quercétine.

Les résultats sont exprimés en microgrammes équivalent de quercétine par milligramme de matière sèche ($\mu\text{g EQ/g MS}$).

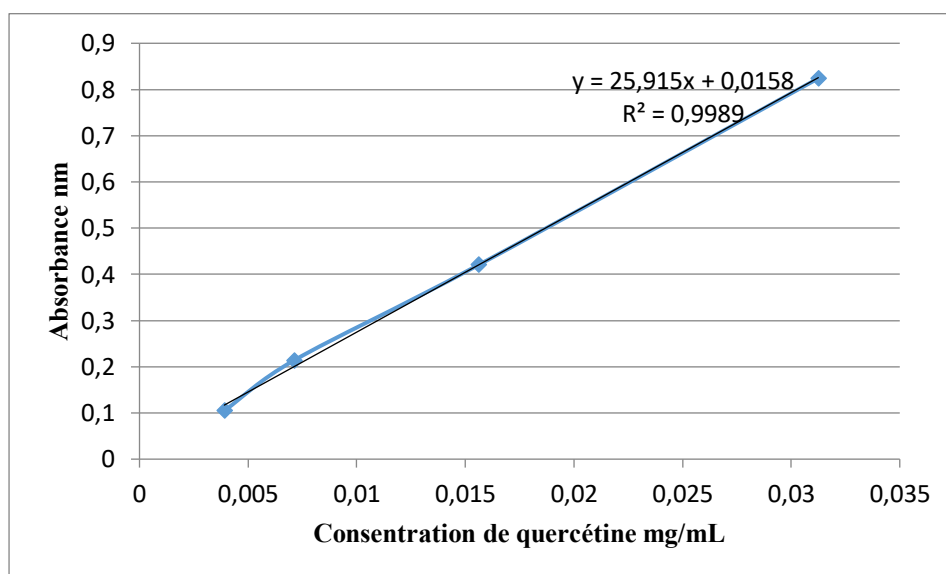


Figure 12 : Courbe d'étalonnage de la quercétine.

Les teneurs en flavonoïdes des extraits étudiés sont récapitulées dans le tableau 5.

Tableau 5 : Teneur en flavonoïdes des différents extraits de *J. thurifera*.

Extrait	Teneur en flavonoïdes ($\mu\text{g EQ/g MS}$)
Méthanol	$3771,26 \pm 0,17$
n-Butanol	$1030,07 \pm 0,05$

Acétate d'éthyle	883,79 ± 0,23
Dichlorométhane	397,03 ± 0,58

La teneur en flavonoïdes de nos extraits varie entre 397,03 µg EQ/g MS et 3771,26 µg EQ/g MS.

L'extrait méthanolique s'est révélé le plus riche en flavonoïdes, avec une teneur de 3771,26 ± 0,017 µg EQ/g MS, suivi de l'extrait n-butanolique (1030,07 ± 0,05 µg EQ/g MS). L'extrait d'acétate d'éthyle a présenté une teneur de 883,79 ± 0,23 µg EQ/g MS, tandis que l'extrait dichlorométhanique a affiché la valeur la plus faible, soit 397,03 ± 0,58 µg EQ/g MS (Figure 13).

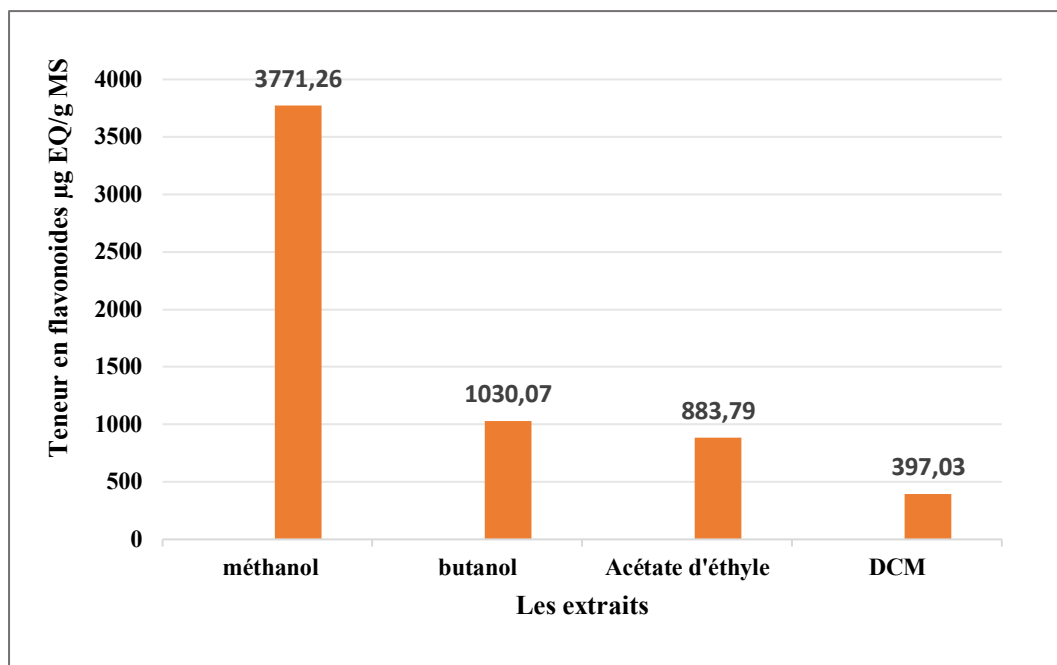


Figure 13 : Teneur en flavonoïdes des différents extraits.

Selon Athamena ,(2019) les parties aériennes de *Juniperus thurifera* collectées à Thniet El Abed (Aurès) ont présenté une teneur élevée en flavonoïdes, en particulier dans l'extrait méthanolique (39,33 ± 0,04 mg EQ/g ES) et dans l'extrait au dichlorométhane (38,53 ± 0,14 mg EQ/g ES). Ces valeurs sont globalement supérieures à celles obtenues dans notre étude.

Par contre, l'étude réalisée par Ennajar *et al.* (2009) sur les feuilles de *Juniperus phoenicea*, récoltées dans la région sud-est de la Tunisie a montré des teneurs en flavonoïdes inférieures à celles obtenues dans notre travail. En effet, l'extrait méthanolique présentait une concentration de

$20,9 \pm 1,0 \mu\text{g EQ/g MS}$, tandis que l'extrait dichlorométhanique contenait $16,7 \pm 0,7 \mu\text{g EQ/g MS}$.

Dans une étude récente menée par Ahmida *et al.* (2024) sur *Juniperus oxycedrus* récolté dans la wilaya de Jijel, les auteurs ont rapporté des teneurs en flavonoïdes supérieures à celles obtenues dans notre étude. En effet, l'extrait à l'acétate d'éthyle a révélé une teneur de $47,70 \pm 2,20 \mu\text{g EQ/mg}$ de matière sèche, tandis que l'extrait n-butanolique a présenté une teneur de $31,14 \pm 2,50 \mu\text{g EQ/mg}$.

De même, Amalich *et al.* (2016) qui ont travaillé sur les feuilles de *J. phoenicea* dans les montagnes du haut atlas oriental (Moroc), ont enregistré des teneurs en flavonoïdes plus élevées que celles obtenues dans notre étude. L'extrait à l'acétate d'éthyle a présenté une concentration de $2,36 \text{ mg EQ/g}$ et l'extrait du n-butanol a donné un taux de $1,86 \text{ mg EQ/g}$. Ces valeurs supérieures pourraient être liées à la richesse intrinsèque de *J. phoenicea* en composés phénoliques, ainsi qu'aux conditions climatiques spécifiques de la région du Haut Atlas, connues pour favoriser la biosynthèse de métabolites secondaires.

Ces différences significatives peuvent être attribuées à des facteurs liés à l'espèce végétale, la variation interspécifique entre les espèces du genre, mais également l'impact de la provenance géographique et du type de sol sur la biosynthèse des composés Phénoliques et les conditions écologiques différentes entre les sites de récolte (Moujane *et al.*, 2023).

La teneur totale en composés phénoliques dépend de la polarité du solvant utilisé Hafiza *et al.* (2017). Par ailleurs, selon Hayouni *et al.* (2007) cette teneur dépend également de la méthode d'extraction utilisée, de la nature du solvant ainsi que du matériel végétal. Les solvants les plus efficaces pour l'extraction des polyphénols sont les solvants polaires.

La teneur en composés phénoliques peut varier en fonction des plusieurs facteurs, notamment la saison de culture et de récolte, les conditions climatiques et environnementales, la localisation géographique, le stade de maturité de la plante, la durée de conservation, ainsi que les méthodes d'extraction et de dosage utilisées (Bentahar *et al.*, 2012).

Conclusion

Conclusion

Grâce à leurs multiples vertus pour la santé, à leurs propriétés physico-chimiques et biologiques, ainsi qu'à la richesse de leurs structures chimiques, les huiles essentielles attirent de plus en plus l'attention de la communauté scientifique en tant qu'alternatives thérapeutiques prometteuses, à la fois efficaces et sûres, pour le traitement d'un large éventail de pathologies.

A cet effet, les métabolites secondaires font l'objet des nombreuses recherches, ceci est notamment le cas des polyphénols végétaux qui sont largement utilisés en thérapeutique comme vasculoprotecteurs, anti-inflammatoires, inhibiteurs enzymatiques ou antioxydants.

Dans ce travail nous avons déterminé la teneur en polyphénols et en flavonoïdes des extraits des *J. thurifera* et nous avons également évalué l'activité antioxydante des huiles essentielles extraites à partir des feuilles et rameaux de la même espèce.

Le rendement en huiles essentielles extraites hydrodistillation des feuilles de *Juniperus thurifera* était de 0,37 %. Tandis que la teneur en HEs des rameaux est de 0,48 %.

La détermination de la teneur en polyphénols totaux a révélé que l'extrait n-butanolique possède la concentration la plus élevée, atteignant $122,96 \pm 0,054$ mg EAG/g MS. Il est suivi par l'extrait méthanolique, puis par celui à l'acétate d'éthyle, tandis que l'extrait au dichlorométhane présente la teneur la plus faible.

En ce qui concerne la teneur en flavonoïdes totaux, les résultats indiquent que l'extrait méthanolique présente la concentration la plus élevée, suivi de l'extrait n-butanolique et de celui de l'acétate d'éthyle. Alors que l'extrait au dichlorométhane affiche la plus faible teneur.

L'activité antiradicalaire, évaluée par la méthode du radical DPPH, a montré un pouvoir antioxydant relativement faible, avec une CI_{50} de 126,03 mg/mL pour l'HE des feuilles et de 45,65 mg/mL pour celle des rameaux. Ces valeurs demeurent toutefois nettement supérieures à celle de l'acide ascorbique, utilisé comme standard, dont la CI_{50} est de 0,055 mg/mL.

Quelques perspectives générales peuvent être tirées à l'issue des résultats obtenus dans ce travail :

- Evaluer l'activité antioxydant par d'autres méthodes.
- Déterminer la composition chimique des huiles essentielles.
- Evaluer les huiles essentielles et les extraits phénoliques pour d'autres activités biologiques.

- Il est indispensable de réaliser des tests *in vivo* pour juger de l'efficacité thérapeutique et de la sécurité des extraits de *Juniperus thurifera*.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

Achak, N., Romane, A., Al ifriqui, M., & Adams, R. P. (2006). Etude du rendement et de la composition chimique des huiles essentielles de trois espèces des Genévriers marocains (*Juniperus thurifera*, *J. phoenicea*, *J. oxycedrus*). In *Actes du colloque* (Troisième colloque international sur « Le Genévrier Thurifère... », p. 319-327).

Achat, S. (2013). *Polyphénols de l'alimentation : Extraction, pouvoir antioxydant et interactions avec des ions métalliques* [Phdthesis]. Université d'Avignon ; Université Abderrahmane Mira -.

Afonso, V., Champy, R., Mitrovic, D., Collin, P., & Lomri, A. (2007). Radicaux libres dérivés de l'oxygène et superoxydes dismutases : Rôle dans les maladies rhumatismales. *Revue du Rhumatisme*, 74(7), 636-643.

Ali-Rachedi, F., Meraghni, S., Touaibia, N., & Mesbah, S. (2018). Analyse quantitative des composés phénoliques d'une endémique algérienne *Scabiosa Atropurpurea* sub. *Maritima* L. *Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège*, V 87, P 13-21.

Aljaafari, M. N., AlAli, A. O., Baqais, L., Alqubaisy, M., AlAli, M., Molouki, A., Ong-Abdullah, J., Abushelaibi, A., Lai, K.-S., & Lim, S.-H. E. (2021). An Overview of the Potential Therapeutic Applications of Essential Oils. *Molecules*, 26(3), Article 3.

Amalich, S., Fadili, K., Fahim, M., Hilali, F. E., & Zaïr, T. (2016). Polyphenols content and antioxidant power of fruits and leaves of *Juniperus phoenicea* L. From Tounfite (Morocco). *Moroccan Journal of Chemistry*, 4(1), Article 1.

Athamena, S. (2019). *Etude de l'activité biologique de Juniperus thurifera et Fraxinus xanthoxyloides* [Doctorat en SC]. Université Mustapha Ben Boulaid.

Badri, W. (2003). *(Structure, Dynamique et Fonctionnement des peuplements à Genévrier thurifère (Juniperus thurifera L.) dans les Atlas marocains.* [Doctoarat en science]. université CADI AYYAD.

Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., & Idaomar, M. (2008). Biological effects of essential oils—A review. *Food and Chemical Toxicology: An International Journal Published for the British Industrial Biological Research Association*, 46(2), 446-475.

- Bentahar, A., Khennouf, S., Bouaziz, A., & Djidel, S. (2012). Teneurs en polyphénols et évaluation de l'activité antioxydante des extraits de deux espèces du Haut Atlas du Maroc : *Rosmarinus Officinalis* et *Thymus Satureioides*. *University Ferhat Abbas Setif1*, V 11, P 30.
- Bertaudière-Montès, V. (1999). *Dendroecologie du genévrier thurifère (juniperus thurifera l.), Dans la haute montagne méditerranéenne (haut-atlas, maroc) et dans une station xerothermique des pyrenées centrales (france)* [These de doctorat Sciences biologiques et fondamentales appliquées. Psychologie]. Toulouse 3.
- Boizot, N., & Charpentier, J.-P. (2006). Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre forestier. *NOV'AE - Ingénierie et savoir-faire innovants, spécial Cahier des techniques*, Article spécial Cahier des techniques.
- Bortolomeazzi, R., Sebastianutto, N., Rosanna, T., & Andrea, P. (2007). Comparative evaluation of the antioxidant capacity of smoke flavouring phenols by crocin bleaching inhibition, DPPH radical scavenging and oxidation potential. *Chimie alimentaire*, 100(4), 1481-1489.
- Bourain, J. (2013). Allergies aux huiles essentielles : Aspects pratiques. *Revue Française d'Allergologie*, 53(1), 30-32.
- Bouras, M. (2018). *Évaluation de l'activité antibactérienne des extraits de certaines plantes de l'est algérien sur des souches résistantes aux antibiotiques*. [Doctorat En microbiologie]. Université Badji Mokhtar.
- Capuzzo, A., Maffei, M. E., & Occhipinti, A. (2013). Supercritical Fluid Extraction of Plant Flavors and Fragrances. *Molecules*, 18(6), Article 6.
- Chanforan, C. (2010). *Stabilité de microconstituants de la tomate (composés phénoliques, caroténoïdes, vitamines C et E) au cours des procédés de transformation : Études en systèmes modèles, mise au point d'un modèle stoechiométrique et validation pour l'étape unitaire de préparation de sauce tomate* (p. 388 p.) [Phdthesis]. Université d'Avignon.
- Damião P., de S., Damasceno, R. O. S., Amorati, R., Elshabrawy, H. A., de Castro, R. D., Bezerra, D. P., Nunes, V. R. V., Gomes, R. C., & Lima, T. C. (2023). Essential Oils : Chemistry and Pharmacological Activities. *Biomolecules*, 13(7), Article 7.

D'Archivio, M., Filesi, C., Di Benedetto, R., Gargiulo, R., Giovannini, C., & Masella, R. (2007). Polyphenols, dietary sources and bioavailability. *Annali Dell'Istituto Superiore Di Sanita*, 43(4), 348-361.

Derwich, E., Benzaine, Z., & Boukir, A. (2010). Chemical Composition of Leaf Essential Oil of *Juniperus phoenicea* and Evaluation of its Antibacterial Activity. *Journal international d'agriculture et de biologie*, 12(2), 199-204.

Dröge, W. (2002). Free radicals in the physiological control of cell function. *Physiological Reviews*, 82(1), 47-95. <https://doi.org/10.1152/physrev.00018.2001>

Elansary, H. O., Salem, M. Z., Ashmawy, N., & Yacout, M. (2012). Chemical Composition, Antibacterial and Antioxidant Activities of Leaves Essential Oils from *Syzygium cumini* L., *Cupressus sempervirens* L. and *Lantana camara* L. from Egypt. *ResearchGate*, 4(10), 144-152.

Emami, S. A., Abedindo, B. F., & Hassanzadeh-Khayyat, M. (2011). Antioxidant Activity of the Essential Oils of Different Parts of *Juniperus excelsa* M. Bieb. Subsp. *Excelsa* and *J. excelsa* M. Bieb. Subsp. *Polycarpos* (K. Koch) Takhtajan (Cupressaceae). *Iranian Journal of Pharmaceutical Research: IJPR*, 10(4), 799-810.

Emeraux, E. (2019). Propriétés biologiques des flavonoïdes : Étude bibliographique et évaluation de l'activité antioxydante. Université de Lorraine.

Ennajar, M., Bouajila, J., Lebrihi, A., Mathieu, F., Abderraba, M., Romdhane, M., & Raies, A. (2009). Composition chimique et activités antioxydante, antimicrobienne et insecticide de l'huile essentielle de *Juniperus phoenicea*. *JOURNAL DES SCIENCES ALIMENTAIRES*, 74(7), P8.

Ens, E., Bremner, J., French, K., & Korth, J. (2009). Identification of volatile compounds released by roots of an invasive plant, bitou bush (*Chrysanthemoides monilifera* spp. *Rotundata*), and their inhibition of native seedling growth. *Biological Invasions*.

Fabrocini, V. (2007). *Evaluation de l'activité biologique de l'huile essentielle d'une plante endémique Hélichrysum italicum (Roth) G. DON* [Doctorat en science]. Université Ferhat Abbas.

Favier, A. (2003). *Intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique*. 269-270, 108-115.

- Gauquelin, T., Bertaudiere, V., Montes, N., Badri, W., & Asmode, J. (1999). *Endangered stands of thuriferous Juniper in the western Mediterranean basin : Ecological status, conservation and management. Biodivers. Conserv.*, V8(11), 1479-1498.
- Gerhard, R. (1993). *Métabolisme des végétaux—Physiologie et biochimie* (1ère édition).
- Hafiza, N., Nabil, S., Muhammed, F., & James so, M. (2017). Measurement of total phenolic content and antioxidant activity of aerial parts of medicinal plant *Coronopus didymus*. *Asian Pacific journal of tropical medicine*, 10(8), 798-801.
- Hayouni, E., Abedrabba, M., Bouix, M., & Hamdi, M. (2007). The effects of solvents and extraction method on the phenolic contents and biological activities in vitro of Tunisian *Quercus coccifera* L. and *Juniperus phoenicea* L. fruit extracts. *Food Chemistry*, 105(3), 1126-1134.
- Huh, M. K., Cho, K.-S., & Jeon, S.-J. (2015). *INHIBITORY EFFECT OF LIPOXYGENASE AND DPPH RADICAL SCAVENING ACTIVITY OF FRAXINUS RHYNCHOPHYLLA*. 3(3), 10-16.
- Hynes, M. J., & O’Coinceanainn, M. (2004). The kinetics and mechanisms of reactions of iron(III) with caffeic acid, chlorogenic acid, sinapic acid, ferulic acid and naringin. *Journal of Inorganic Biochemistry*, 98(8), 1457-1464.
- Judd, S., Campbell Christopher, Kellogg Elisabeth A, Bouharmont Jules, & Évrard Charles-Marie. (2002). *Botanique systématique : Une perspective phylogénétique*. De Boeck Université.
- Lafraxo, S., El Moussaoui, A., A. Bin Jordan, Y., El Barnossi, A., Chebaibi, M., Baammi, S., Ait Akka, A., Chebbac, K., Akhazzane, M., Chelouati, T., Nafidi, H., Khallouki, F., Bourhia, M., & Bari, A. (2022). GC-MS Profiling, In Vitro Antioxidant, Antimicrobial, and In Silico NADPH Oxidase Inhibition Studies of Essential Oil of *Juniperus thurifera* Bark. *Evidence-based complementary and alternative medicine : eCAM*, 2022, p 13.
- Little, D. (2006). *Evolution and Circumscription of the True Cypresses (Cupressaceae... : Ingenta Connect. Volume 31*(Numéro 3), 461-480(20).
- Mansouri, N., Satrani, B., Ghanmi, M., Ghadraoui, L. E., Aafi, A., & Farah, A. (2010). Valorization of the essential oils of Moroccan *Juniperus thurifera* and *Juniperus oxycedrus*. *Phytothérapie*, 8(3), 166-170. <https://doi.org/10.1007/s10298-010-0550-4>

- Mao, K., Hao, G., Liu, J., Adams, R. P., & Milne, R. I. (2010). Diversification and biogeography of *Juniperus* (Cupressaceae): Variable diversification rates and multiple intercontinental dispersals. *New Phytologist*, 188(1), 254-272. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2010.03351.x>
- Marc, T., Gérard, W., & Denis, L. (2001). Marc, T., Gérard, W. et Denis, L. (2001) Classification des anti-inflammatoires dans Guide pharmacologie. Dans Guide Pharmacologie. *Etudiants et professionnels paramédicaux*, 126-128.
- Moro, B. (2008). *Liste des éditions de Grand guide des huiles essentielles : Santé, beauté, bien-être de Alessandra Moro-Buronzo*.
- Moujane, A., Outourakhte, aboubkare, Gharnit, youcef, Ouigmane, A., Boulli, A., & Ouhammou, A. (2023). Geographical distribution of the Thuriferous juniper (*Juniperus thurifera* L.) and the influencing factors in the Atlas Mountains of Azilal (Central High Atlas, Morocco). *Journal = Geology, Ecology, and Landscapes*, 13.
- Oueslati, K. (2017). *Caractérisation et modélisation de la production des radicaux libres oxygénés par la chimie de Fenton dans un milieu mimétique de la viande* [Phdthesis, Université Clermont Auvergne [2017-2020]]. <https://theses.hal.science/tel-01627022>
- Pandey, K., & Gupta, A. K. (2020). *Recent Advances in Medicinal Plant Secondary Metabolites as the Alternate Bioactive Therapy for Better Human Health—A Review* (p. 1-19). In book: *Secondary Metabolites of Medicinal Herbs Chapter: 1*.
- Poncet, P., Charpin, D., & Sénéchal, H. (2021). Les Cupressacées des cinq continents. *Revue Française d'Allergologie*, 61(4), 198-201. <https://doi.org/10.1016/j.reval.2021.02.005>
- Rahhal, R., EL Hajjouj, H., Gmouh, S., Hsaine, M., Fougrach, H., & Badri, W. (2019). Chemical composition, antioxidant and antibacterial activities of the essential oils of *Juniperus phoenicea*, *Juniperus thurifera* and *Juniperus oxycedrus*. *Mediterranean Journal of Chemistry*, V9(3), 190-198.
- Ribéreau-Gayon, P. (1930-2011) A. (1968). *Les composés phénoliques des végétaux* (Dunod. Paris, Vol. VI). Dunod. Paris.

- Roberts, C., & Sindhu, K. (2009). Oxidative stress and metabolic syndrome. *Life sciences*, 84(21-22).
- Roede, J. R., & Jones, D. P. (2010). *Environmental and Molecular Mutagenesis | EMGS Journal | Wiley Online Library*. 51(5), 380-390.
- Sabiha, A. (2013). *Polyphénols de l'alimentation: Extraction, pouvoir antioxydant et interactions avec des ions métalliques—TEL - Thèses en ligne* [Thèses en ligne, Université Abderrahmane Mira]. <https://theses.hal.science/tel-00978529v1>
- Salta, F. N., Mylona, A., Chiou, A., Boskou, G., & Andrikopoulos, N. K. (2007). Oxidative Stability of Edible Vegetable Oils Enriched in Polyphenols with Olive Leaf Extract. *Food Science and Technology International*, 13(6), 413-421.
- Sarni-Manchado, P., & Cheynier, V. (2006). *Les polyphénols en agroalimentaire*. Éditions Tec & Doc.
- Sharangi, A. B., & Peter, K. V. (Éds.). (2022). *Medicinal Plants: Bioprospecting and Pharmacognosy*. Apple Academic Press. <https://doi.org/10.1201/9781003277408>
- Wąsowicz, E., Gramza, A., Heś, M., Jeleń, H. H., Korczak, J., Małecka, M., Mildner-Szkudlarz, S., Rudzińska, M., Samotyja, U., & Zawirska-Wojtasiak, R. (2004). *OXIDATION OF LIPIDS IN FOOD*. 54(Special issue 1s), 87-100.
- Weydert, C. J., & Cullen, J. J. (2010). Measurement of superoxide dismutase, catalase and glutathione peroxidase in cultured cells and tissue. *Nature Protocols*, 5(1), 51-66.
- Zeraib, A. (2016). *Etude phytochimique et chimio systématique de Juniperus thurifera L. En Algérie* [(Thèse de Doctart en Sc)]. Université Ferhat Abbès.
- Zouari, N., Fakhfakh, N., Zouari, S., Bougatef, A., Karray, A., Neffati, M., & Ayedi, M. (2011). Chemical composition, angiotensin I-converting enzyme inhibitory, antioxidant and antimicrobial activities of essential oil of Tunisian Thymus algeriensis Boiss. Et Reut. (Lamiaceae). *Transformation des aliments et des bioproduits*, V 89(4), 257-265.

الملخص

يتناول هذا العمل الدراسة الكيميائية النباتية لأربعة مستخلصات خام (EDm, EAc, EMe, EBU) من الأوراق، وتقييم النشاط المضاد للأكسدة لـ HEs من فروع وأوراق *Juniperus thurifera* في منطقة تكوت، باتنة.

تم تحديد النشاط المضاد للأكسدة للزيوت العطرية من خلال اختبار DPPH الذي سجل المستخلص ذو القدرة الأكبر على احتجاز الجذر DPPH مع IC_{50} 45.65 مغ / مل مقابل 126.03 مغ / مل للزيوت العطرية للأوراق.

وصل إجمالي محتوى البوليفينول إلى الحد الأقصى في مستخلص البوتانول (122.96 ± 0.054 mg EAG/gMS)، وكان إجمالي الفلافونويدات أكثر تركيزاً في مستخلص الميثانول ($3771.26 \mu\text{g EQ/g MS}$).

الكلمات المفتاحية: *Juniperus thurifera*، زيت أساسي، نشاط مضاد للأكسدة، البوليفينول، الفلافونويد، DPPH.

Résumé

Ce travail est consacré à l'étude phytochimique de quatre extraits (EBu, EMe, EAc, EDm), ainsi qu'à l'évaluation de l'activité antioxydante des huiles essentielles (HEs) extraites des rameaux et des feuilles de *Juniperus thurifera*, récoltés dans la région de T'kout (Batna).

L'activité antioxydante des HEs, déterminée par le test au DPPH, a révélé un pouvoir antioxydant relativement faible, avec une CI_{50} de 126,03 mg/mL pour l'HE des feuilles et de 45,65 mg/mL pour celle des rameaux.

La teneur totale en polyphénols atteint un maximum dans l'extrait EBU ($122,96 \pm 0,054$ mg EAG/g MS), tandis que l'extrait EMe se distingue par sa richesse en flavonoïdes ($3771,26 \pm 0,17 \mu\text{g EQ/g MS}$).

Mots-clés : *Juniperus thurifera*, huile essentielle, activité antioxydante, polyphénols, flavonoïdes, DPPH.

Abstract

This work aims to conduct a phytochemical study of four extracts (EBu, EMe, EAc, EDm), as well as to evaluate the antioxidant activity of essential oils (EOs) extracted from the twigs and leaves of *Juniperus thurifera*, collected in the T'kout region (Batna).

The antioxidant activity of the EOs, determined by the DPPH assay, revealed a relatively low antioxidant potential, with an IC_{50} of 126.03 mg/mL for the leaf EO and 45.65 mg/mL for the twig EO.

The highest total polyphenol content was observed in the EBU extract (122.96 ± 0.054 mg GAE/g DW), while the EMe extract was the richest in flavonoids ($3771.26 \pm 0.17 \mu\text{g QE/g DW}$).

Keywords: *Juniperus thurifera*, essential oil, antioxidant activity, polyphenols, flavonoids, DPPH.



Déclaration de correction de mémoire de master 2025

Référence du mémoire N°: / 2025	PV de soutenance N°: / 2025	
Nom et prénom (en majuscule) de l'étudiant (e) : Nail Hadda / Nail Safa	لقب و اسم الطالب (ة) : نائل حمدة / نوي صفا	
La mention التقدير	Note (./20) العلامة	L'intitulé de mémoire عنوان المذكرة
		Etude phytochimique et activité antioxydante des extraits de Juniperus thurifera

تصريح وقرار الأستاذ المشرف : Déclaration et décision de l'enseignant promoteur :

Déclaration : Je soussigné (e), <u>Douadjaoui Lamiq</u>, (grade) <u>Pr. C.B.</u> à l'université de <u>Biskra</u>, avoir examiné intégralement ce memoire après les modifications apportées par l'étudiant. J'atteste que : * le document a été corrigé et il est conforme au model de la forme du département SNV * toutes les corrections ont été faites strictement aux recommandations du jury. * d'autres anomalies ont été corrigées	تصريح : أنا الممضي (ة) أسفله <u>د. دوداوي لامي</u> (الرتبة) <u>أستاذ</u> جامعة <u>بسكرة</u> أصرح بأنني راجعت محتوى هذه المذكرة كليا مراجعة دقيقة وهذا بعد التصحيحات التي أجراها الطالب بعد المناقشة، وعليه أشهد بأن : * المذكرة تتوافق بشكلها الحالي مع النموذج المعتمد لقسم علوم الطبيعة والحياة. * المذكرة صححت وفقا لكل توصيات لجنة المناقشة * تم تدارك الكثير من الإختلالات المكتشفة بعد المناقشة
--	--

Décision : Sur la base du contenu scientifique, de degré de conformité et de pourcentage des fautes linguistiques, Je décide que ce mémoire doit être classé sous la catégorie	قرار : اعتمادا على درجة مطابقتها للنموذج ، على نسبة الأخطاء اللغوية وعلى المحتوى العلمي أقرر أن تصنف هذه المذكرة في الدرجة :												
<table border="1"> <tr> <td>acceptable مقبول</td> <td>ordinaire عادي</td> <td>bien حسن</td> <td>très bien جيد جدا</td> <td>excellent ممتاز</td> <td>exceptionnel متميز</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>D</td> <td>C</td> <td>B</td> <td>A</td> <td>A+</td> </tr> </table>	acceptable مقبول	ordinaire عادي	bien حسن	très bien جيد جدا	excellent ممتاز	exceptionnel متميز	E	D	C	B	A	A+	
acceptable مقبول	ordinaire عادي	bien حسن	très bien جيد جدا	excellent ممتاز	exceptionnel متميز								
E	D	C	B	A	A+								



الأستاذ المشرف
كلمة

التاريخ
2025 / 06 / 23

NB : Cette fiche doit être collée d'une façon permanente derrière la page de garde sur les copies de mémoire déposées au niveau de la bibliothèque universitaire