

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université A. M. OULHADJ - Bouira
Faculté des Sciences et des Sciences Appliquées
Département de Génie des Procédés
Laboratoire de Génie des Procédés



Mémoire

Présenté par

HAMMADI Nabila Chaima

Pour l'obtention du diplôme de

MASTER

Filière : Génie des Procédés
Spécialité : Génie Chimique

**Extraction par solvants volatils des substances
bioactives d'une plante médicinale locale**

Soutenu le 19/09/2023

Devant le jury :

M. AOUDJIT F.	MCA	U. AMO - Bouira	Président
Mme HADIOUCHE D.	MCB	U. AMO - Bouira	Examineur
M. BOUCELKHA A.	MCB	U. AMO - Bouira	Examineur
M. ABDERRAHIM A.	MCB	U. AMO - Bouira	Encadrant

Année Universitaire : 2022/2023



التصريح الشرفي الخاص بالالتزام بقواعد النزاهة العلمية



انا الممضي اسفله،

السيد(ة) حمادي بن سيلة (مستر / دكتوراه)

الحامل(ة) لبطاقة التعريف الوطنية: 121818035 والصادرة بتاريخ 11-11-2011

المسجل(ة) بكلية / معهد العلوم والتطبيقات هندسة طرائف

تخصص: هندسة كيميائية

والمكلف(ة) بإنجاز اعمال بحث (مذكرة، التخرج، مذكرة ماستر، مذكرة ماجستير، اطروحة دكتوراه).

عنوانها: Extraction par solvant volatil des substances bioactives de plantes médicinales locale

أصرح بشرفي اني ألتزم بمراعاة المعايير العلمية والمنهجية الاخلاقيات المهنية والنزاهة الاكاديمية المطلوبة في انجاز البحث المذكور أعلاه.

توقيع المعني(ة)

التاريخ 11/09/2023

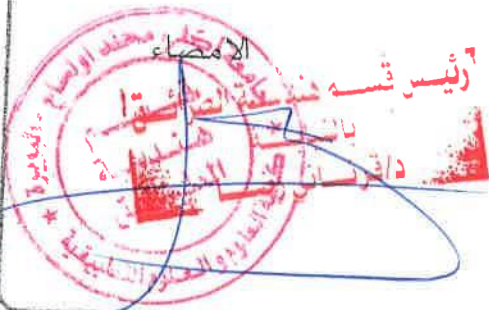
11/09/23

البويرة في

هيئة مراقبة السرقة العلمية:

النسبة:

% 22



Remerciements

*je tiens tout d'abord à remercier **Dieu** le tout puissant et miséricordieux, pour m'avoir donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail.*

*Je souhaite sincèrement remercier mon encadrant, **M.ABDERRAHIM**, pour sa disponibilité, ses conseils judicieux, ses orientations et ses encouragements tout au long de la réalisation de ce travail.*

*J'adresse mes vifs remerciements aux membres du jury, avec **M. AOUDJIT** en tant que président, **Mme HADIOUCHE** en tant qu'examinatrice et **M. BOUCELKHA** en tant qu'examineur, pour avoir accepté d'examiner mon mémoire.*

Un chaleureux remerciement à toute l'équipe du laboratoire du département de Génie des Procédés de l'Université Akli Mohand Oulhadj-BOUIRA pour leur soutien essentiel.

Enfin, mes remerciements les plus sincères vont à toute les personnes qui m'ont apporté leur aide et qui ont contribué, de près ou de loin, à l'élaboration de ce mémoire.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail particulièrement à mes chers parents, qui ont consacré leur existence à bâtir la mienne, pour leur soutien patience et soucis de tendresse et d'affection pour tout ce qui ils ont fait pour que je puisse arriver à ce stade.

***A ma mère,** qui m'a encouragé durant toutes mes études, et qui sans elle, ma réussite n'aura pas eu lien.*

***A mon père,** qui est toujours disponible pour nous, et prêt à nous aider, je lui confirme mon attachement et mon profond respect.*

***A Mon cher mari** Pour tout l'encouragement, le respect et l'amour que tu m'as offert, Je te dédis ce travail, qui n'aurait pas pu être achevé sans ton éternel soutien et optimisme*

*A ma sœur et ma nièce : **Lamia** et sa fille **Meriem**, et mes frères : **Oussama** et sa femme **fadila**, **Abd el Malek** et le petit **Mohamed**, qui n'ont cessé d'être pour moi des exemples de persévérance, de courage et de générosité*

A ma grand-mère.

Table des matières

Liste de figures.....	i
Liste des tableaux	ii
Liste des Abréviations	iii
Introduction.....	1
Chapitre I : GÉNÉRALITÉS SUR LES PLANTES MÉDICINALES.....	4
I.1 Les plantes médicinales en Algérie	4
I.2 Définition des plantes médicinales.....	4
I.3 Utilisation thérapeutique.....	4
I.4 Utilisation en cosmétique	5
I.5 La Phytothérapie	5
I.5.1 Définition	5
I.5.2 Avantages de la phytothérapie.....	6
I.5.3 Inconvénients d'utilisations de la phytothérapie	6
I.6 Les solvants	7
I.6.1 Définition d'un solvant volatil.....	7
I.6.2 Solvant polaire	7
I.6.2.1 Définition	7
I.6.2.2 Utilisation d'un solvant polaire.....	7
I.6.3 Solvant apolaire	8
I.6.3.1 Définition	8
I.6.3.2 Utilisation d'un solvant apolaire.....	8
I.7 Échelle de polarité des solvants	9
I.8 Les propriétés des solvant	9
Chapitre II : PLANTE ETUDIEE.....	12
II.1 Définition.....	12
II.2 Description	12
II.3 Nomenclature.....	13
II.4 Composition de la plante.....	13
II.5 Partie utilisée.....	13
II.6 Taxonomie.....	14
II.7 Toxicité	14
II.8 Usage thérapeutique traditionnel	14
II.9 Répartition géographique	15

II.10	Méthodes d'extraction des principes actifs	15
II.10.1	Définition d'un principes actifs	15
II.10.2	Définition d'un extrait végétal	16
II.11	Techniques traditionnelles d'extraction.....	16
II.11.1	L'infusion	16
II.11.2	La décoction	16
II.11.3	La macération	16
II.11.4	L'enfleurage	17
II.11.5	Extraction par solvant	17
II.11.5.1	Avantages de l'extraction par solvant	17
II.11.5.2	Inconvénients de l'extraction par solvant.....	18
II.12	Techniques d'extraction modernes.....	18
II.12.1	Extraction par le CO2 supercritiques.....	18
II.12.2	Extraction par micro-ondes.....	18
II.12.3	Extraction par ultrasons.....	18
II.13	Les avantages et les inconvénients des techniques d'extraction modernes	19
Chapitre III : MATERIEL ET METHODE.....		21
III.1	Matériel végétal et Échantillonnage	21
III.2	Conseils et préparation des matière végétale.....	22
III.3	Séchage de plante.....	23
III.4	Broyage de plante	23
III.5	Conservation des plantes.....	24
III.6	Extraction des substances bioactives	24
III.6.1	Protocole de macération	24
III.6.2	Filtration.....	24
III.7	Extraction liquide/liquide.....	25
III.8	Evaporation des solvants.....	27
III.9	Taux d'humidité	27
III.9.1	Protocole.....	28
III.10	Calcul du rendement	29
III.11	Évaluation De L'activité Antioxydante	29
III.11.1	Test de piégeage du radical libre DPPH.....	29
III.11.2	Préparation des solutions	30
III.12	Calcul de l'IC50	32

Chapitre IV : RÉSULTATS ET DISCUSSION	34
IV1 Taux d'humidité	34
IV2 Rendement	35
IV3 Activité antioxydante (Piégeage du radical libre DPPH)	37
Conclusion	46

Liste de figures

Figure II.1 : *Nerium Oleander*

Figure II.2 : Carte géographique représente la Répartition géographique de *Nerium Oleander*

Figure III .1 : *nerim oleander* est récoltée dans les régions dirah , el khart et oued el berdi wilaya de bouira

Figure III.2: Plante Fraiche

Figure III.3: Plante Sèche

Figure III.4: broyage de *Nerium Oleander*

Figure III.5: protocole de macération

Figure III.6: filtration de macérat

Figure III.7: extraction liquide liquide avec hexane

Figure III.8: extraction liquide liquide avec chloroforme

Figure III.9: extraction liquide liquide avec acétate d'éthyle

Figure III.10: extraction liquide liquide avec n-butanol

Figure III.11: l'évaporation des solvants

Figure III.12: Protocole De Calcule Taux d'humidité

Figure III.13: Protocole De Calcule Taux D'humidité

Figure III.14: la transformation chimique de l radical libre DPPH

Figure III.15: Préparation De Solution DPPH

Figure III.16: Évaluation De L'activité Antioxydante

Figure IV.1: Teneur d'humidité du *nerium oleander* dirah, oued el bardi

Figure IV.2: Teneur d'humidité du *nerium oleander* el khart

Figure IV.3: Rendement des différents extraits

Figure IV.4: Variation du pourcentage d'inhibition du radical libre DPPH en fonction des différentes concentrations de l'extrait hexanique de *Nerium Oleander* récoltée de Dirah.

Figure IV.5: Variation du pourcentage d'inhibition du radical libre DPPH en fonction des différentes concentrations de l'extrait chloroformique de *Nerium Oleander* récoltée de Dirah.

Figure IV.6: Variation du pourcentage d'inhibition du radical libre DPPH en fonction des différentes concentrations de l'extrait acitate d'éthylque de *Nerium Oleander* récoltée de Dirah.

Figure IV.7: Variation du pourcentage d'inhibition du radical libre DPPH en fonction des différentes concentrations de l'extrait n-butanol de *Nerium Oleander* récoltée de Dirah.

Figure IV.8 : Variation du pourcentage d'inhibition du radical libre DPPH en fonction des différentes concentrations de l'acide ascorbique de *Nerium Oleander*.

Figure IV.9 : Variation du pourcentage d'inhibition du radical libre DPPH en fonction des différentes concentrations des extraits de *Nerium Oleander* de régions de dirah.

Figure IV.10 : Variation du pourcentage d'inhibition du radical libre DPPH en fonction des différentes concentrations des extraits de *Nerium Oleander* de régions de el khart.

Figure IV.11: Variation du pourcentage d'inhibition du radical libre DPPH en fonction des différentes concentrations des extraits de *Nerium Oleander* de régions de oued el bardi .

Liste des tableaux

Tableau I.1 : plantes médicinales et leurs utilisations thérapeutique.

Tableau I.2 : plantes médicinales et leurs utilisations en cosmétique

Tableau I.3 : solvants polaires et Certains de leurs usages courants

Tableau I.4: solvants apolaires et Certains de leurs usages courants

Tableau II.1: Classification de *Nerium oleander*.

Tableau II.2 : Avantages et inconvénients des méthodes d'extraction

Tableau III.1: Les informations sur la collecte de *Nerium oleander*

Tableau IV.1: Taux d'humidité et rendement de *Nerium Oleander*

Tableau IV.2 : Rendement de différents extrait de *Nerium oleander*.

Tableau IV.3: Pourcentages d'inhibition du radical libre DPPH pour différentes concentrations de l'extrait hexanique de *Nerium Oleander*

Tableau IV.4: Pourcentages d'inhibition du radical libre DPPH pour différentes concentrations de l'extrait chloroformique de *Nerium Oleander*

Tableau IV.5: Pourcentages d'inhibition du radical libre DPPH pour différentes concentrations de l'extrait acétate d'éthyle de *Nerium Oleander*

Tableau IV.6: Pourcentages d'inhibition du radical libre DPPH pour différentes concentrations de l'extrait n-butanol de *Nerium Oleander*

Tableau IV.7 : Pourcentages d'inhibition du radical libre DPPH pour différentes concentrations de l'acide ascorbique.

Tableau IV.8 : IC 50 de différents extraits de trois régions différents

Liste des Abréviations

Abréviation	Désignation
C° :	Degré Celsius
DPPH	1,1-diphényl-2-picrylhydrazyle
G	Gramme
H :	Heurs
I (%) :	Pourcentage d'inhibition
IC50 :	Concentration inhibitrice de 50% du radical libre DPPH
Mg	Méli gramme
Min	Minute
ml	Méli litre
R% :	Rendement
TH (%)	Taux d'humidité
UV :	Ultra visible
µl :	Microlitre
% :	Pourcentage

Introduction



Introduction

L

es plantes médicinales locales en Algérie ont une longue histoire d'utilisation dans les traditions médicales, témoignant de leur précieux potentiel thérapeutique. Ces plantes, qui prospèrent dans des régions spécifiques du pays, sont depuis des générations utilisées par la population locale pour traiter divers troubles de santé.

Elles jouent un rôle central dans la médecine traditionnelle algérienne, héritière de connaissances ancestrales transmises de génération en génération. Ces plantes sont valorisées pour leur capacité à traiter diverses affections, notamment les troubles digestifs, les affections cutanées, les problèmes respiratoires, les douleurs articulaires et les troubles du sommeil. Les parties utilisées des plantes varient en fonction de leurs propriétés spécifiques, pouvant inclure les feuilles, les fleurs, les racines, les tiges ou les écorces. Les herboristes et les guérisseurs traditionnels jouent un rôle crucial dans la préservation et la transmission de ces connaissances médicinales ancrées dans la culture algérienne [1].

L'extraction par solvant volatil des substances bioactives de plantes médicinales locales est une méthode largement utilisée dans la phytothérapie et la recherche pharmaceutique pour obtenir des extraits concentrés à partir de ces plantes connues depuis des siècles pour leurs propriétés thérapeutiques. Cette méthode implique l'utilisation de solvants organiques volatils tels que l'éthanol, le méthanol ou l'acétone, qui permettent d'extraire les principes actifs des plantes. Les solvants volatils sont privilégiés car ils s'évaporent facilement après l'extraction, laissant derrière eux les substances bioactives sous une forme concentrée. L'extraction par solvant volatil permet d'isoler et de concentrer divers composés présents dans les plantes médicinales, tels que les flavonoïdes, les terpénoïdes, les alcaloïdes et les composés phénoliques, qui sont responsables des propriétés pharmacologiques des plantes. Ces composés présentent de nombreux effets bénéfiques pour la santé humaine, tels que des propriétés antioxydantes, anti-inflammatoires, antimicrobiennes et anticancéreuses. En valorisant les ressources naturelles locales, cette méthode contribue à la préservation des connaissances traditionnelles sur l'utilisation des plantes médicinales et offre des possibilités de développement de produits thérapeutiques. L'utilisation de solvants volatils garantit une concentration maximale des composés bioactifs, facilitant ainsi leur utilisation dans diverses applications médicales et pharmaceutiques [2].

Dans le cadre de ce mémoire de fin d'études, notre objectif est d'évaluer l'activité antioxydante de différents extraits de plante médicinale locales (*Nerium Oleander*) a été récoltée dans trois régions déférents . Nous souhaitons déterminer la capacité de ces extraits de plantes à neutraliser les radicaux libres et à protéger les cellules contre les dommages oxydatifs. Notre démarche consistera à comparer les activités antioxydantes des extraits provenant de régions géographiquement variées, afin d'identifier d'éventuelles variations dans leur potentiel antioxydant en lien avec les conditions de croissance et les composés bioactifs présents. Les résultats obtenus nous permettront de mettre en évidence les plantes médicinales les plus prometteuses en termes d'activité antioxydante, ouvrant ainsi de nouvelles perspectives de recherche quant à leur utilisation potentielle dans la prévention et le traitement des maladies associées au stress oxydatif.

Le présent manuscrit est structuré en quatre chapitres qui couvrent différents aspects de la recherche. Le premier chapitre donne une introduction générale sur les plantes médicinales et leur utilisation en phytothérapie. Le deuxième chapitre se concentre sur l'étude spécifique de la plante choisie et de ses caractéristiques particulières. Le troisième chapitre détaille les méthodes et le matériel utilisés pour l'extraction par solvant volatil. Enfin, le quatrième et dernier chapitre présente les résultats obtenus à partir de l'expérience et les discussions qui en découlent. Le manuscrit se termine par une conclusion et offre quelques perspectives pour de futures recherches dans le domaine.

CHAPITRE I :

Généralités sur les plantes médicinales et leur utilisation en phytothérapie



Chapitre I :

GÉNÉRALITÉS SUR LES PLANTES MÉDICINALES

I.1 Les plantes médicinales en Algérie :

L'utilisation des plantes médicinales en Algérie remonte à l'Antiquité. Les connaissances sur les plantes médicinales locales ont été transmises de génération en génération, principalement par le biais des herboristes et des guérisseurs traditionnels. L'Algérie, en raison de sa diversité géographique et climatique, abrite une riche biodiversité végétale comprenant de nombreuses plantes médicinales. Les différentes régions du pays offrent des écosystèmes variés, allant des montagnes aux déserts, des forêts aux zones côtières, ce qui favorise la présence d'une grande variété de plantes aux propriétés thérapeutiques. L'utilisation des plantes médicinales en Algérie a été influencée par diverses civilisations et cultures qui ont occupé la région au fil du temps, notamment les Amazighs, les Arabes, les Ottomans et les Français. Chaque groupe ethnique a apporté ses propres connaissances et pratiques dans l'utilisation des plantes médicinales. De nos jours, malgré les avancées de la médecine moderne, l'utilisation des plantes médicinales locales persiste en Algérie, en particulier dans les zones rurales et chez les populations qui ont un accès limité aux services de santé. Les plantes médicinales continuent de jouer un rôle important dans la médecine traditionnelle et complémentaire, et des études scientifiques sont menées pour évaluer leur efficacité et leur sécurité [3].

I.2 Définition des plantes médicinales :

Une plante médicinale est une plante ou une partie d'une plante utilisée à des fins médicinales en raison de ses propriétés thérapeutiques. Les plantes médicinales ont été utilisées depuis des millénaires dans différentes cultures à travers le monde pour traiter, soulager ou prévenir diverses affections et maladies [4].

Les plantes médicinales sont également des précurseurs pour la fabrication de médicaments utiles [5].

I.3 Utilisation thérapeutique :

Ci-dessous quelques utilisations thérapeutiques courantes des plantes médicinales représentées dans le tableau I.1.

Tableau I.1 : plantes médicinales et leurs utilisations thérapeutique.

Plante médicinale	Utilisations thérapeutique
Camomille (<i>Matricaria chamomilla</i>)	Utilisée traditionnellement pour ses propriétés calmantes, anti-inflammatoires et digestives [6].
Millepertuis (<i>Hypericum perforatum</i>)	Utilisé comme remède naturel contre la dépression légère à modérée [7].
Le Ginkgo (<i>Ginkgo biloba</i>)	Utilisé pour améliorer la mémoire et la circulation sanguine cérébrale [8].

I.4 Utilisation en cosmétique :

Ci-dessous des exemples d'utilisation de plantes médicinales en cosmétique représentées dans le tableau I.2.

Tableau I.2 : plantes médicinales et leurs utilisations en cosmétique

Plante médicinale	Leurs utilisations en cosmétique
<i>Aloe vera</i>	Utilisé pour ses propriétés hydratantes, apaisantes et cicatrisantes dans les produits de soins de la peau [9].
Calendula (<i>Calendula officinalis</i>)	Utilisé pour ses propriétés anti-inflammatoires, cicatrisantes et adoucissantes dans les crèmes et les lotions pour la peau [10] .
Lavande (<i>Lavandula angustifolia</i>)	Utilisée pour ses propriétés relaxantes, antiseptiques et parfumantes dans les produits de soins de la peau et les parfums [11].

I.5 La Phytothérapie

I.5.1 Définition

La phytothérapie est une pratique thérapeutique qui utilise les extraits de plantes médicinales pour traiter et prévenir diverses affections. Elle repose sur l'utilisation des principes actifs présents dans les plantes, tels que les composés chimiques naturels, les huiles essentielles, les tanins, les flavonoïdes, etc., qui ont des propriétés médicinales [12].

I.5.2 Avantages de la phytothérapie

En résumé, voilà les principaux avantages de la phytothérapie.

- Approche naturelle : La phytothérapie utilise des extraits de plantes médicinales, qui sont des produits naturels, ce qui peut être attrayant pour ceux qui préfèrent les approches de santé naturelles [13].
- Moindres effets secondaires : Dans de nombreux cas, les produits à base de plantes peuvent avoir moins d'effets secondaires indésirables par rapport aux médicaments synthétiques, lorsqu'ils sont utilisés correctement et sous la supervision appropriée [14].
- Utile en prévention : car elle permet de renforcer le système immunitaire et de maintenir un équilibre global dans le corps [15].
- Pas d'effet d'accoutumance : la phytothérapie présente l'avantage de ne pas entraîner d'effet d'accoutumance. Contrairement à certains médicaments synthétiques, l'utilisation régulière de plantes médicinales ne crée pas de dépendance ou de besoin croissant de dosage. Cela permet de prévenir les risques associés à l'accoutumance et de maintenir une utilisation continue sur le long terme [15].
- Action rapide : la phytothérapie peut agir rapidement sur certaines affections. Certaines plantes médicinales ont des propriétés anti-inflammatoires, analgésiques ou relaxantes qui peuvent soulager rapidement les symptômes tels que la douleur, l'inflammation ou l'anxiété. Cela permet aux patients de ressentir un soulagement rapide sans avoir à attendre des périodes prolongées pour obtenir des résultats [15].

I.5.3 Inconvénients d'utilisations de la phytothérapie

Ci-dessous les principaux inconvénients de la phytothérapie.

- Efficacité variable : L'efficacité des produits à base de plantes peut varier d'une personne à l'autre en raison de facteurs individuels tels que le métabolisme, la sensibilité et la réponse aux principes actifs des plantes [16] .
- Interactions médicamenteuses : Certaines plantes médicinales peuvent interagir avec des médicaments conventionnels, ce qui peut entraîner des effets indésirables ou réduire l'efficacité des médicaments [17].
- Qualité et sécurité variables : La qualité, la pureté et la sécurité des produits à base de plantes peuvent varier, ce qui soulève des préoccupations concernant la contamination, la présence de substances indésirables ou la non-conformité aux normes de fabrication [18].

- Manque de réglementation : Dans certains pays, la phytothérapie n'est pas réglementée de manière aussi stricte que les médicaments conventionnels, ce qui peut entraîner des variations de qualité, d'efficacité et de sécurité des produits sur le marché [19].

I.6 Les solvants

I.6.1 Définition d'un solvant volatil

Un solvant volatil est un liquide qui s'évapore rapidement à température ambiante, laissant derrière lui les substances dissoutes. Il est souvent utilisé dans des applications telles que la peinture, le nettoyage, la parfumerie et la chimie [20].

I.6.2 Solvant polaire

I.6.2.1 Définition

Un solvant polaire est un liquide capable de dissoudre des substances polaires, c'est-à-dire des composés qui possèdent des charges électriques partielles positives et négatives. Les solvants polaires ont une faible symétrie moléculaire et une différence d'électronégativité entre leurs atomes constitutifs. En raison de leur nature polaire, ces solvants sont capables d'établir des interactions électrostatiques avec les substances dissoutes [21].

I.6.2.2 Utilisation d'un solvant polaire

L'utilisation de solvants polaires est courante dans de nombreux domaines scientifiques et industriels, tels que la chimie organique, la biochimie, la pharmacologie et la peinture. Voici quelques exemples courants d'utilisation de solvants polaires représentés dans le tableau I.3

Tableau I.3 : *solvants polaires et Certains de leurs usages courants*

Solvant polaire	Leurs usages
L'eau H ₂ O	Utilisée comme solvant polaire universel dans de nombreuses réactions chimiques, processus de dissolution, préparations de solutions et réactions biochimiques [22].
L'éthanol C ₂ H ₅ OH	Utilisé comme solvant polaire dans la synthèse organique, l'extraction de composés chimiques, la formulation de produits pharmaceutiques et cosmétiques [23].

L'acétone CH_3COCH_3	Utilisée comme solvant polaire dans les laboratoires chimiques, les industries de la peinture et de l'adhésif, ainsi que dans le nettoyage et le dégraissage [24].
Le méthanol CH_3OH	Utilisé comme solvant polaire dans les réactions chimiques, l'analyse de composés organiques, les extractions et comme carburant alternatif [25].

I.6.3 Solvant apolaire :

I.6.3.1 Définition :

Un solvant apolaire est un liquide qui ne possède pas de dipôle permanent et qui ne présente pas de charges électriques partielles positives ou négatives. Ces solvants sont caractérisés par leur faible polarité et leur incapacité à dissoudre efficacement les substances polaires [26] .

I.6.3.2 Utilisation d'un solvant apolaire :

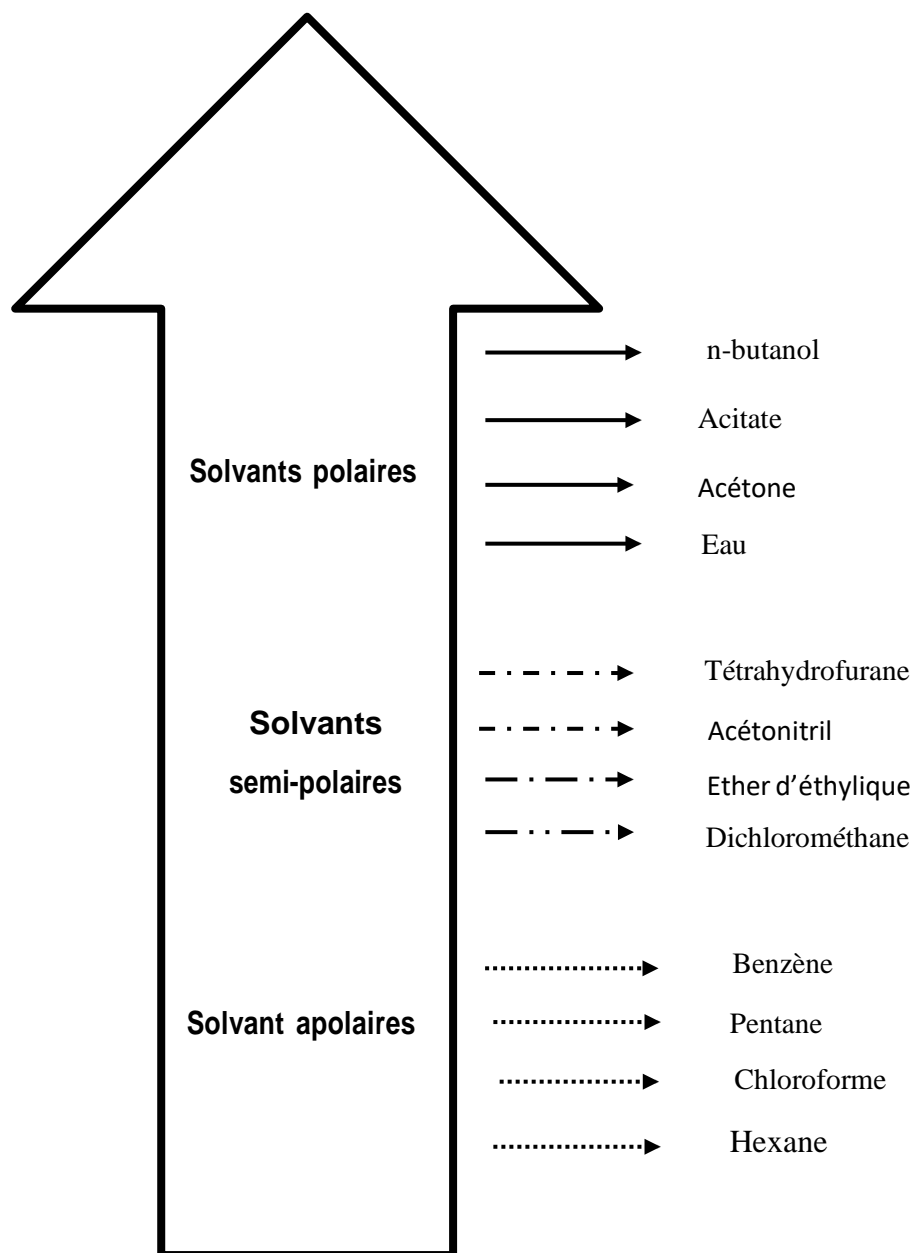
L'utilisation d'un solvant apolaire peut varier en fonction du contexte et des applications spécifiques. Voici quelques exemples courants d'utilisation des solvants apolaires représentés dans le tableau I.4

Tableau I.4 : *solvants apolaires et Certains de leurs usages courants*

Solvant apolaire	Leurs usages
L'hexane (C_6H_{14})	Utilisé comme solvant apolaire dans l'extraction d'huiles végétales, la purification de composés organiques et la chromatographie en phase gazeuse [27].
Le tétrachlorure de carbone (CCl_4)	Utilisé comme solvant apolaire dans la synthèse organique, la dissolution de composés non polaires et comme agent d'extinction des incendies [28].
Le toluène (C_7H_8)	Utilisé comme solvant apolaire dans l'industrie chimique, la fabrication de produits pharmaceutiques, la synthèse organique et la formulation de peintures et de revêtements [29].
Le chloroforme (CHCl_3)	Utilisé comme solvant apolaire dans les procédés de séparation, l'extraction d'ADN, la synthèse organique et la formulation de produits pharmaceutiques [30].

I.7 Échelle de polarité des solvants

Ci-dessous une échelle de polarité des solvants couramment utilisée en chimie organique [31].



I.8 Les propriétés des solvant

Les conditions à remplir par le solvant organique utilisé pour l'extraction peuvent varier en fonction de plusieurs facteurs tels que le type de composés cibles, la nature de la matrice végétale et les objectifs spécifiques de l'extraction. Cependant, certaines conditions générales doivent être prises en compte lors du choix et de l'utilisation d'un solvant organique pour l'extraction, notamment :

- **Solubilité** : Le solvant doit être capable de dissoudre les composés d'intérêt dans la matrice végétale afin de les extraire efficacement.

- **Sélectivité** : Le solvant doit être sélectif pour les composés souhaités, c'est-à-dire qu'il doit extraire préférentiellement les composés cibles tout en minimisant l'extraction d'autres composés indésirables.
- **Pureté** : Le solvant doit être de haute pureté pour éviter toute contamination des extraits et garantir la qualité des résultats.
- **Stabilité** : Le solvant doit être stable pendant le processus d'extraction et ne pas réagir chimiquement avec les composés cibles ou la matrice végétale.
- **L'innocuité** : Le solvant ne doit pas être toxique pour la santé humaine ou l'environnement, afin de garantir la sécurité lors de l'utilisation des extraits [32].
- **Coût faible** : Un solvant organique à faible coût présente des avantages économiques, notamment en réduisant les coûts de production des extraits végétaux . L'utilisation d'un solvant à faible coût peut contribuer à rendre l'extraction plus rentable, en particulier lorsqu'il s'agit d'une opération à grande échelle. Cela est particulièrement important dans le domaine de la phytothérapie et de la recherche pharmaceutique, où des quantités significatives de solvants organiques peuvent être nécessaires pour extraire et produire des quantités suffisantes de composés bioactifs [33].
- **Capacité à récupérer les substance bioactives** : La capacité de récupération fait référence à la capacité du solvant à être séparé de la matière extraite après l'extraction, permettant ainsi de récupérer les composés souhaités et un solvant organique avec une bonne capacité de récupération présente plusieurs avantages. Tout d'abord, il permet de récupérer la matière extraite de manière efficace, minimisant ainsi les pertes de composés bioactifs. De plus, une bonne capacité de récupération facilite le processus de purification ultérieur des extraits, permettant d'obtenir des produits finaux de haute qualité [34].

CHAPITRE II

plante étudiée(laurier rose(



Chapitre II :

PLANTE ETUDIEE

II.1 Définition

Le laurier rose, également connu sous le nom scientifique *Nerium oleander*, est un arbuste à fleurs appartenant à la famille des Apocynaceae. Il est largement cultivé pour ses fleurs colorées et attrayantes, mais il est important de noter que toutes les parties de la plante, y compris les feuilles et les fleurs, contiennent des substances toxiques. Il convient de noter que le laurier rose est considéré comme toxique et potentiellement dangereux s'il est ingéré ou en cas de contact cutané. Il est important de faire preuve de prudence lors de la manipulation de cette plante et de se renseigner sur les précautions appropriées pour éviter tout risque pour la santé [35].

II.2 Description

Le laurier rose (*Nerium oleander*) est un arbuste à feuilles persistantes qui peut atteindre une hauteur de 2 à 6 mètres. Il est largement cultivé pour ses fleurs voyantes et colorées, qui peuvent être de différentes teintes, y compris le blanc, le rose, le rouge et le jaune. Les fleurs sont généralement regroupées en grappes terminales et dégagent un parfum agréable. Les feuilles du laurier rose sont vert foncé, étroites, allongées et disposées de manière opposée le long des tiges. Elles mesurent environ 10 à 20 cm de longueur et sont coriaces. L'écorce des tiges est lisse et de couleur gris-vert [35].

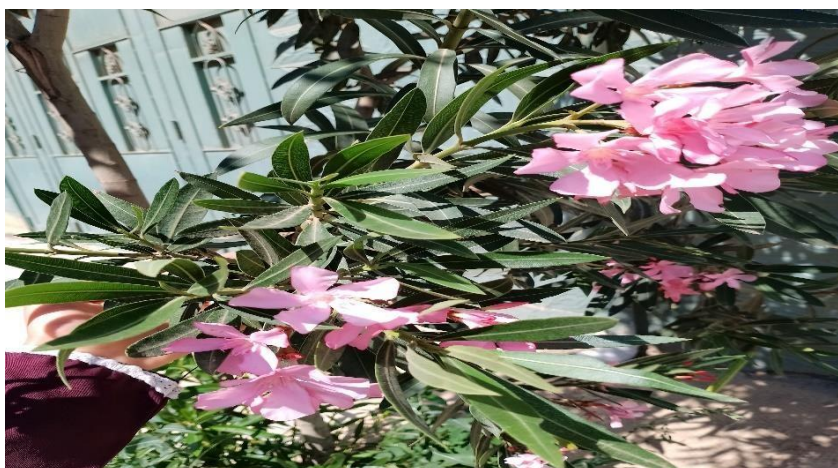


Figure I.1 : *Neriem Oleander*

II.3 Nomenclature

Arabe : Deffla

Anglais : Rose-bay, oleander

Français : Laurier rose, Nérion, Oléandre [36]

II.4 Composition de la plante

La composition du laurier rose (*Nerium oleander*) peut varier en fonction de différentes parties de la plante. Voici une liste générale des composants chimiques présents dans le laurier rose

- **Alcaloïdes** : Les principales classes d'alcaloïdes présents dans le laurier rose sont les cardénolides, les bufadiénolides et les alcaloïdes indoliques.
- **Glycosides** : Le laurier rose contient des glycosides cardiotoniques tels que l'oléandrine, la nériine et la digitoxigénine.
- **Saponines** : Des saponines triterpénoïdes sont également présentes dans la plante.
- **Flavonoïdes** : Certains flavonoïdes, tels que la quercétine, la kaempférol et leurs glycosides, ont été identifiés dans le laurier rose.
- **Acides phénoliques** : Des acides phénoliques, tels que l'acide caféique, l'acide gallique et l'acide salicylique, peuvent être présents dans la plante.
- **Tanins** : Les tanins, qui sont des composés polyphénoliques, peuvent être trouvés dans le laurier rose [36].

II.5 Partie utilisée :

Dans l'extraction par solvant, les feuilles des plantes sont souvent choisies en raison de leur richesse en composés chimiques tels que les flavonoïdes, les terpènes, les phénols et autres substances bioactives. Ces composés peuvent présenter diverses propriétés pharmacologiques et thérapeutiques. Les feuilles des plantes renferment généralement une concentration plus élevée de composés bioactifs par rapport aux autres parties de la plante, telles que les fleurs, les racines ou les tiges. Cette richesse en composés peut s'expliquer par le processus de photosynthèse qui se déroule dans les feuilles et par leur rôle dans la production de métabolites secondaires. L'extraction par solvant des feuilles consiste à utiliser un solvant approprié, tel que l'éthanol, le méthanol ou l'hexane, pour extraire les composés désirés. Le solvant est généralement ajouté aux feuilles broyées ou à la poudre de feuilles, puis le mélange est agité ou chauffé pour faciliter la diffusion des composés dans le solvant [37].

II.6 Taxonomie :

La taxonomie est une classification scientifique des organismes vivants en différentes catégories, basée sur leurs caractéristiques et leurs relations évolutives . *Nerium oleander* est la seule espèce actuellement classée dans le genre *Nerium*, La classification est résumée dans le tableau II.1 [35].

Tableau II.1 : Classification de *Nerium oleander* [35]

Règne	Plantae (Plantes)
Sous-règne	Tracheobionta (Plantes vasculaires)
Division	Magnoliophyta (Plantes à fleurs)
Classe	Magnoliopsida (Dicotylédones)
Sous-classe	Asteridae
Ordre	Gentianales
Famille	Apocynaceae (Apocynacées)
Genre	<i>Nerium</i>
Espèce	<i>Nerium oleander</i>

II.7 Toxicité :

Le laurier rose (*Nerium oleander*) est une plante connue pour sa toxicité. Toutes les parties de la plante, y compris les feuilles, les fleurs, les tiges et les racines, contiennent des substances toxiques, notamment des glycosides cardiotoniques. Ces composés peuvent être dangereux s'ils sont ingérés ou en cas de contact cutané. Il est important de prendre des précautions lors de la manipulation du laurier rose et de se tenir à l'écart de la plante, en particulier pour les enfants et les animaux domestiques [38].

II.8 Usage thérapeutique traditionnel :

L'usage thérapeutique traditionnel de *Nerium oleander*, également connu sous le nom de laurier-rose, varie dans différentes cultures et régions du monde. Cependant, il convient de noter que *Nerium oleander* est une plante extrêmement toxique et potentiellement mortelle lorsqu'elle

est ingérée. Par conséquent, son utilisation interne à des fins thérapeutiques n'est pas recommandée. Cependant, dans certaines cultures traditionnelles, des extraits ou des préparations à base de *Nerium oleander* peuvent être utilisés localement pour des applications externes, telles que le traitement des affections cutanées, des plaies, des infections ou des inflammations. Il est important de noter que ces utilisations traditionnelles n'ont pas été largement étudiées sur le plan scientifique et qu'elles peuvent ne pas être sûres ou efficaces [39].

II.9 Répartition géographique :

Nerium oleander, communément appelé laurier-rose, est une plante originaire de la région méditerranéenne. Elle est largement répandue dans de nombreux pays de cette région, notamment en Espagne, en Italie, en Grèce, en Turquie, en Tunisie, en Algérie et au Maroc [40].



Figure I.2 : Carte géographique représente la Répartition géographique de *Nerium Oleander* [41].

II.10 Méthodes d'extraction des principes actifs :

II.10.1 Définition d'un principes actifs :

Un principe actif, également connu sous le terme d'ingrédient actif, est une substance chimique ou un groupe de substances présentes dans une plante, un médicament ou un produit naturel, qui confère une activité pharmacologique spécifique. Il s'agit de la composante responsable des effets thérapeutiques ou des propriétés biologiques d'une substance [42].

II.10.2 Définition d'un extrait végétal :

Un extrait végétal est une préparation obtenue à partir de plantes ou de parties spécifiques de plantes, telles que les feuilles, les fleurs, les racines ou les écorces. Il s'agit d'une méthode d'extraction utilisée pour obtenir les composés actifs présents dans les plantes, tels que les phytochimiques, les huiles essentielles, les polyphénols, les flavonoïdes, etc. Les extraits végétaux sont généralement obtenus par macération, infusion, distillation ou extraction par solvant, afin de concentrer les composés souhaités [43].

II.11 Techniques traditionnelles d'extraction :

II.11.1 L'infusion :

Est une méthode d'extraction utilisée pour préparer une boisson à base de plantes ou d'autres substances, en versant de l'eau chaude sur la matière végétale ou l'ingrédient choisi. Cette technique permet de libérer les composés actifs présents dans la plante ou l'ingrédient, tels que les huiles essentielles, les phytochimiques et les arômes, dans l'eau. L'infusion peut être réalisée avec des feuilles, des fleurs, des herbes, des épices ou d'autres parties de plantes [44].

II.11.2 La décoction :

La décoction est une méthode d'extraction utilisée pour préparer une préparation liquide à partir de substances végétales, telles que des racines, des écorces, des graines ou des parties ligneuses d'une plante. Dans cette méthode, les matières végétales sont bouillies dans de l'eau pendant une période prolongée afin d'extraire les composés actifs. La décoction permet de libérer les substances solubles dans l'eau, comme les tanins, les polysaccharides et les minéraux [45].

II.11.3 La macération :

Est une méthode d'extraction utilisée pour extraire les composés actifs des plantes ou d'autres substances en les laissant tremper dans un liquide, généralement de l'eau ou de l'alcool, pendant une période prolongée. Cette technique permet de dissoudre les composés solubles dans le liquide d'extraction et d'obtenir une solution concentrée en principes actifs. La macération peut être utilisée avec des plantes fraîches ou séchées, et la durée de macération peut varier en fonction des propriétés des substances à extraire [46].

II.11.4 L'enfleurage :

L'enfleurage est une ancienne technique d'extraction utilisée pour capturer les parfums des fleurs dans des matières grasses, comme l'huile végétale ou le beurre. Dans cette méthode, les pétales de fleurs fraîches sont placés sur une couche de matière grasse, qui absorbe les arômes volatils de la fleur au fil du temps. Les pétales sont ensuite remplacés par de nouveaux, permettant ainsi une extraction continue des parfums. L'enfleurage est principalement utilisé pour obtenir des extraits de fleurs délicates et fragiles, telles que le jasmin, la rose ou la tubéreuse [47].

II.11.5 Extraction par solvant :

L'extraction par solvant peut être considérée comme une méthode d'extraction traditionnelle qui a été utilisée depuis longtemps dans diverses cultures à des fins médicinales et aromatiques. Cependant, elle est également utilisée de manière moderne avec des techniques et des équipements avancés. L'extraction par solvant est une méthode d'extraction qui consiste à utiliser un solvant pour dissoudre et extraire les composés souhaités des matières premières végétales. Les solvants couramment utilisés comprennent l'éthanol, le méthanol, l'hexane, l'acétone, l'éther, entre autres. Les solvants sont sélectionnés en fonction de leurs propriétés de solubilité et de leurs capacités d'extraction des composés cibles. Cette méthode permet d'obtenir des extraits concentrés de composés bioactifs à partir des plantes [37].

II.11.5.1 Avantages de l'extraction par solvant :

- **Efficacité d'extraction :** Les solvants peuvent extraire efficacement une large gamme de composés bioactifs des plantes, y compris les huiles essentielles, les flavonoïdes, les alcaloïdes, etc.
- **Polyvalence :** La méthode d'extraction par solvant peut être adaptée à différents types de plantes et de composés, permettant ainsi une grande variété d'applications dans l'industrie pharmaceutique, cosmétique, alimentaire, etc.
- **Grande quantité d'extraction :** Les solvants permettent d'obtenir des quantités importantes de produits extraits, ce qui est avantageux pour la production à grande échelle.
- **Sélectivité :** Certains solvants peuvent être sélectifs dans l'extraction de composés spécifiques, ce qui permet d'isoler des composés d'intérêt sans extraire d'autres substances indésirables [37].

II.11.5.2 Inconvénients de l'extraction par solvant

- **Utilisation de solvants chimiques :** Certains solvants organiques peuvent être toxiques et inflammables, nécessitant une manipulation et une évaporation sécurisées pour assurer la sécurité.
- **Risque de contaminants :** Les solvants peuvent potentiellement contenir des contaminants ou des résidus qui peuvent être transférés aux extraits, ce qui peut être préoccupant d'un point de vue de sécurité et de qualité.
- **Impact environnemental :** L'utilisation de solvants chimiques peut avoir un impact sur l'environnement s'ils ne sont pas gérés correctement, notamment lors de leur élimination [37].

II.12 Techniques d'extraction modernes :

II.12.1 Extraction par le CO2 supercritiques :

L'extraction par le CO2 supercritique est une méthode d'extraction utilisée pour extraire les composés actifs des plantes ou d'autres substances en utilisant du dioxyde de carbone (CO2) à l'état supercritique. Dans cet état, le CO2 possède à la fois des propriétés de gaz et de liquide, ce qui lui permet de diffuser à travers les matériaux d'extraction et de solubiliser les composés souhaités. Cette méthode d'extraction est utilisée pour obtenir des extraits de haute qualité, car le CO2 supercritique offre une solubilité sélective et peut être facilement éliminé du produit final [48].

II.12.2 Extraction par micro-ondes :

L'extraction par micro-ondes est une technique d'extraction qui utilise les micro-ondes pour faciliter le transfert d'énergie à l'intérieur d'un échantillon, ce qui permet d'accélérer le processus d'extraction des composés souhaités. Les micro-ondes génèrent une chaleur interne dans l'échantillon, ce qui favorise la rupture des parois cellulaires et la libération des composés d'intérêt. Cette méthode présente plusieurs avantages, tels qu'une réduction du temps d'extraction, une augmentation du rendement et une amélioration de l'efficacité par rapport aux méthodes traditionnelles d'extraction [49].

II.12.3 Extraction par ultrasons :

L'extraction par ultrasons est une méthode d'extraction qui utilise les ondes ultrasonores pour faciliter la libération des composés souhaités d'un matériau d'origine. Les ultrasons génèrent des ondes de pression à haute fréquence qui créent des cycles de compression et de décompression dans le solvant, induisant ainsi la formation et l'implosion de petites bulles de

cavitation. Ces bulles de cavitation génèrent une agitation mécanique intense, ce qui facilite la rupture des parois cellulaires et permet l'extraction des composés cibles dans le solvant. Cette technique est connue pour sa rapidité, son efficacité et sa sélectivité dans l'extraction de différents composés bioactifs [50].

II.13 Les avantages et les inconvénients des techniques d'extraction modernes :

Ci-dessous avantages et inconvénients de trois techniques d'extraction modernes :

Tableau II.2 : Avantages et inconvénients des méthodes d'extraction.

Méthodes	Avantages	Inconvénients
Extraction par CO ₂ supercritique	Sélectivité de l'extraction, absence de résidus de solvants, possibilité de moduler la température et la pression pour optimiser l'extraction, extraction efficace des composés volatils et non volatils [51].	Coût élevé des équipements, besoin d'une expertise technique, dégradation potentielle de certains composés thermosensibles [51].
Extraction micro-ondes	L'extraction par micro-ondes peut permettre de réduire la quantité de solvants nécessaires pour l'extraction, ce qui est avantageux du point de vue environnemental. [52].	Les équipements nécessaires pour l'extraction par micro-ondes peuvent être coûteux, ce qui peut représenter un investissement initial important. [52].
L'extraction par ultrasons	L'extraction par ultrasons permet une rupture efficace des parois cellulaires, favorisant ainsi l'extraction rapide et complète des composés d'intérêt. [53].	Certains composés sensibles peuvent être dégradés par l'agitation mécanique intense des ultrasons. [53].

CHAPITRE III

Materiels Et Methodes



Chapitre III :

MATERIELS ET METHODES

But de travail

Ce travail a été effectué au laboratoire 01 de génie des procédés département de génie des procédés à la faculté des sciences et des sciences appliquées de l'université de Akli Mohand oulhadj . Les travaux se sont concentrés sur l'étude de l'action antioxydante des quatre extraits des plante *Nerium Oleander* ont été récoltée dans trois régions déférentes.

L'objet consiste à évaluer la capacité d'une substance ou d'un extrait à neutraliser les radicaux libres et à protéger les cellules des dommages oxydatifs.

III.1 Matériel végétal et échantillonnage

L'échantillonnage des plantes provenant de trois régions différentes, à savoir Dirah, El Khart et Oued El Bardi dans la wilaya de Bouira, a été réalisé dans le cadre de cette étude. Ces régions ont été sélectionnées en raison de leur diversité géographique et de leur potentiel de présence de *Nerium oleander*, la plante d'intérêt de notre recherche. Les échantillons de plantes récoltés ont été correctement étiquetés et emballés de manière à préserver leur intégrité et à éviter toute contamination ou altération pendant le transport. Ces échantillons ont été utilisés par la suite pour les analyses et les évaluations des activités antioxydantes dans le cadre de notre étude.



Figure III.1 : *Nerim oleander* récoltée dans les régions dirah , el khart et oued el berdi wilaya de bouira

Les détails relatifs à la collecte des échantillons de plantes sont résumés dans le tableau III.1.

Tableau III.1 : Les informations sur la collecte de *Nerium oleander*

Nom commun De la plante	Nom scientifique De la plante	Date de collecte	Partie Utilisée	Lieu de collecte	Coordonnées GPS	Altitude (m)
Laurier rose	<i>Nerium oleander</i>	27/03/2023	Feuilles	Dirah	35° 59' 52" N 3°45' 06" E	844
				El Khart	36° 06' 32" N 3°43' 10" E	1320
				Oued El Berdi	36° 15' 10" N 3°49' 50" E	932

III.2 Conseils et préparation des matière végétale

Règles générales pour la cueillette des plantes médicinales :

- Il est essentiel de pouvoir identifier correctement *Nerium oleander* afin d'éviter toute confusion avec d'autres espèces potentiellement toxiques lors de la cueillette.
- Étant une plante toxique, toutes les parties de *Nerium oleander*, notamment les feuilles, les fleurs, les tiges et les racines, contiennent des substances potentiellement dangereuses. Il est impératif d'éviter tout contact direct avec la plante et de ne jamais consommer ses parties.
- Lorsqu'il est nécessaire de prélever des parties de la plante, il est recommandé d'utiliser des gants de protection et des outils appropriés afin d'éviter tout contact direct avec cette plante toxique.
- Il est important de se renseigner sur les réglementations ou restrictions locales concernant la cueillette de *Nerium oleander*, car certaines régions peuvent interdire la cueillette de cette plante en raison de sa toxicité.
- Lors de la cueillette, il convient de préserver l'environnement naturel où pousse la plante en évitant de prélever des quantités excessives et en respectant l'équilibre de l'écosystème.

- Si vous envisagez d'utiliser *Nerium oleander* à des fins traditionnelles ou médicinales, il est essentiel de vous informer auprès de sources fiables sur les utilisations appropriées et les précautions à prendre [54].

III.3 Séchage de plante

Les parties aériennes (feuilles) des plantes récoltées ont été soumises à un processus de séchage de 21 jours dans un environnement sec et bien aéré, protégé de la lumière solaire directe et de l'humidité, pour l'objet de retirer l'humidité présente afin de préserver la qualité et l'efficacité des parties récoltées. Le séchage favorise une conservation plus longue des plantes.



Figure III.2: Plante Fraiche



Figure III.3 : Plante Sèche

III.4 Broyage de plante

Le matériel végétal a été broyé à l'aide d'un broyeur électrique de type "Bomann". Puis tamisé jusqu'à obtenir une poudre fine.



Figure III.4: broyage de *Nerium Oleander*

III.5 Conservation des plantes

Après le broyage de *Nerium oleander*, il est recommandé de conserver la poudre obtenue dans un récipient hermétique, à l'abri de la lumière, de l'humidité et de la chaleur. Il est préférable de stocker la poudre dans un endroit frais et sec pour maintenir sa qualité et ses propriétés.

III.6 Extraction des substances bioactives

III.6.1 Protocole de macération (extraction solide-extraction solide-liquide)

Le protocole utilisé pour la macération simple dans notre étude consistait à utiliser 60 g de poudre végétale de *Nerium oleander*. Un mélange de solvant 200 ml composé d'éthanol et d'eau dans un rapport de 80/20 a été préparé. Le mélange a été agité à l'aide d'un agitateur magnétique et laisse le mélange pendant 48 heures pour permettre l'extraction des composés bioactifs de la plante.

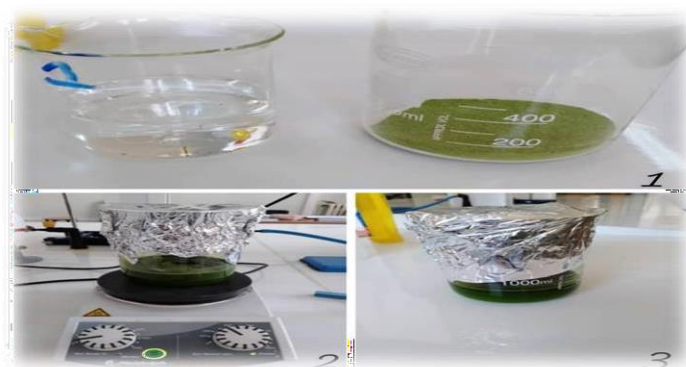


Figure III.5: protocole de macération

III.6.2 Filtration

Après la période de macération, le mélange a été filtré en utilisant un papier filtre, afin d'obtenir un extrait éthanolique purifié.



Figure III.6: filtration de macérat

III.7 Extraction liquide-liquide :

Le protocole d'extraction liquide-liquide utilisé dans notre étude pour obtenir différents extraits de *Nerium oleander* est le suivant :

- Tout d'abord, l'extrait éthanolique obtenu a été soumis à une série d'extractions avec différents solvants organiques croissante de polarité.
- L'extrait éthanolique a été mélangé avec de l'hexane, ce qui a entraîné la formation de deux phases distinctes : une phase organique et une phase aqueuse. La phase organique contenant les composés lipophiles a été évaporée, tandis que la phase aqueuse a été conservée.
- Ensuite, la phase aqueuse restante a été soumise à une extraction avec du chloroforme, produisant à nouveau deux phases : une phase organique et une phase aqueuse. La phase organique a été évaporée, tandis que la phase aqueuse a été récupérée.
- Le même processus a été répété avec l'acétate d'éthyle, où la phase aqueuse a été extraite avec l'acétate d'éthyle pour obtenir une nouvelle séparation en deux phases. La phase organique a été évaporée, tandis que la phase aqueuse a été conservée.
- Enfin, la phase aqueuse restante a été soumise à une dernière extraction avec le n-butanol. Cette extraction a également produit deux phases : une phase organique et une phase aqueuse. La phase organique a été évaporée, tandis que la phase aqueuse a été rejetée.

Pour chaque étape d'extraction, les ampoules de décantation ont été utilisées pour faciliter la séparation des phases. Avant d'effectuer les extractions, les ampoules ont été agitées vigoureusement et dégazées pour assurer une bonne distribution des solvants et des composés dans les phases respectives. Après chaque étape d'extraction, les ampoules ont été laissées en repos pour permettre une séparation complète des phases.

Ce protocole d'extraction liquide-liquide a permis d'obtenir quatre extraits distincts pour chaque région étudiée. Chaque extrait représente une fraction spécifique des composés présents dans *Nerium oleander* et peut être utilisé ultérieurement dans des analyses et des tests spécifiques.

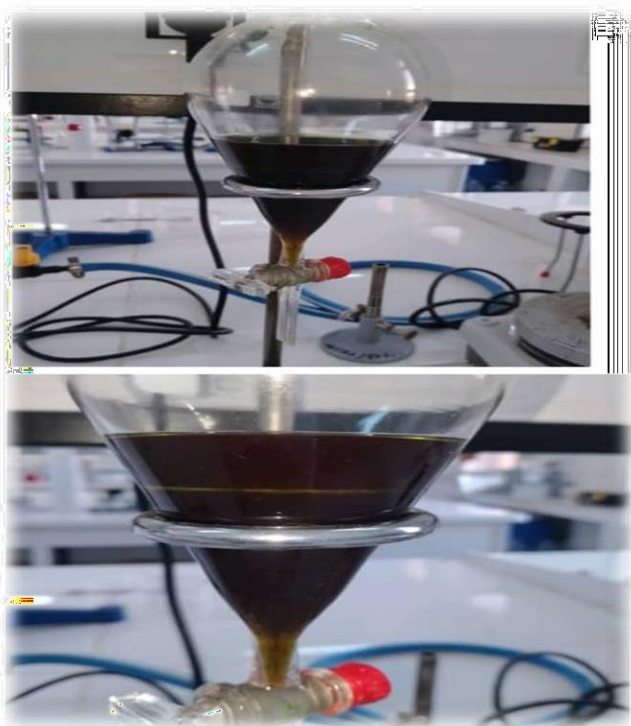


Figure III.7: extraction liquide-liquide avec hexane

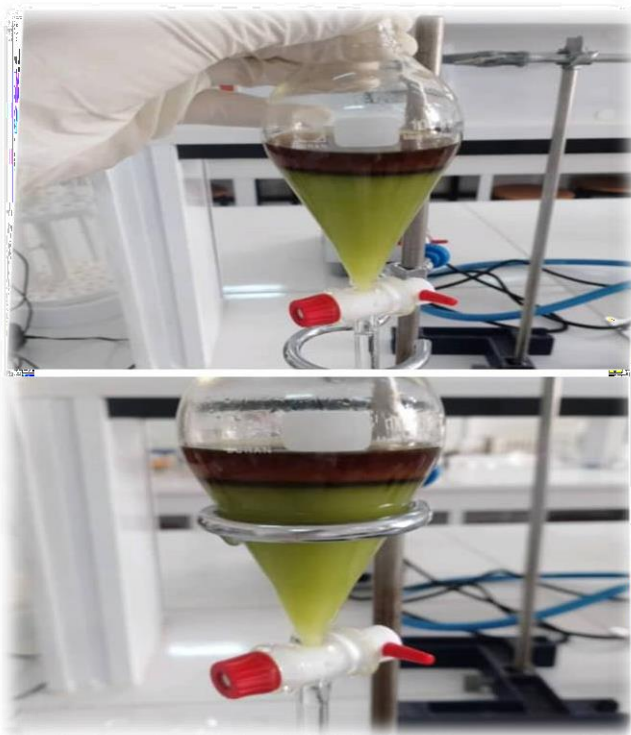


Figure III.8 : extraction liquide-liquide avec chloroforme



Figure III.9 : extraction liquide-liquide avec acétate d'éthyle

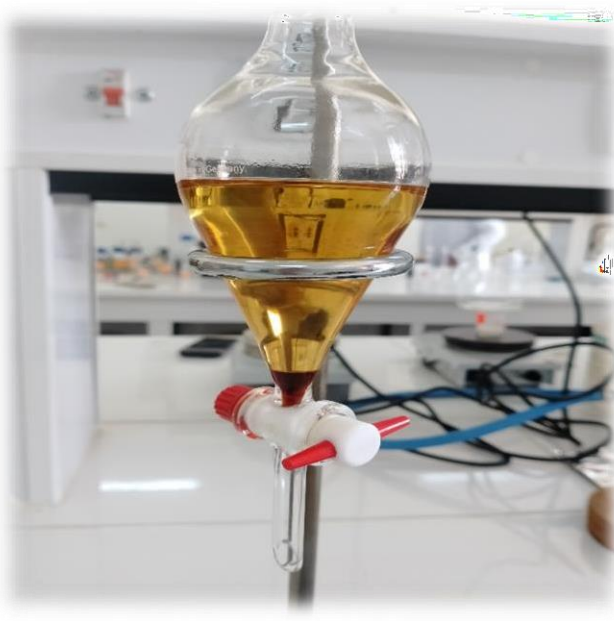


Figure III.10: extraction liquide-liquide avec n-butanol

III.8 Évaporation des solvants :

Après l'extraction des extraits de plantes, la phase organique contenant les composés bioactifs a été transférée dans des flacons. Pour procéder à l'évaporation du solvant, les flacons ont été placés dans une étuve spécialement conçue à cet effet. L'étuve a été réglée à une température 37°C et une ventilation appropriée pour favoriser l'évaporation progressive du solvant tout en préservant les composés bioactifs présents dans la phase organique.

La ventilation de l'étuve a joué un rôle crucial dans ce processus. Elle a permis d'éliminer efficacement le solvant. Cela a contribué à accélérer l'évaporation du solvant et à réduire le temps nécessaire pour obtenir un résidu sec des extraits. Pendant toute la durée de l'évaporation, une surveillance régulière a été effectuée pour s'assurer que la température et la ventilation étaient maintenues dans des plages appropriées. Cela garantissait un séchage uniforme et efficace de la phase organique, tout en évitant la dégradation ou la surchauffe des composés bioactifs. Une fois l'évaporation complétée, les flacons ont été retirés de l'étuve. Le résidu sec obtenu, qui représente les extraits concentrés, a été prélevé pour des analyses ultérieures tel que le calcul de rendement et l'activité antioxydante.

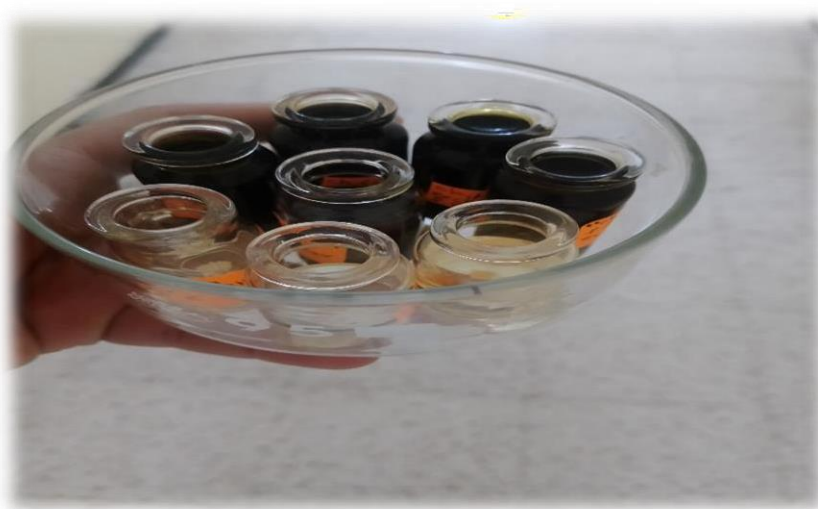


Figure III.11: l'évaporation des solvants

III.9 Taux d'humidité :

L'humidité est définie comme la quantité d'eau présente dans un échantillon donné qui s'évapore sous l'effet de la chaleur. Elle est mesurée en termes de perte de masse lors de la dessiccation dans une étuve, selon des conditions spécifiques, notamment un séchage isotherme à une température de 103 °C [55].

III.9.1 Protocole :

Voici le protocole pour la mesure du taux d'humidité :

- Peser le cristalliseur vide (m_0).
- Prélever une quantité d'échantillon de 5 g (m_1).
- Placer le cristalliseur contenant l'échantillon dans une étuve préchauffée à une température de 103 °C pendant 20 minutes.
- Retirer le cristalliseur de l'étuve et le laisser refroidir dans un dessiccateur.
- Effectuer une dernière pesée du cristalliseur contenant l'échantillon refroidi (m_2) [55].

Le taux d'humidité peut être calculé en utilisant la formule suivante :

$$Th\% = \frac{m_1 - (m_2 - m_0)}{m_1} \times 100$$

m_0 : masse de cristalliseur vide en g

m_1 : masse de la prise d'essai en g

m_2 : masse du cristalliseur + matière végétal après séchage en g

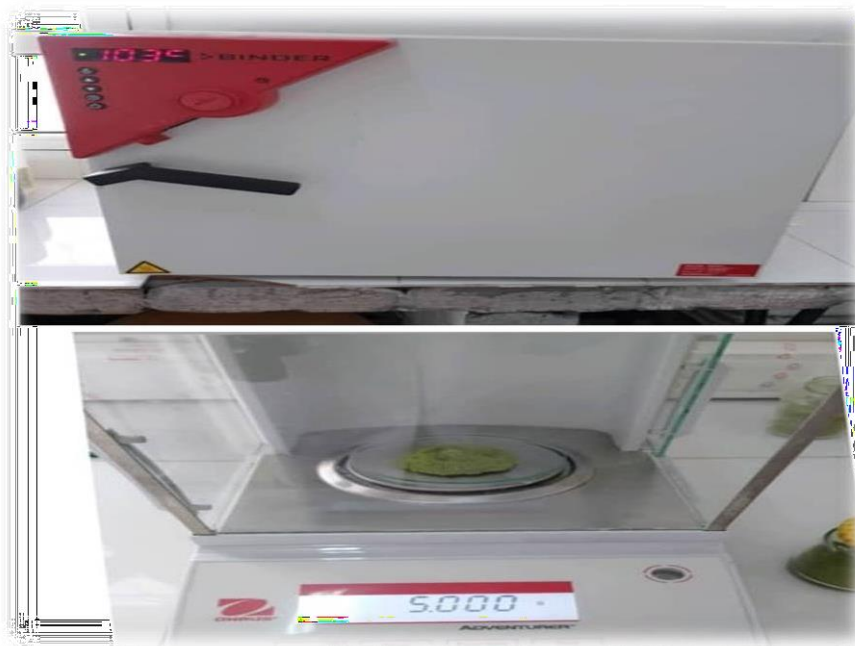


Figure III.12 : Protocole De Calcule Taux D'humidité

III.10 Calcul du rendement :

Le rendement d'extraction représente la quantité de composés extraits d'une plante ou d'un matériau par rapport à la quantité initiale utilisée. Il peut être calculé en utilisant la formule suivante :[56]

$$Rex \% = \frac{m_{ex}}{m_{ps}} \times 100$$

$$M_{ps} = m_{pf} \cdot (1 - TH)$$

R_{ex} (%) : Rendement d'extraits sec .

m_{ex} : Masse de l'extraît sec (g) ;

m_{ps} : Masse de poudre sèche (g) ;

m_{pf} : Masse de poudre fraîche (g) ;

TH : Taux d'humidité

III.11 Évaluation De L'activité Antioxydante

III.11.1 Test de piégeage du radical libre DPPH

L'activité antioxydante d'une substance peut être évaluée à l'aide de différents tests, et l'un des tests couramment utilisés est le test de piégeage du radical libre DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle). Ce test permet de mesurer la capacité d'une substance à neutraliser les radicaux libres en les transformant en une forme stable [57].

Le radical DPPH est un radical libre stable de couleur violacée qui présente une absorption à une longueur d'onde de 517 nm. Lorsqu'il est exposé à des composés antioxydants, le radical DPPH est réduit, ce qui entraîne un changement de couleur de violet à jaune. Les absorbances mesurées sont utilisées pour calculer le pourcentage d'inhibition du radical DPPH, qui est directement lié au pouvoir antioxydant de l'échantillon. Cette méthode repose sur la mesure de la capacité des antioxydants à piéger le radical DPPH [58].

Le pourcentage de piégeage du radical est calculé à l'aide de l'équation suivante :

$$I\% = \frac{A_b - A_e}{A_b} \times 100$$

$I\%$: le pourcentage d'inhibition de DPPH

A_b : absorbance du contrôle négative (solution du DPPH sans extrait).

A_e : absorbance en présence d'extrait.

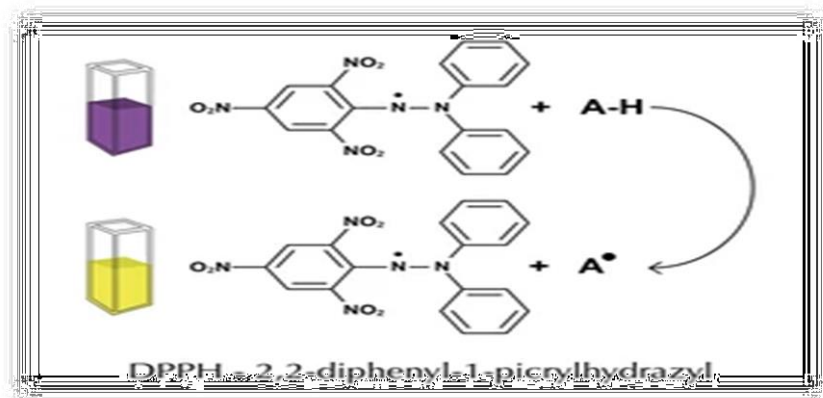


Figure III.14: la transformation chimique de l radical libre DPPH [59].

III.11.2 Préparation des solutions :

- Une solution de DPPH a été préparée en dissolvant 4 mg de poudre de DPPH dans 100 ml d'éthanol. Avant utilisation, il est important de bien agiter la solution préparée pour s'assurer d'une bonne dissolution [60].
- Nous avons préparé une solution mère des quatre extraits de chaque région, avec une concentration de 16 mg/ml. À partir de cette solution, nous avons réalisé une série de dilutions pour obtenir des concentrations de 1 mg/ml, 0,5 mg/ml, 0,25 mg/ml, 0,125 mg/ml, 0,0625 mg/ml, 0,0313 mg/ml et 0,0156 mg/ml.



Figure III.15: Preparation De Solution DPPH

Mode opératoire

Protocole d'évaluation de l'activité antioxydante à l'aide du test de piégeage du radical DPPH :

- prélevé 200 μ L de chaque extrait
- Dans chaque échantillon, ajoutez 800 μ L de la solution éthanolique de DPPH.
- Mélangez délicatement les solutions et placez-les dans l'obscurité pendant 30 minutes à une longueur d'onde de 517 nm.
- Utilisez un spectrophotomètre UV-visible pour mesurer les absorbances des différentes solutions.

Répétez ces étapes pour chaque échantillon des quatre extraits provenant des trois régions différentes.

Utilisez une solution éthanolique de DPPH comme contrôle négatif (blanc) et l'acide ascorbique (vitamine C) comme contrôle positif.

Pour déterminer l'IC₅₀, tracez une courbe de pourcentage d'inhibition en fonction de la concentration de l'échantillon. L'IC₅₀ est la concentration d'échantillon nécessaire pour inhiber 50% du radical DPPH.



Figure III.16: Évaluation De L'activité Antioxydante

III.12 Calcul de l'IC₅₀

L'IC₅₀, ou concentration inhibitrice de 50% du radical libre DPPH, représente la concentration d'un antioxydant nécessaire pour réduire de moitié la concentration initiale du radical DPPH°. Cette valeur est inversement liée à la capacité antioxydante plus l'IC₅₀ est faible, plus l'activité antioxydante d'un composé est élevée. Pour déterminer l'IC₅₀, une méthode graphique est utilisée en effectuant une régression linéaire des pourcentages d'inhibition du DPPH° en fonction des différentes concentrations de l'huile essentielle testée [61].

Chapitre IV :

RÉSULTATS ET DISCUSSION



Chapitre IV :

RÉSULTATS ET DISCUSSION

IV.1 Taux d'humidité :

Le taux d'humidité de l'échantillon de *Nerium oleander* a été mesuré pour évaluer le rendement en fonction de la matière végétale sèche. Les valeurs de taux d'humidité des trois régions de la plante étudiée sont répertoriées dans le tableau.

Tableau IV.1: Taux d'humidité et rendement de *Nerium oleander*

Regions	Masse de la matière sèche	TH%
Dirah	100	5,8
El khart	100	8
Oued el bardi	100	5,8

Ces résultats suggèrent que les conditions environnementales, telles que le climat et la disponibilité en eau, peuvent avoir une influence sur le taux d'humidité des plantes. La première et la deuxième région présentent des taux d'humidité similaires, tandis que la troisième région montre un taux d'humidité légèrement

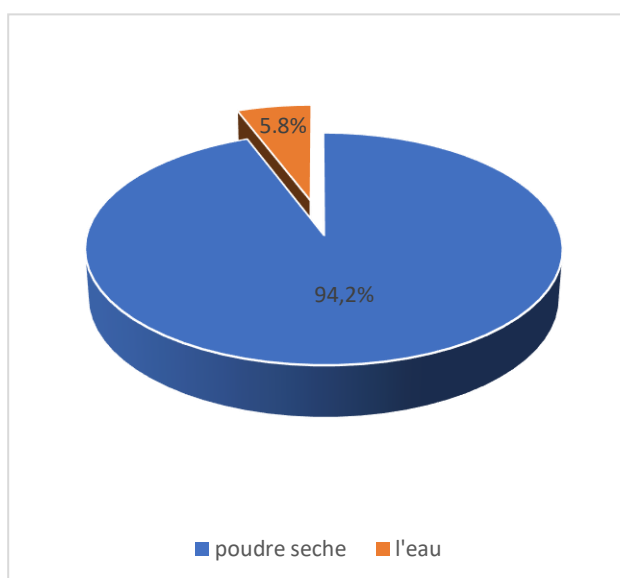


Figure IV.1: Teneur d'humidité du nerium oleander

Dirah oued el berdi

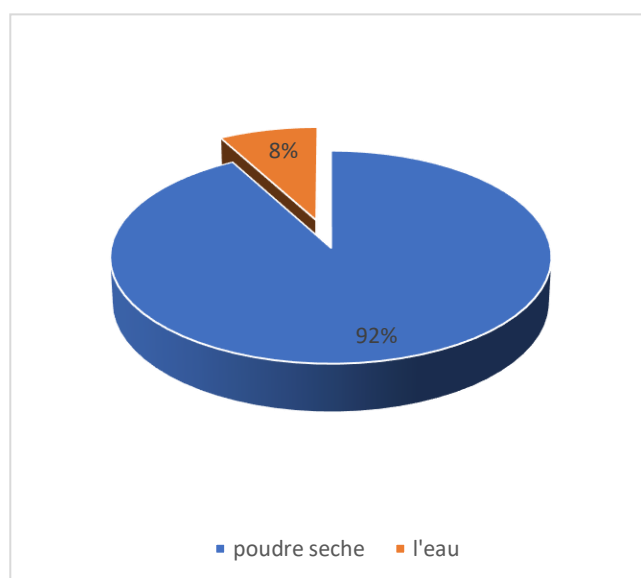


Figure IV.2 : Teneur d'humidité du nerium oleander

El Kharret

IV.2 Rendement :

Le rendement de l'extrait est obtenu par la technique d'extraction par solvants des feuilles de *Nerium oleander*. Ce rendement est calculé à partir aux quantités de composés extraits par rapport à la quantité initiale utilisée. Les résultats sont présentés dans le tableau IV.2

Tableau IV.2 : Rendement de différents extraits de *Nerium oleander*.

Régions	Solvants	Masse en g	Rendement %	Rendement totale %
Dirah	Hexane	0,319	0,532	2,95
	Chloroforme	0,503	0,839	
	Acétate d'éthyle	0,406	0,677	
	n-butanol	0,546	0,911	
El khart	Hexane	0,352	0,587	2,94
	Chloroforme	0,475	0,792	
	Acétate d'éthyle	0,364	0,607	
	n-butanol	0,578	0,964	
Oued el bardi	Hexane	0,299	0,499	2,97
	Chloroforme	0,527	0,879	
	Acétate d'éthyle	0,384	0,641	
	n-butanol	0,574	0,958	

Dans notre étude, les rendements des extraits de *Nerium oleander* ont été évalués pour trois régions différentes. Les résultats ont montré que dans la région de dirah les rendements les plus élevés ont été obtenus avec l'extrait de chloroforme (0,839) et le n-butanol (0,911). Les rendements des extraits d'hexane (0,532) et de chloroforme (0,677) étaient également significatifs mais légèrement inférieurs.

Pour la région d'el khart les rendements les plus élevés ont été observés avec l'extrait de n-butanol (0,964), suivi du chloroforme (0,792). Les extraits d'hexane (0,564) et de chloroforme (0,607) ont également montré des rendements appréciables mais légèrement inférieurs.

Dans la région d'oued el bardi les rendements les plus élevés ont été obtenus avec l'extrait de n-butanol (0,958) et le chloroforme (0,871) ont également montré des rendements significatifs mais plus faibles.

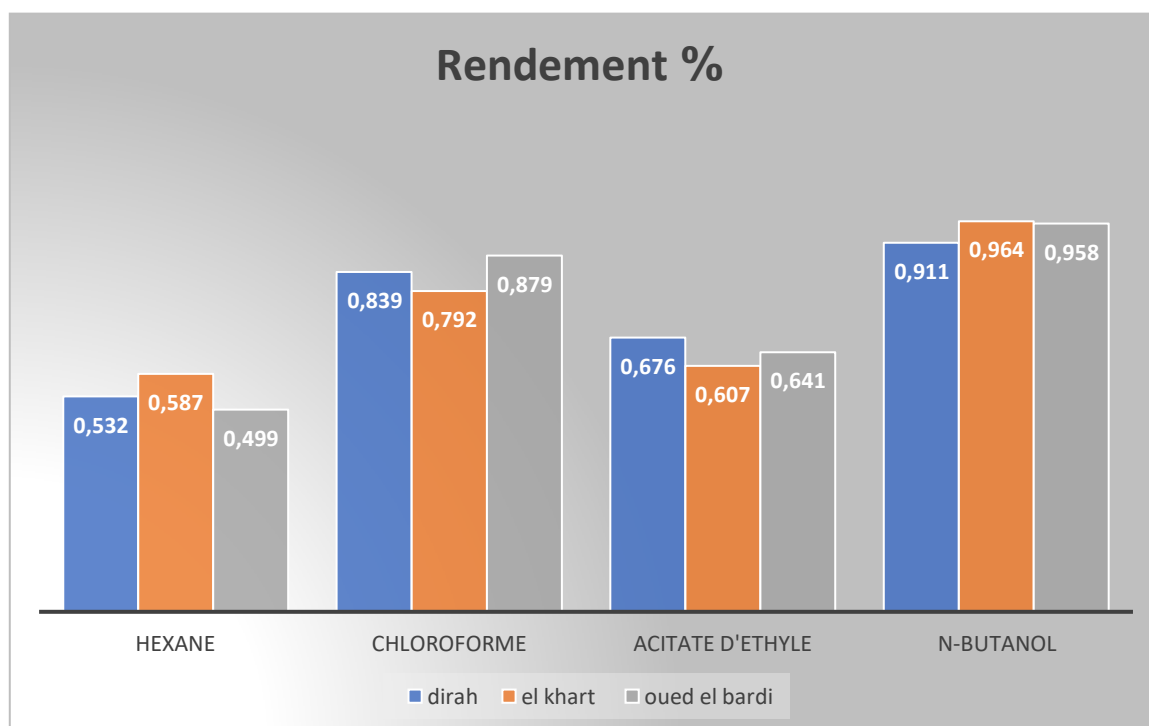


Figure IV.3: Rendement des différents extraits

Cependant, la comparaison de nos résultats avec la littérature s'avère complexe, car le rendement est un paramètre relatif qui varie en fonction de la méthode et des conditions spécifiques d'extraction.

Par exemple, dans une étude réalisée par **Bernard et al [62]** sur le rendement de la macération des matières végétales dans l'éthanol a obtenu un rendement de 11,1% à partir des feuilles de *Nerium oleander*. Ce résultat est supérieure au nôtre, ce qui s'explique par la différence dans la méthodologie d'extraction, même si le même solvant, Toute légère différence peut être attribuée à l'utilisation de l'éthanol en tant que solvant, connu pour sa capacité à favoriser une extraction plus efficace de métabolites secondaires.

IV.3 Activité antioxydante (Piégeage du radical libre DPPH) :

Les résultats obtenus pour l'activité anti-radicalaire des différents extraits hexanique mesurée par le test de piégeage du radical libre DPPH, sont présentés dans le tableau et la figure

Tableau IV.3: Pourcentages d'inhibition du radical libre DPPH pour différentes concentrations de l'extrait hexanique de *Nerium Oleander*

Concentration (mg/mL)	Pourcentages d'inhibition (%)		
	Dirah	El khart	Oued el bardi
1	57,71	58,03	57,03
0,5	50,04	50,81	49,67
0,25	46,02	46,8	45,9
0,125	43,72	44,42	43,61
0,0625	42,49	43,11	42,38
0,0313	41,67	42,29	41,57
0,0156	40,6	41,22	40,34
IC50 (mg/mL)	0,519	0,484	0,543

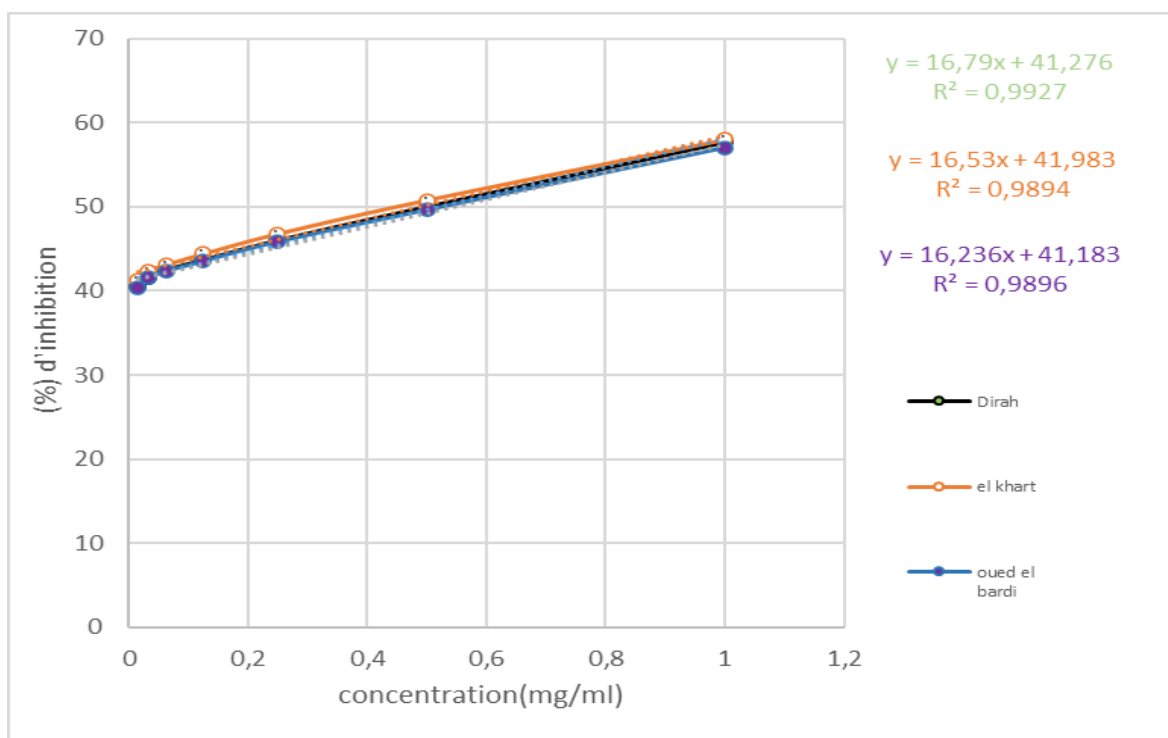


Figure IV.4: Variation du pourcentage d'inhibition du radical libre DPPH en fonction des différentes concentrations de l'extrait hexanique de *Nerium Oleander* récoltée de Dirah.

Les résultats pour les différents extraits chloroformique mesurée par le DPPH, sont présentés dans le tableau IV.4 et la figure IV.5

Tableau IV.4: Pourcentages d'inhibition du radical libre DPPH pour différentes concentrations de l'extrait chloroformique de *Nerium Oleander*

Concentration (mg/mL)	Pourcentages d'inhibition (%)		
	Dirah	El khart	Oued el bardi
1	63,74	60,31	59,49
0,5	53,4	52,7	51,88
0,25	48,23	47,13	46,56
0,125	45,28	46,23	45,49
0,0625	43,15	44,02	43,69
0,0313	42,08	43,53	43,12
0,0156	40,79	42,47	42,63
IC50 (mg/mL)	0,367	0,393	0,427

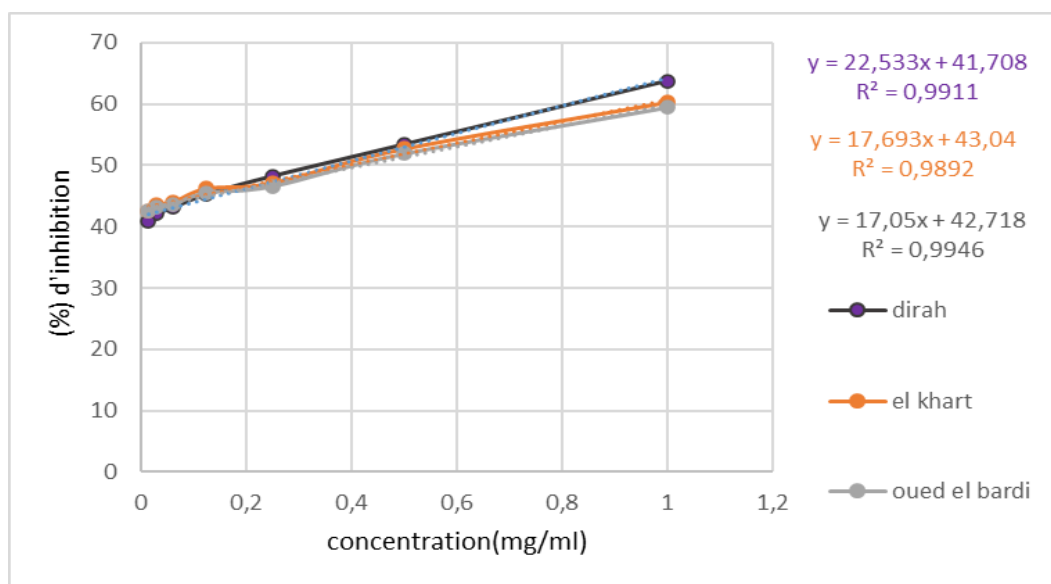


Figure IV.5 : Variation du pourcentage d'inhibition du radical libre DPPH en fonction des différentes concentrations de l'extrait chloroformique de *Nerium Oleander*.

Les résultats pour les différents extraits acétate d'éthylique sont présentés dans le tableau IV.5 et la figure IV.6

Tableau IV.5: Pourcentages d'inhibition du radical libre DPPH pour différentes concentrations de l'extrait acétate d'éthylique de *Nerium Oleander*

Concentration (mg/mL)	Pourcentages d'inhibition (%)		
	Dirah	El khart	Oued el bardi
1	66,47	62,62	63,58
0,5	55,41	53,77	54,66
0,25	50,28	49,01	48,93
0,125	46,32	46,14	46,31
0,0625	45,16	44,26	44,02
0,0313	43,43	42,95	42,47
0,0313	41,53	41,96	42,12
0,0156	0,291	0,348	0,335
IC50 (mg/mL)	0,291	0,348	0,335

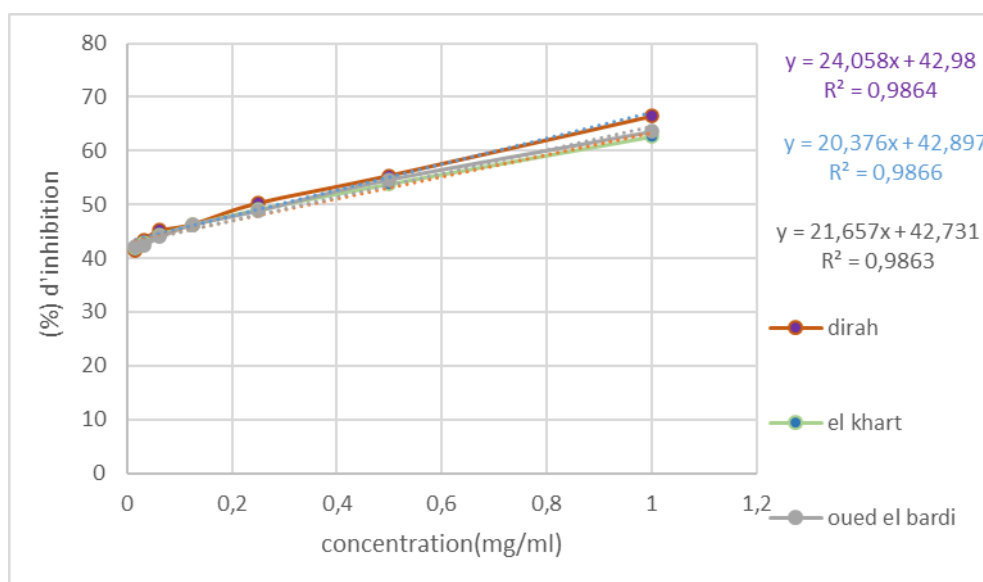


Figure IV.6 : Variation du pourcentage d'inhibition du radical libre DPPH en fonction des différentes concentrations de l'extrait acétate d'éthylique de *Nerium Oleander*.

Les résultats de l'activité anti-radicalaire de l'extrait de n-butanol par le test de piégeage du radical libre DPPH sont illustrés dans le tableau IV.6 et la figure IV.7

Tableau IV.6: Pourcentages d'inhibition du radical libre DPPH pour différentes concentrations de l'extrait n-butanol de *Nerium Oleander*

Concentration (mg/mL)	Pourcentages d'inhibition (%)		
	Dirah	El khart	Oued el bardi
1	64,23	62,34	63,17
0,5	56,87	54,96	55,56
0,25	50,73	51,51	49,59
0,125	50,16	48,4	49,01
0,0625	47,95	47,57	46,8
0,0313	47,29	46,67	46,15
0,0313	46,72	46,18	45,66
0,0156	0,170	0,216	0,235
IC50 (mg/mL)	0,170	0,216	0,235

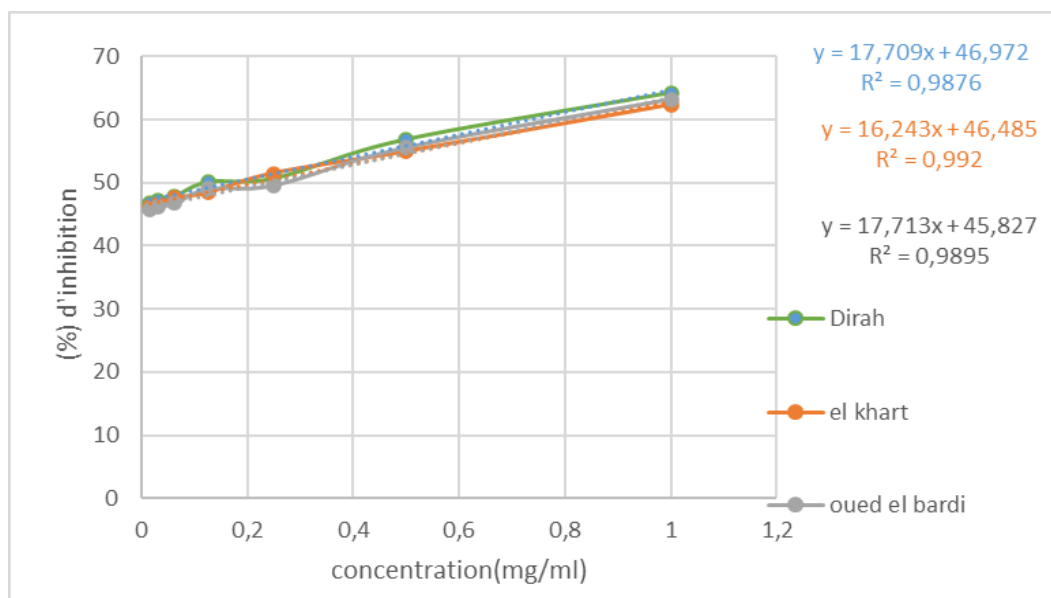


Figure IV.7: Variation du pourcentage d'inhibition du radical libre DPPH en fonction des différentes concentrations de l'extrait n-butanol de *Nerium Oleander*.

Les résultats de l'activité antioxydante du contrôle positif (acide ascorbique) sont présentés dans le tableau IV.7 et la figure IV.8.

Tableau IV.7 : Pourcentages d'inhibition du radical libre DPPH pour différentes concentrations de l'acide ascorbique.

Concentration	Pourcentage d'inhibition (%)
1	68,03
0,5	60,16
0,25	55,08
0,125	51,31
0,0625	50
0,0313	49,34
0,0156	48,68
IC50 (mg/mL)	0 ,048

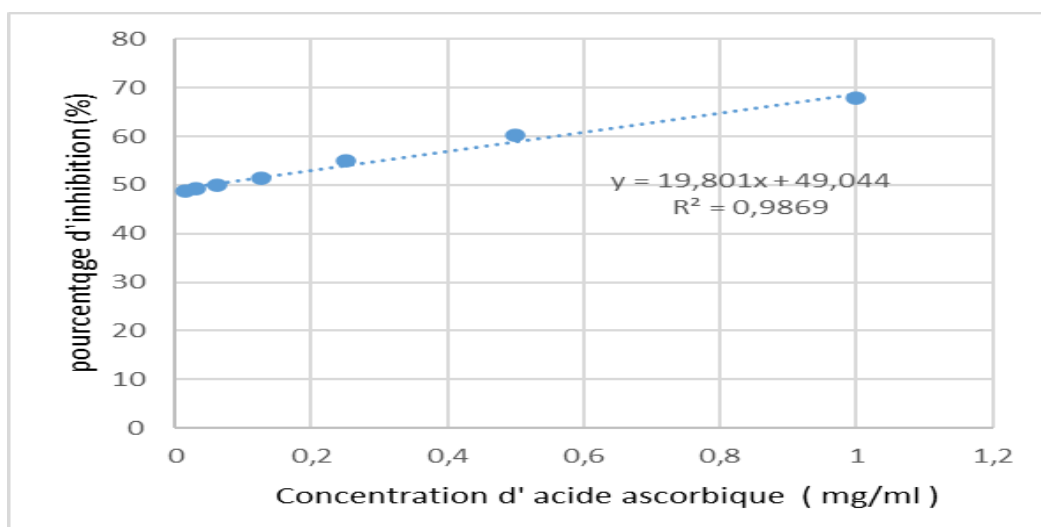


Figure IV.8 : Variation du pourcentage d'inhibition du radical libre DPPH en fonction des différentes concentrations de l'acide ascorbique de *Nerium Oleander*.

En examinant les résultats illustrés dans les figures IV.9, IV.10 , IV.11 respectivement nous pouvons observer une augmentation de l'activité antioxydante en fonction de l'augmentation de la concentration de l'extrait.

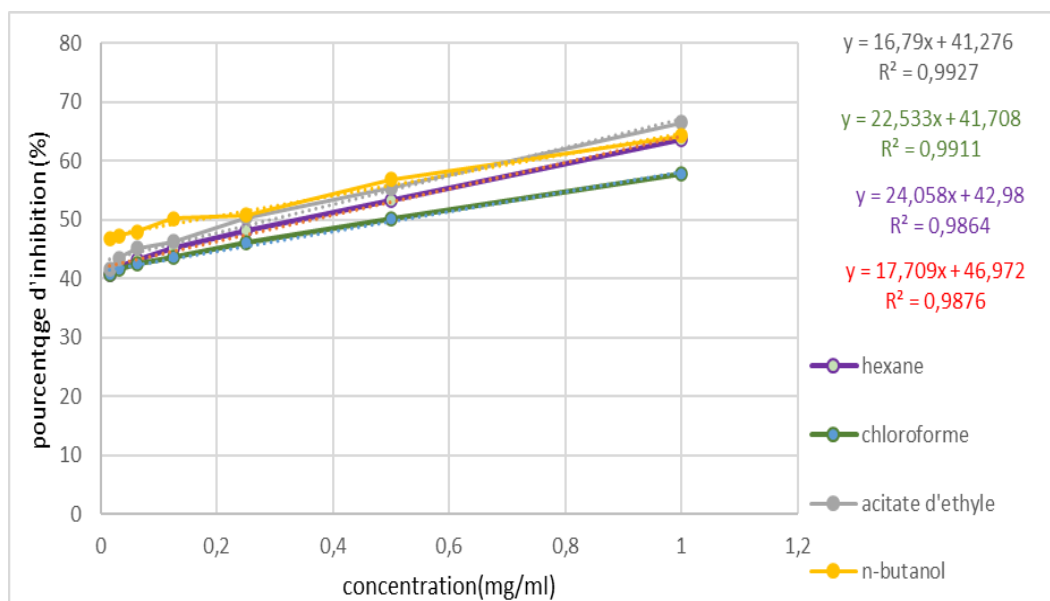


Figure IV.9 : Variation du pourcentage d'inhibition du radical libre DPPH en fonction des différentes concentrations des extraits de *Nerium Oleander* de régions de dirah.

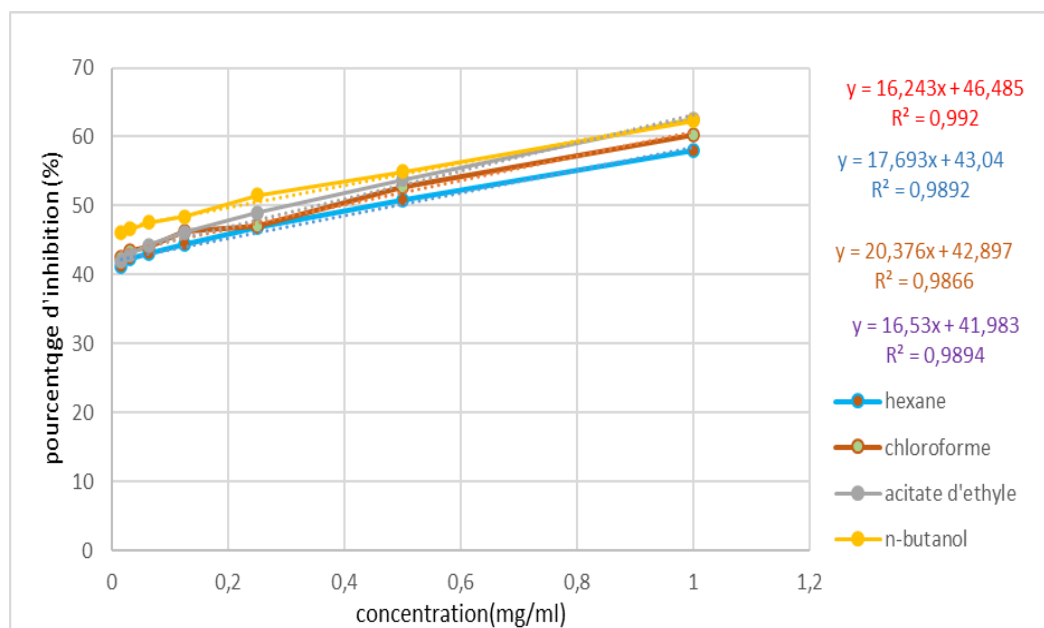


Figure IV.10 : Variation du pourcentage d'inhibition du radical libre DPPH en fonction des différentes concentrations des extraits de *Nerium Oleander* de régions de el khart.

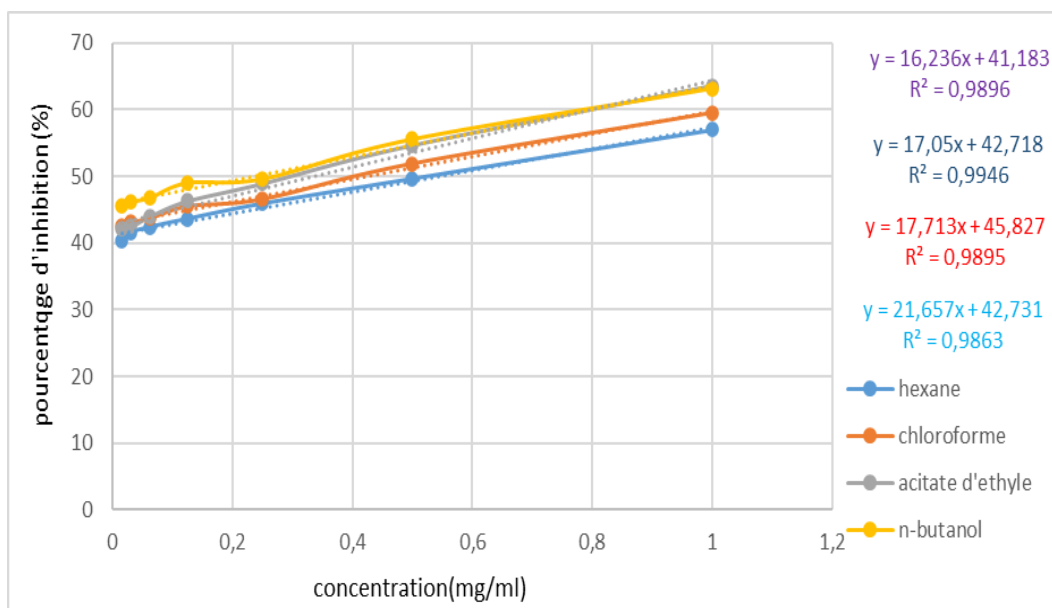


Figure IV.11 : Variation du pourcentage d'inhibition du radical libre DPPH en fonction des différentes concentrations des extraits de Nerium Oleander de régions de oued el bardi.

Tableau IV.8 : IC 50 de différents extraits de trois régions différentes

Régions	Solvants	IC 50 (mg/mL)
Dirah	Hexane	0,519
	chloroforme	0,367
	Acétate d'éthyle	0,291
	n-butanol	0,170
El khart	Hexane	0,484
	chloroforme	0,393
	Acétate d'éthyle	0,348
	n-butanol	0,216
Oued el bardi	Hexane	0,543
	chloroforme	0,427
	Acétate d'éthyle	0,335
	n-butanol	0,235
Acide ascorbique	-	0,048

Dans notre étude, vous avez obtenu des valeurs d'IC50 pour les extraits d'hexane, de chloroforme, d'acétate d'éthyle et de n-butanol de différentes régions, ainsi que pour l'acide ascorbique utilisé comme contrôle positif.

Pour le premier extrait d'hexane, les valeurs d'IC50 étaient de 0,519 pour Dirah, 0,484 pour El Khart et 0,543 pour Oued El Bardi, tandis que l'acide ascorbique avait un IC50 de 0,048.

Pour le deuxième extrait de chloroforme, les valeurs d'IC50 étaient de 0,367 pour Dirah, 0,393 pour El Khart et 0,427 pour Oued El Bardi.

Pour le troisième extrait d'acétate d'éthyle, les valeurs d'IC50 étaient de 0,291 pour Dirah, 0,348 pour El Khart et 0,335 pour Oued El Bardi.

Enfin, pour le quatrième extrait de n-butanol, les valeurs d'IC50 étaient de 0,170 pour Dirah, 0,216 pour El Khart et 0,235 pour Oued El Bardi, tandis que l'acide ascorbique avait un IC50 de 0,048.

Il est évident que l'acide ascorbique, en tant qu'antioxydant standard, présente une activité antioxydante beaucoup plus élevée que les extraits de toutes les régions et de tous les solvants. Il inhibe le radical DPPH à une concentration bien plus faible, indiquant une forte capacité à piéger les radicaux libres.

Cependant, parmi les extraits de différentes régions, on peut observer des variations dans les valeurs d'IC50. Par exemple, pour l'extrait d'hexane, Dirah présente la valeur la plus élevée (0,519), tandis qu'El Khart présente la valeur la plus basse (0,484). Ces variations peuvent être attribuées à plusieurs facteurs, tels que les conditions de croissance des plantes, les conditions d'extraction, la variabilité génétique et la composition chimique des extraits.

En résumé, les extraits de *Nerium oleander* de différentes régions présentent une activité antioxydante, mais l'acide ascorbique demeure un antioxydant plus puissant. Les variations dans les valeurs d'IC50 entre les extraits peuvent être intéressantes pour comprendre comment la région d'origine peut influencer leur activité antioxydante.

Conclusion



Conclusion :

En conclusion, ce mémoire a cherché à évaluer l'activité antioxydante des extraits de *Nerium Oleander* provenant de trois régions géographiquement distinctes.

Notre étude a utilisé des méthodes d'extraction par solvant pour obtenir des extraits d'hexane, de chloroforme, d'acétate d'éthyle et de n-butanol, suivies d'une évaluation de leur activité antioxydante à l'aide du test du DPPH.

Les résultats de cette étude ont révélé des différences significatives dans les taux de rendement et les activités antioxydantes des extraits, en fonction des régions étudiées. Les extraits d'hexane, de chloroforme, d'acétate d'éthyle et de n-butanol ont montré des rendements variables dans chaque région, ce qui suggère des variations dans la composition des extraits en fonction de la géographie.

L'évaluation de l'activité antioxydante a montré que l'IC₅₀ de l'extrait hexanique était plus élevé que celui de l'acide ascorbique, indiquant une activité antioxydante relativement moins puissante pour l'extrait hexanique. Cependant, il est important de noter que d'autres facteurs peuvent influencer l'activité antioxydante, et des études complémentaires sont nécessaires pour mieux comprendre ces différences.

Ces résultats soulignent l'importance de la géographie dans la composition des extraits de *Nerium Oleander* et suggèrent que différentes régions peuvent offrir des extraits avec des propriétés antioxydantes variables. Cela ouvre la voie à de futures recherches visant à identifier les composés bioactifs responsables de ces activités et à explorer leur potentiel d'application dans la prévention et le traitement des maladies liées au stress oxydatif.

En fin de compte, cette étude contribue à la compréhension de l'activité antioxydante des extraits de *Nerium Oleander* et offre des perspectives prometteuses pour leur utilisation potentielle dans le domaine de la phytothérapie et de la médecine naturelle. Il reste encore beaucoup à explorer dans ce domaine, et ces résultats peuvent servir de base à de futures recherches visant à exploiter le potentiel des plantes médicinales locales pour la santé humaine.

Références :

- [1] Bendif, H., & Belouissa, M. (2017). Ethnobotanical study of medicinal plants used by traditional healers in Mascara (North-West of Algeria). *Journal of Ethnopharmacology*, 207, 137-154.
- [2] Benbelaïd, F., Hassani, A., & Bekhechi, C. (2019). Phytochimie et activités biologiques des plantes médicinales algériennes. *Journal of Pharmacognosy and Phytotherapy*, 11(4), 55-64.
- [3] Belhassan, E., Lamari, L., Boumerfeg, S., & Benkhalel, A. (2021). Traditional Medicinal Plants in Algeria: Ethnobotanical and Pharmacological Aspects. In *Medicinal Plants and Fungi: Recent Advances in Research and Development* (Vol. 2, pp. 31-50). Springer, Singapore.
- [4] World Health Organization (WHO). (2003). WHO monographs on selected medicinal plants. Volume 1. Geneva, Switzerland: World Health Organization.
- [5] Sofowora, A. (2010). *Plantes médicinales et médecine traditionnelle d'Afrique*. KARTHALA Editions.
- [6] Srivastava, J. K., Shankar, E., & Gupta, S. (2010). Chamomile: A herbal medicine of the past with bright future. *Molecular Medicine Reports*, 3(6), 895-901.
- [7] Linde, K., Berner, M. M., & Kriston, L. (2008). St John's wort for major depression. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (4).
- [8] Kaschel, R. (2009). Ginkgo biloba: specificity of neuropsychological improvement—a selective review in search of differential effects. *Human Psychopharmacology: Clinical and Experimental*, 24(5), 345-370.
- [9] Surjushe, A., Vasani, R., & Sapale, D. G. (2008). Aloe vera: A short review. *Indian Journal of Dermatology*, 53(4), 163-166.
- [10] Preethi, K. C., & Kuttan, R. (2009). Wound healing activity of flower extract of *Calendula officinalis*. *Journal of Basic and Clinical Physiology and Pharmacology*, 20(1), 73-79.
- [11] Pereira, R. P., Fachinetto, R., de Souza Prestes, A., Puntel, R. L., & Santos da Silva, G. N. (2018). Lavender essential oil and its main constituents inhibit the expression of cytokines and adherence molecules on cells of the immune system. *Inflammation Research*, 67(2), 147-159.
- [12] European Scientific Cooperative on Phytotherapy (ESCOP). (2003). *ESCOP Monographs: The Scientific Foundation for Herbal Medicinal Products* (2nd ed.). Exeter, UK: European Scientific Cooperative on Phytotherapy.
- [13] Ernst, E. (2000). Herbal medicinal products: Are they safe during pregnancy? *British Journal of Obstetrics and Gynaecology*, 107(3), 227-235.
- [14] Ernst, E. (2007). Herbal remedies for anxiety - a systematic review of controlled clinical trials. *Phytomedicine*, 14(3), 205-211.
- [15] Gruenewald, J., Brendler, T., & Jaenicke, C. (Eds.). (2018). *PDR for Herbal Medicines*. Physicians' Desk Reference.
- [16] Williamson, E. M. (2001). Synergy and other interactions in phytomedicines. *Phytomedicine*, 8(5), 401-409.

- [17] Izzo, A. A., & Ernst, E. (2001). Interactions between herbal medicines and prescribed drugs: An updated systematic review. *Drugs*, 61(15), 2163-2175.
- [18] Fong, H. H., & Yates, K. M. (2009). Ethical issues and safety concerns in herbal medicine: Herbal hepatotoxicity. *Medical Principles and Practice*, 18(5), 427-429.
- [19] Heinrich, M., Barnes, J., Gibbons, S., & Williamson, E. M. (2012). *Fundamentals of pharmacognosy and phytotherapy* (2nd ed.). Elsevier.
- [20] Coates, J. (Ed.). (2000). *Handbook of Reagents for Organic Synthesis: Reagents, Auxiliaries and Catalysts* (Vol. 2). John Wiley & Sons.
- [21] Reichardt, C. (2010). *Solvents and Solvent Effects in Organic Chemistry* (4th ed.). Wiley-VCH.
- [22] Atkins, P., de Paula, J., & Keeler, J. (2017). *Atkins' Physical Chemistry* (11th ed.). Oxford University Press.
- [23] Jastrzębska, A. M., Radzki, W., & Jędrzejowska, A. (2017). Ethanol—Solvent of the Future. *Catalysts*, 7(1), 10.
- [24] George, J. (2014). The chemistry and technology of acetone. *Journal of Chemical Education*, 91(6), 868-874.
- [25] Pinto, S., Loureiro, J. M., Pinheiro, M. M., & Esteves da Silva, J. C. (2014). Solvent effects on the absorption spectra of some methanol derivatives. *Journal of Physical Chemistry A*, 118(21), 3742-3752.
- [26] McMurry, J., & Fay, R. C. (2010). *Chemistry* (6th ed.). Prentice Hall.
- [27] Armarego, W. L. F., & Chai, C. L. L. (2009). *Purification of Laboratory Chemicals* (6th ed.). Butterworth-Heinemann.
- [28] Lide, D. R. (Ed.). (2005). *CRC Handbook of Chemistry and Physics* (86th ed.). CRC Press.
- [29] Ash, M., & Ash, I. (2004). *Handbook of Solvents* (2nd ed.). Synapse Information Resources.
- [30] Stenlake, J. B. (1994). Solvent Systems and Their Selection in Pharmaceuticals and Biopharmaceutics. In P. J. B. Dewhurst (Ed.), *Remington: The Science and Practice of Pharmacy* (20th ed., pp. 482-497). Lippincott Williams & Wilkins.
- [31] Snyder, L.R., Dolan, J.W., Carr, P.W. (2017). *Introduction to Modern Liquid Chromatography* (4th ed.). Wiley.
- [32] Salehi, B., Stojanović-Radić, Z. Z., Matejić, J. S., Sharifi-Rad, M., Anil Kumar, N. V., Martins, N., ... & Iriti, M. (2018). Plants of the genus *Lavandula*: from farm to pharmacy. *Phytotherapy Research*, 32(9), 1678-1693.
- [33] Atanasov, A. G., Waltenberger, B., Pferschy-Wenzig, E. M., Linder, T., Wawrosch, C., Uhrin, P., ... & Dirsch, V. M. (2015). Discovery and resupply of pharmacologically active plant-derived natural products: A review. *Biotechnology advances*, 33(8), 1582-1614.
- [34] Wijekoon, M. M. J. O., & Bhat, R. (2017). Solvent extraction in food and nutraceuticals. In *Solvent Extraction in Food and Nutraceuticals* (pp. 1-13). Elsevier.
- [35] "Nerium oleander L." - Plants of the World Online, Kew Science. Disponible sur : <http://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:109229-1>.

- [36] Duke, J. A., Bogenschutz-Godwin, M. J., duCellier, J. L., & Duke, P. A. K. (2002). Handbook of Medicinal Herbs (2nd ed.). CRC Press.
- [37] Evangelista, R. C., & Zhang, Y. (2011). Solvent Extraction in Natural Products Isolation. In C. Chen & Y. Zhang (Eds.), Natural Products Isolation (pp. 49-78). Humana Press.
- [38] "Toxicité du laurier rose (Nerium oleander) : mythe ou réalité ?" - Revue Francophone des Laboratoires. Volume 2010, Numéro 424, Pages 67-72. Disponible sur : <https://www.em-consulte.com/article/237091/article/toxicite-du-laurier-rose-nerium-oleander-mythe-ou>.
- [39] Arroyo-Mora, L. E., et al. (2017). Nerium oleander toxicity: A review. Forensic Science, Medicine, and Pathology, 13(3), 300-305.
- [40] Basin: A review. Journal of Arid Environments, 181, 104188.
- [41] <http://inraa-veille.blogspot.com/2016/09/pays-mediterraneens-la-gouvernance-des.html>
- [42] "Principe actif" - Pharmacorama. Disponible sur : <http://www.pharmacorama.com/Pharmacorama/PrincipeActif.html>
- [43] "Plants and Plant Extracts for Home Medical Management of Diseases" - Electronic Journal of Biology, 2009, Volume 5, Issue 4, Pages 85-89. Disponible sur : https://www.researchgate.net/publication/228445451_Plants_and_Plant_Extracts_for_Home_Medical_Management_of_Diseases
- [44] "Infusion" - Larousse.fr. Disponible sur : <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/infusion/42676>
- [45] "Décoction" - Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales (CNRTL). Disponible sur : <https://www.cnrtl.fr/definition/d%C3%A9coction>.
- [46] "Macération" - Larousse.fr. Disponible sur : <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/mac%C3%A9ration/48302>
- [47] "Enfleurage" - Encyclopedia Britannica. Disponible sur : <https://www.britannica.com/topic/enfleurage>
- [48] "Supercritical Fluid Extraction: Principles and Practice" - Mark F. Vitha. Édition : CRC Press, 1998.
- [49] "Cold Extraction" - Natural Products Insider. Disponible sur : <https://www.naturalproductsinsider.com/ingredients/cold-extraction>.
- [50] Toma, M., Vinatoru, M., Paniwnyk, L., Mason, T.J. Investigation of the effects of ultrasound on vegetal tissues during solvent extraction. Ultrasonics Sonochemistry 2001, 8(2), 137-142.
- [51] Coelho, J. P., & Teixeira, J. A. (2020). Supercritical fluid extraction of bioactive compounds: Fundamentals, applications and economic perspectives. Food and Bioproducts Processing, 122, 1-27.

- [52] Martins, A. J., & Fronza, M. (2018). Cold extraction of natural products: A current and comprehensive review. *Food and Bioproducts Processing*, 107, 95-104.
- [53] Harborne, J. B. (1999). The role of secondary metabolites in chemical ecology. *Phytochemistry*, 51(6), 617-633.
- [54] Bennett, B. C., & Balick, M. J. (2014). Does the name really matter? The importance of botanical nomenclature and plant taxonomy in biomedical research. *Journal of Ethnopharmacology*, 152(3), 387-392.
- [55] Association of Official Analytical Chemists (AOAC). (2016). *Official Methods of Analysis of AOAC International* (20th ed.). AOAC International.
- [56] Savithramma, N., Rao, M. L., & Suhrulatha, D. (2011). Screening of medicinal plants for secondary metabolites. *Middle-East Journal of Scientific Research*, 8(3), 579-584.
- [57] Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food Science and Technology*, 28(1), 25-30.
- [58] Hatano, T., Kagawa, H., Yasuhara, T., & Okuda, T. (1988). Two new flavonoids and other constituents in licorice root: their relative astringency and radical scavenging effects. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, 36(6), 2090-2097.
- [59] <https://www.shutterstock.com/fr/search/dpph>.
- [60] Molyneux, P. (2004). The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Journal of Science and Technology*, 26(2), 211-219.
- [61] Packer, L., R. L. Fuehrung, and A. N. Chong. (1997) "Methods for Determining the Inhibitory Effects of Natural Antioxidants on Free Radical Chain Reactions." *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 45.10: 2468-2476.
- [62] Bernard, T. M., Djikeng, F. T., Womeni, H., & Linder, M. (2013). Antioxidant potential of methanolic extracts and powders of some Cameroonian spices during accelerated storage of soybean oil.

Résumé :

Cette étude a révélé des différences significatives dans l'activité antioxydante des extraits de Nerium Oleander provenant de différentes régions géographiques. Les résultats obtenus ont montré des variations dans les taux de rendement et les activités antioxydantes des extraits, selon les régions étudiées. En comparant les rendements des extraits de la région 1, nous avons observé que l'hexane avait un rendement de 53,2%, le chloroforme de 83,9%, l'acétate d'éthyle de 67,7% et le n-butanol de 91,1%. Pour la région 2, les rendements étaient de 58,7% pour l'hexane, 79,2% pour le chloroforme, 60,7% pour l'acétate d'éthyle et 96,4% pour le n-butanol. En ce qui concerne la région 3, les rendements étaient de 49,9% pour l'hexane, 87,9% pour le chloroforme, 64,1% pour l'acétate d'éthyle et 95,8% pour le n-butanol. L'évaluation de l'activité antioxydante par le test du DPPH a permis de calculer l'IC50, qui représente la concentration inhibitrice de 50% du radical libre DPPH. Les résultats obtenus ont montré que les extraits de différentes régions présentaient des valeurs d'IC50 différentes, indiquant des niveaux variables d'activité antioxydante.

Mots clés : plante médicinale, Nerium oleander, extrait, activité antioxydante,

Abstract:

This study revealed significant differences in the antioxidant activity of Nerium Oleander extracts from different geographical regions. The results demonstrated variations in yield rates and antioxidant activities among the extracts, depending on the regions under investigation. When comparing the yields of extracts from Region 1, it was observed that hexane had a yield of 53.2%, chloroform 83.9%, ethyl acetate 67.7%, and n-butanol 91.1%. For Region 2, the yields were 58.7% for hexane, 79.2% for chloroform, 60.7% for ethyl acetate, and 96.4% for n-butanol. As for Region 3, the yields were 49.9% for hexane, 87.9% for chloroform, 64.1% for ethyl acetate, and 95.8% for n-butanol. The assessment of antioxidant activity using the DPPH test enabled the calculation of IC50 values, representing the inhibitory concentration required to reduce DPPH free radicals by 50%. The results indicated varying IC50 values for extracts from different regions, signifying differing levels of antioxidant activity.

Keywords: Medicinal plant, Nerium oleander, extract, antioxidant activity.

ملخص

كشفت هذه الدراسة عن اختلافات كبيرة في النشاط المضاد للأكسدة لمستخلصات زيريوم أوليفندر من مناطق جغرافية مختلفة. أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها اختلافات في غلات المستخلصات وأنشطتها المضادة للأكسدة، ونوعاً للامناطق التي تمت دراستها. من خلال مقارنة عائدات مستخلصات المنطقة 1، لوحظ أن عائد الهكسان بلغ 53.2% و 83.9% للكلوروفورم و 67.7% أسيتات الإيثيل و 91.1% ن بيوتنول. بالنسبة للمنطقة 2، كانت الغلات 58.7% للهكسان، و 79.2% للكلوروفورم، و 60.7% أسيتات الإيثيل و 96.4% للبيوتنول. بالنسبة للمنطقة 3، كانت الغلات 49.9% للهكسان، و 87.9% للكلوروفورم، و 64.1% أسيتات الإيثيل و 95.8% للبيوتنول. n. سمح تقييم النشاط المضاد للأكسدة من خلال اختبار DPPH بحساب IC50، والذي يمثل التركيز المثبط لـ 50% من DPPH الجذري الحر. أظهرت النتائج أن المستخلصات من مناطق مختلفة لها قيم IC50 مختلفة، مما يشير إلى مستويات مختلفة من النشاط المضاد للأكسدة.

الكلمات المفتاحية: نبات طبي، نفل زيريوم، مستخلص، نشاط مضاد للأكسدة.