



République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة أبو بكر بلقايد-تلمسان
Université ABOUBEKR BELKAID – TLEMCEM
كلية علوم الطبيعة والحياة، وعلوم الأرض والكون
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, et Sciences de la Terre et de
l'Univers
Département de BIOLOGIE



MÉMOIRE

Présentées par
BENMANSOUR zineb youssra
BOUHACINA sihem
En vue de l'obtention du

Diplôme de MASTER
Génétique Appliquée
Thème

*Caractérisations morphométrique et activité biologique de géranium Rosat
(pélargonium graveolens)*

Soutenu le 15 /10/2024, devant le jury composé de :

Présidente : Mr GAOUAR Semir Bechir Suheil

Professeur, Université de Tlemcen

Examinatrice (s) : Mme MOUKHTARI Nassima

Professeur, Université de Tlemcen

Mme TAIBI Warda

MAB, Université de Tlemcen

Promotrice : Mme LOUKIDI BOUCHRA

Professeur, Université de Tlemcen

Dédicace



Je dédie ce travail :

À ma chère mère, Salima

À mon cher père, Boumediene

Qui n'ont jamais cessé de prier pour moi, de me soutenir et de m'épauler pour que je puisse atteindre mes objectifs.

À mon cher mari, Zaki qui m'a aidé, encouragé et soutenu dans chaque moment.

À ma chère sœur, Wafaa et son époux amine,

À mon cher frère Sofiane et sa femme Tema

Pour leur soutien moral et leurs conseils précieux tout au long de mes études.

À mon binôme, Zineb Pour son entente et sa sympathie.

À ma petite fille Nayla

À mes nièces et neveux Wissem, Lydia, Wanis et Djounid

À Ma belle-famille, et toute ma famille

Sihem.

Dédicace



Avec un immense plaisir, du fond de mon cœur

Je dédie ce travail à tous ceux qui me sont chers, qui ont toujours été à mes côtés,
Dans les bons comme les mauvais moments

A ma chère maman Fatima Zohra et à mon cher père Nadjib, Merci pour votre
soutien inconditionnel, votre encouragement et votre amour sans limite.

À ma très chère grande sœur Wafaa et son mari Hakim, ainsi qu'à mes frères :
Sidahmad et sa femme Meryem, Nasraddine et sa femme Ibtissem, et mon jumeau
Yassine.

Merci à mon fiancé Zakaria pour son aide précieuse dans l'élaboration de mon
mémoire de fin d'études

Je pense également à mes nièces Sirine et nourhene, et mes neveux mehdi et
Mohamed

Ainsi à tous les proches de mon cœur.

Je vous aime énormément.

Zineb

REMERCIEMENT

Louange à Dieu, nous adressons nos remerciements à ALLAH, le tout puissant Pour la volonté, la santé et la patience qu'il nous a prodiguée tout le long de ce Travail. Qui nous a comblées de sa miséricorde jusqu'à la réalisation de ce Modeste mémoire

On adresse nos sincères remerciements spécialement à Professeur GAOUAR Semir Bechir Suheil et le responsable de la spécialité de génétique, pour ses conseils et pour le temps qu'il a consacré à nous apporter les idées.

Et nos sincère gratitude envers notre encadreur Mme LOUKIDI BOUCHRA Sans oublier les doctorants (ROUIGUEB KARIMA , kamel) ainsi que Mme TAIBI Warda ,Mr habi salim pour leurs aides et leurs conseils bienveillants. Je suis reconnaissante pour l'opportunité de travailler avec eux sur un sujet aussi captivant.

SOMMAIRE

Dédicace	
Remerciement	
Liste des abréviations	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction	
<u>Partie 1 : Etude bibliographique</u>	10
<u>Chapitre 1 : Introduction Générale sur la plante étudiée</u>	12
1. Généralité	13
1.1 Plantes médicinales	13
1.2 Plantes aromatiques	13
2. Présentation du <i>Pélargonium graveolens</i>	13
3. Historique	14
4. Nomenclature	14
5. Classification avec Dénomination	14
6. Répartition géographique du géranium rosat En Algérie	15
7. Utilisations thérapeutiques de P. graveolens	15
<u>Chapitre 2 :</u>	
<u>Activité oxydative Et La méthode d'extraction</u>	16
1. Stress Oxydatif	17
1.1 Définition	17
1.2 Les maladies qui sont liées au stress oxydatif	17
2. Radicaux libres	17
2.1 Définition	18
2.2 Origine des radicaux libres	18
3. Les antioxydants	19
3.1 Antioxydants enzymatiques	19
3.2. Antioxydants non enzymatiques	19
3.2.1. Antioxydants non enzymatiques endogènes :	19
3.2.2. Antioxydants non enzymatiques exogènes :	
3.2.2.1 : Les polyphénols	19
4. Définition d'extraction	19
4.1 Extraction par Soxhlet	19
4.2. Évaporateur rotatif	20
<u>Partie 2 : Partie expérimentale Matériels et méthodes</u>	21
I. Etude morphométrique	22
I.1 Caractérisation morphologique	22
I.2. Analyses statistiques et logiciels	23
I.3. Analyse descriptive	23

I.4. Caractères quantitatifs	24
I.5. Indice de diversité	24
II. Les activités biologiques	25
A / Récolte du matériel végétal	25
B /Séchage et Broyage de la plante	26
C/ Préparation des extraits :	26
C.1. La méthode de Soxhlet	26
II.1. Les Activités antioxydants	26
II.1.1. Les tests phytochimique :	27
A. Dosage des phénols totaux	27
B. Dosage des flavonoïdes	28
C. Test du piégeage du radical libre DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle)	29
D. Réduction de fer (FRAP)	29
E. Capacité antioxydante totale (CAT)	30
II.2. La cytotoxicité :	31
a. Échantillons de sang humain	32
b. Préparation de la suspension des globules rouges humains (GRh)	32
c. Test de Cytotoxicité des extraits	33
d. Mode opératoire	33
II.3. Activités anti-inflammatoires	34
Résultats Et Discussions	35
I. Caractérisation morphologique	36
I.1. Analyse descriptive quantitatives (cm)	36
I.2. Analyse des variables quantitatives selon les régions	36
I.3. Analyse descriptive qualitatives	37
I.4. Corrélation de Pearson	
I.5. Analyse de la variance (ANOVA)	38
I.6. Analyse de la variance selon la région	38
I.7. Analyse en composantes principales (ACP)	39
I.8. Indice relatif de diversité des différents caractères étudiés	
I.9. Classification hiérarchique ascendante (CAH)	40
II. Activités Biologique	
II.1. Rendement en extrait de <i>pélargonium graveolons</i>	41
II.2 / les effets anti oxydant :	42
2.1/ Dosage de polyphénol	43
2.2/ Dosage de flavonoïdes (tableau 15)	44
2.3/ Capacité antioxydante (tableau 16)	45
2.4/ Réduction de fer (FRAP) (tableau 17)	46
2.5/ Test du piégeage du radical libre DPPH (2,2-diphényl-picrylhydrazyle)	47
2.4/ Réduction de fer (FRAP) (tableau 18)	
II.3. Test de cyto toxicité	57
II.3. Effet Anti Inflammatoire	60

Discussion	63
Conclusion	67
Références bibliographiques	69
Résumé	71

Liste des abréviations

SSR : Séquences Simples Répétées

SNP : Polymorphismes nucléotidiques simples

L'AFLP : Polymorphisme de la longueur des fragments amplifiés

PCR-R FLP : Polymorphisme de Longueur des Fragments de Restriction

Les marqueurs ISSR : Inter-Simple Séquence Repeats

ROS: reactive oxygen species

RNS: reactive Nitrogen species

NaNO₂ : Nitrite de sodium

Na₂CO₃ : Carbonate de sodium

FRAP : Réduction de fer

Fe (CN)₆ : Solution de ferricyanure de potassium

CAT : Capacité antioxydante totale

GRh : Des globules rouges humains

SPSS : statistical package for the social sciences

LR : la longueur de la feuille

LG : la largeur de la feuille

LRL : la largeur du lobe

LGT : la longueur de la tige

SF : surface de la feuille

C : centre vers la longueur

c : centre vers la largeur

BF : biofenec

PL : polyphénol

PH : physiologique

Liste des figures

Figure 1 : Feuille de <i>Pélargonium graveolens</i>	13
Figure 2 : Extracteur de soxhlet	20
Figure 3 : L'évaporateur rotatif	20
Figure 4 : la longueur et largeur de la feuille et tige de <i>pélargonium graveolens</i> mesure par image J	23
Figure 5 (a) et (b) : Récolte du matériel végétale	24
Figure 6(a) (b) et (c) : séchage et broyage du <i>Pélargonium graveolens</i>	25
Figure 7 : cartouche_soxhlet	25
Figure 8 : extracteur de soxhlet	25
Figure 9 : évaporation de méthanol	25
Figure 10 : Extrait poly phénols de <i>Pélargonium graveolens</i>	26
Figure 11 : dosages polyphénol	27
Figure 12 : dosage flavonoïde	28
Figure 13 : dosage DPPH	29
Figure 14 : dosage frapp	30
Figure 15 : dosage CAT	30
Figure 16 : Des échantillons de sang frais	31
Figure 17 : Les différents échantillons de sang humain centrifugés	31
Figure 18 : plaque microtitre	32
Figure 19 : spectrométrie	32
Figure 20 : les groupes des rats albino winster	32
Figure 21 : Injection sous cutanées de Carraghénane dans la patte des rats	33
Figure 22 : Gavage	33
Figure 23 : Pied à coulisse	33
Figure 24 : Mesuré la patte des rats	33
Figure 25 : Avant l'inflammation	34
Figure 26 : Après l'inflammation	34
Figure 27 : la patte des rats dans (formol)	34
Figure 28 : Représentation graphique des variables par l'analyse en composant principale	50
Figure 29 : Classification ascendante hiérarchique (CAH)	51
Figure 30 : les différentes concentrations de <i>polyphénol</i> dans les trois wilayas	53
Figure 31 : les différentes concentrations de flavonoïdes dans les trois wilayas	54

Figure 32 : les différentes concentrations de la Capacité antioxydante totale (CAT) dans les trois wilayas	55
Fgr 33 : comparaison entre acide ascorbique avec l'autre concentration de chaque wilaya	56
Figure 34 : comparaison entre acide ascorbique avec la concentration à chaque wilaya	57
Figure 35 : Pourcentage d'hémolyse des globules rouges par l'acide gallique	58
Figure 36 : Pourcentage d'hémolyse des globules rouges par les extraits polys phénoliques de <i>pélargonium gravelons</i> de : Tlemcen (t), Oran (o) et Sidi Bel Abbes (s).	59
Figure 37 : Comparaison des pourcentages d'hémolyse des globules rouges entre l'acide gallique et les extraits polys phénoliques de <i>pélargonium gravelons</i> de : Tlemcen (t), Oran (o) et Sidi Bel Abbes (s).	59
Figure 38 : histogramme l'eau physiologiques	61
Figure 39 : histogramme biofenac	61
Figure 40 : histogramme polyphénol	62
Figure 41 : histogramme présente la différence entre les 3 groupe	62
Figure 42 : Intégration des données morphométriques avec les paramètres biochimiques par L'analyse en composant principales (ACP)	66

Liste des tableaux

Tableau 01 : Classification avec Dénomination	14
Tableau 02 : les régions sélectionnées avec le nombre d'échantillon	22
Tableau 03 : les caractères quantitatifs	22
Tableau04 : les caractères qualitatifs	22
Tableau 05 : Résultats des analyses statistiques descriptives quantitatifs (cm)	36
Tableau 06 : résultats des statistiques descriptives	44
Tableau 07 représente les analyses descriptives qualitatives	45
Tableau 08 : Résultats de test de Corrélations Pearson	47
Tableau 09 : Test D'homogénéité Des Variances	48
Tableau 10 : Analyse de la variance selon la région	48
Tableau 11 : un test Post-Hoc de type Tukey HSD pour bien identifier les similarités et les dissimilarités entre les 3 wilaya	48
Tableau12 : Indice relatif de diversité des différents caractères étudié.	51
Tableau 13 : la comparaison de rendement entre les 3 wilaya	52
Tableau14 : les différentes concentrations de polyphénol	53
Tableau 15 : les différentes concentrations de flavonoïdes	53
Tableau 16 : les différentes concentrations de la Capacité antioxydante totale (CAT)	54
Tableau 17 : comparaison entre acide ascorbique avec l'autre concentration à chaque wilaya	55
Tableau 18 : comparaison entre acide ascorbique avec les extraits de chaque wilaya	57
Tableau 19 : les mesures avant, au moment et après injection et gavage	6

Résumé

La *pélargonium graveolens*, également connue sous le nom de géranium rosat, originaire d'Afrique du Sud, est une plante aromatique appartenant à la famille des Géraniacées. Elle est largement cultivée pour ses feuilles parfumées. Une plante largement étudiée pour ses propriétés médicinales. Notamment ses effets anti-inflammatoires et ses composés bioactifs. Notre projet de recherche porte sur la caractérisation du géranium Rosat et l'étude de ses activités biologiques telles que les antioxydants, les anti-inflammatoires et la cytotoxicité dans trois wilayas.

Nous voulions examiner et comparer les trois régions (Tlemcen, Sidi Bel Abbés et Oran) en utilisant divers tests statistiques tels que l'analyse en composantes principales (ACP), et l'ANOVA. Nous avons effectué ces analyses à l'aide du logiciel SPSS pour obtenir des informations significatives sur les différences entre ces régions, avec 150 échantillons. Les extraits de *pélargonium graveolens* ont été préparés à partir des feuilles en utilisant la méthode de Soxhlet. On a observé un rendement élevé au niveau de la wilaya de Tlemcen avec 20.30 %, comparé à Oran avec 8.23% et Sidi Bel Abbés avec 8.34 %. Les extraits ont été testés Par 5 différents tests phytochimiques pour analyser les composés présents, polyphénols, les flavonoïdes, le DPPH, CAT et FRAP. Ces tests sont essentiels pour évaluer les propriétés antioxydantes d'une plante. Les polyphénols et les flavonoïdes sont des composés connus pour leurs effets antioxydants, tandis que le DPPH, CAT et FRAP sont des tests couramment utilisés pour mesurer l'activité antioxydante des extraits de plantes.

Ensuite Nous allons observer l'effet anti-inflammatoire in vivo en utilisant la carraghénane. En somme, *le pélargonium graveolens* constitue une source importante de composés bioactifs, présentant un potentiel thérapeutique notable. Son intégration dans la conception de nouveaux médicaments ou suppléments alimentaires pourrait fournir des solutions novatrices pour le traitement et la prévention de diverses maladies, tout en enrichissant les perspectives en médecine naturelle et en pharmacologie.

Abstract :

Pelargonium graveolens, also known as geranium rosat, is a fragrant plant native to South Africa, belonging to the Geraniaceae family. It is widely cultivated for its aromatic leaves and has been extensively studied for its medicinal properties, particularly its anti-inflammatory effects and bioactive compounds.

Our research project focuses on the characterization of geranium rosat and its biological activities, such as antioxidant, anti-inflammatory, and cytotoxic effects, in three regions. We aimed to examine and compare the three areas (Tlemcen, Sidi Bel Abbès, and Oran) using various statistical tests such as Principal Component Analysis (PCA) and ANOVA. We conducted these analyses using SPSS software to obtain meaningful insights into the differences among these regions, with 150 samples.

The extracts of *Pelargonium graveolens* were prepared from the leaves using the Soxhlet method. A high yield of 20% was observed in the wilaya of Tlemcen, compared to 8% in Oran and 9% in Sidi Bel Abbès. The extracts were tested using five different phytochemical tests to analyze the present compounds, including polyphenols, flavonoids, DPPH, CAT, and FRAP. These tests are essential for assessing the antioxidant properties of a plant.

Polyphenols and flavonoids are compounds known for their antioxidant effects, while DPPH, CAT, and FRAP are commonly used tests to measure the antioxidant activity of plant extracts.

Next, we will observe the in vivo anti-inflammatory effect using carrageenan.

In summary, *Pelargonium graveolens* represents an important source of bioactive compounds, showing notable therapeutic potential. Its integration into the design of new medications or dietary supplements could provide innovative solutions for the treatment and prevention of various diseases while enriching perspectives in natural medicine and pharmacology.

ملخص

بيلاجونيوم غرافوليئز، المعروف أيضًا باسم الجيرانيوم الوردى، هو نبات عطري موطنه جنوب أفريقيا وينتمي إلى عائلة الحيرانيات. يُزرع على نطاق واسع لأوراقه العطرية، وقد تمت دراسته بشكل واسع لخصائصه الطبية، خاصة تأثيراته المضادة للالتهابات ومكوناته النشطة بيولوجيًا.

يركز مشروعنا البحثي على توصيف الجيرانيوم الوردى ودراسة أنشطته البيولوجية، مثل الخصائص المضادة للأكسدة والمضادة للالتهابات والسُممية الخلوية، في ثلاث مناطق مختلفة: تلمسان، سيدي بلعباس، وهران. اعتمدنا في دراستنا على للمقارنة بين المناطق الثلاث. ANOVA واختبار (ACP) اختبارات إحصائية متنوعة مثل تحليل المكونات الرئيسية لتحليل الفروقات بين هذه المناطق SPSS شملت الدراسة 150 عينة، وتم استخدام برنامج

تم إعداد مستخلصات بيلاجونيوم غرافوليئز من الأوراق باستخدام طريقة سوكليت، حيث لوحظ أن ولاية تلمسان حققت أعلى نسبة استخلاص بواقع 20%، مقارنةً بهران (8%) وسيدي بلعباس (9%). تم اختبار المستخلصات باستخدام خمسة اختبارات فيتوكيميائية لتحليل المركبات الفعالة، بما في ذلك البوليفينولات والفلافونويدات، بالإضافة إلى اختبارات لتقييم النشاط المضاد للأكسدة للنبات FRAP، CAT، و DPPH.

CAT و DPPH تُعدّ البوليفينولات والفلافونويدات مركبات معروفة بخصائصها المضادة للأكسدة، بينما تعتبر اختبارات من الطرق الشائعة لتحديد نشاط مضادات الأكسدة في مستخلصات النباتات. فيما بعد، سنقوم بدراسة التأثير FRAP والمضاد للالتهابات في الجسم الحي باستخدام الكاراجينان.

في الختام، يُعدّ بيلاجونيوم غرافوليئز مصدرًا مهمًا للمركبات النشطة بيولوجيًا وله إمكانات علاجية واعدة. يمكن أن يسهم دمجها في تطوير أدوية جديدة أو مكملات غذائية في توفير حلول مبتكرة للوقاية من الأمراض وعلاجها، مما يعزز من دور الطب الطبيعي وعلم الأدوية

Introduction

Les plantes aromatiques et médicinales sont des trésors de la nature offrant une multitude de bienfaits pour la santé humaine. Leurs composés naturels possèdent des propriétés antioxydantes et anti-inflammatoires qui peuvent contribuer à améliorer notre bien-être. Les plantes ont toujours été intégrées dans la vie quotidienne de l'homme, jouant un rôle essentiel en tant que source continue et renouvelable de principes actifs dans divers domaines tels que l'alimentation, la médecine et la pharmacie (**Teixeira et al., 2012**)

Selon l'organisation mondiale de santé (OMS) plus de 80% de population dépend de la médecine traditionnelle à base des plantes pour fournir des soins de santé grâce à leur richesse en métabolites primaires et secondaires qui possèdent une très grande diversité des structures chimiques et un très large éventail d'activités biologiques. De nos jours, les plantes médicinales restent très utilisées dans différents industries pharmaceutiques (**Sompaga et al., 2016**)

En explorant le monde des plantes aromatiques et médicinales, nous découvrons un univers riche en possibilités thérapeutiques et un soutien pour notre santé physique et mentale.

Il est fascinant de découvrir les multiples façons dont les plantes peuvent être exploitées pour notre bien-être.

Notre travail de recherches s'intéresse à une espèce de plante connue pour ses vertus curatives : *Pélargonium graveolens* C'est une plante particulièrement efficace pour soulager la douleur liée aux hémorroïdes, à la dysenterie, à l'inflammation et au cancer. En outre, elle est employée dans les secteurs de la parfumerie, de la cosmétique et de l'aromathérapie. Elle présente également des activités biologiques intéressantes, notamment antimicrobiennes, anti-inflammatoires, hémostatiques et cicatrisantes (**Saraswathi et al., 2011**)recueil dans cueillie au niveau de trois stations de l'ouest algérien : Tlemcen, Sidi-Bel-Abbès et Oran.

L'objectif de notre travail est de déterminer si le *Pélargonium graveolens* peut être un remède pour certaines maladies humaines.

Ce mémoire est subdivisé en deux grandes parties :

La 1 er partie : Étude morphométrique du *Pélargonium graveolens* à Tlemcen, Sidi-Bel-Abbés et Oran.

La 2eme partie : Effet du *Pélargonium graveolens* sur les activités biologiques (antioxydant, anti-inflammatoire, cytotoxicité).

Partie 1 :
Etude bibliographique

Chapitre 1
Introduction Générale sur la
plante étudiée

1. Généralité

1.1 Plantes médicinales :

Ils ont été largement utilisés dans la pratique médicale depuis l'Antiquité. Elles contiennent une ou plusieurs substances chimiques pouvant être utilisées à des fins thérapeutiques ou des Précurseurs pour la synthèse de médicaments utiles. Elles ont des propriétés biologiques différentes (Oladeji, 2016).

1.2 Plantes aromatiques :

Les plantes médicinales et aromatiques constituent une richesse naturelle très importante dont l'évaluation nécessite une connaissance approfondie des propriétés qui doivent être mises en valeur. Les propriétés des plantes dépendent de la présence de nombreux agents

Biologiquement actifs appartenant à différentes classes chimiques ; elles constituent une Grande source d'antioxydants et d'antibactériens naturels (Asgarpanah et Ramezanloo, 2015).

2. Présentation du *Pélargonium graveolens* :

Le géranium (*Pélargonium graveolens*), appelé aâtercha en arabe, tire son nom du grec "pelargos", signifiant « cigogne ». Cette plante fait partie de la famille des Geraniaceae et se présente comme un arbuste poilu vivace, originaire d'Afrique du Sud. Elle peut atteindre jusqu'à 1 mètre de hauteur et est également cultivée en France, en Italie, en Espagne, en Amérique centrale, en Égypte, au Japon et au Congo (Shaheen S, Yamin B, Hussain M, et al ,2017).



Figure 1 : la plante *Pelargonium graveolens*

3. Historique :

Le *Pélargonium graveolens* provient du Cap de Bonne Espérance en Afrique du Sud. Il a été introduit en Europe à la fin du 17^{ème} siècle dans les jardins botaniques (Peyron, 2013).

Au début du XX^e siècle, la culture du Géranium rosat s'est étendue à d'autres régions, notamment en Corse (France), en Italie, en Espagne, au Portugal, au Maroc, en Tunisie, en Égypte, en Russie, aux Comores, en Afrique du Sud, au Congo, en Inde, au Brésil et en Chine (Ghedira et Goetz, 2015).

4. Nomenclature :

Le *P. graveolens* porte différents noms dont les plus connus sont : géranium rosat (nom à l'île de la Réunion), géranium odorant, pélargonium x asperum, *Pélargonium roseum* Willd...etc. (Miller, 2002).

- Nom scientifique : *Pelargonium graveolens*
- Nom commun : Géranium rosat
- Nom local : laàtarchya (ElOuadiet al., 2017)
- Anglais : Sweet-scented géranium, scented pélargonium, rose géranium

5. Classification avec Dénomination :

Tableau 1 : Classification avec Dénomination

Règne	Règne
Embranchement	Spermaphytes
Sous embranchement	Angiosperme
Classe	Magnoliophytes
Ordre	Géraniales
Famille	Géraniacée
Genre	Pélargonium
Espèce	Pélargonium Gravelons

6.Répartition géographique du géranium rosat En Algérie :

Le *P. graveolens* est introduit en Algérie au 19^{ème} siècle (**Boukhatem et al, 2010**). Elle est cultivée en Algérie, principalement dans la plaine de Mitidja, dans les jardins et dans les cimetières (**Boukhatem et al, 2011**)

7.Utilisations thérapeutiques de *P. graveolens* :

La plante *P. graveolens* est utilisée depuis longtemps en médecine traditionnelle en raison de ses nombreuses propriétés médicinales. Par exemple, elle est employée pour traiter les plaies et les brûlures superficielles, pour les massages en cas de fatigue ou de stress, ainsi que pour soulager les hémorroïdes, l'inflammation et le cancer (**Saraswathi et al., 2011 ; Asgarpanah et Ramezan Loo, 2015**). *P. graveolens* produit également des métabolites aromatiques, reconnus en médecine traditionnelle, qui présentent des activités biologiques intéressantes, telles que des effets antimicrobiens, anti-inflammatoires, hémostatiques et cicatrisants. Cela en fait une source potentielle de substances actives pour les industries alimentaire et pharmaceutique (**Boukhatem et al., 2010**).

Chapitre 2 :

Activité oxydative

Et

La méthode d'extraction

1. Stress Oxydatif

1.1 Définition :

Le stress oxydatif est une série d'agressions causées par des molécules dérivant de l'oxygène aux cellules de notre corps. Les plus connues de ces substances néfastes aux Constituants de nos cellules sont les radicaux libres et pourraient être associés à certaines Maladies. C'est le résultat d'un déséquilibre dans « antioxydant » qui révèle une Augmentation continue de la production d'espèces réactives de l'oxygène ROS Ce Déséquilibre peut être dû à une carence d'antioxydant ou d'une surproduction (Amra, 2020).

1.2 Les maladies qui sont liées au stress oxydatif :

Au cours des dernières années, des recherches considérables ont démontrés que le stress oxydatif est impliqué dans le processus naturel du vieillissement ainsi que dans une grande variété de maladies humaines, y compris les troubles neurodégénératifs, sclérose en plaques, maladies cardio-vasculaires, polyarthrite rhumatoïde, cancer, diabète, athérosclérose, les maladies d'Alzheimer, maladie de parkinson, l'asthme et l'état de mal épileptique (Katerji et al., 2019 ; Singh et Devasahayam, 2020).

2. Radicaux libres

2.1 Définition :

Les radicaux libres sont des molécules ou des atomes qui contiennent des électrons non appariés dans les orbitales externes, ce qui augmente considérablement sa réactivité par nécessité de se combiner avec un autre électron pour atteindre la stabilité selon un phénomène d'oxydation. Sa durée de vie est très courte (quelques millisecondes voire quelques nanosecondes) et il est symbolisé par un point qui indique où l'électron libre se situe (exemple : OH[·]) (Adwas et al., 2019).

2.2 Origine des radicaux libres :

Plusieurs mécanismes et systèmes responsables de la production de radicaux libres ont été identifiés jusqu'à présent, parmi eux nous citons :

✓ Toutefois, au contact entre l'oxygène et certain électron du système de la respiration, une production d'anions superoxyde se produit lors du fonctionnement de la chaîne respiratoire mitochondriale (Favier, 2003).

✓ les mécanismes inflammatoires et l'activation des cellules immunitaires, l'ischémie, le stress de l'activité mentale. L'organisme humain est soumis à l'agression de différents agents exogènes capables de donner naissance à des radicaux libres. Les rayonnements UV (ultra-violet) induisent la synthèse de radicaux libres, Les radiations ionisantes provoquent également la génération de radicaux libres dérivés de l'oxygène (**Adwas et al., 2019**).

✓ La consommation d'alcool, tabagisme, de certains drogues, les métaux lourdes, est suivie de la formation de radicaux libres selon divers mécanismes, également de certains médicaments (ciclosporine), des radiations, et des certains solvants comme le benzène (**Adwas et al., 2019**).

✓ D'autres systèmes sont capables de produire les ROS, citons par exemple : les réactions catalysées par les lipoxygénases et cyclooxygénases dans la voie de synthèse des leucotriènes, et prostaglandines (**Katerji et al., 2019**).

Polyphénols Les polyphénols sont des composés naturels largement répandus dans le règne végétal qui ont une importance croissante notamment grâce à leurs effets bénéfiques sur la santé. Vu leurs propriétés redox les plus élevées, les polyphénols agissent comme des agents réducteurs, donneur d'hydrogène en piégeant les radicaux libres et en chélatant les ions (**Haida et Hakiman, 2019**).

3. Les antioxydants :

Les antioxydants sont l'ensemble des molécules susceptibles d'inhiber directement la production, de limiter la propagation ou de détruire les espèces réactives de l'oxygène. Ils peuvent agir en réduisant ou en dis mutant ces espèces, en les piégeant pour former un composé stable, en séquestrant le fer libre ou en générant du glutathion (**Favier, 2003**).

3.1 Antioxydants enzymatiques :

Ce sont des enzymes qui agissent directement dans le piégeage des ROS, élaborées par notre organisme avec l'aide de certains minéraux. Ces enzymes présentent SOD (superoxyde dismutase), CAT (catalase) et GPx (glutathion peroxydase) (**Sharifi-Rad et al., 2020**).

3.2. Antioxydants non enzymatiques

Certaines molécules chimiques de faible poids moléculaire peuvent également agir directement comme antioxydants. Dans ce cas, leur action n'est pas catalytique, nécessitant toujours une régénération antioxydante ou son apport par l'alimentation. Les antioxydants non enzymatiques peuvent donc être divisées en endogènes (si la cellule eucaryote est capable de

le synthétiser) et exogène (si l'antioxydant doit être obligatoirement ingéré par l'alimentation) (Sharifi-Rad et al., 2020).

3.2.1. Antioxydants non enzymatiques endogènes :

Ils existent de nombreux réducteurs endogènes (synthétisés dans les cellules) participant à la protection de l'organisme contre les ROS, les plus importants étant le glutathion, la bilirubine, l'acide urique, le coenzyme Q, la mélatonine et l'acide lipoïque (Sharifi-Rad et al., 2020).

3.2.2. Antioxydants non enzymatiques exogènes :

Les antioxydants exogènes doivent être complétés en permanence par l'alimentation, car leurs voies de synthèse ne sont généralement présentées que dans les microbiennes ou végétales. (Sharifi-Rad et al., 2020)

3.2.2.1 : Les polyphénols :

Sont des composés naturels largement répandus dans le règne végétal qui ont une importance croissante notamment grâce à leurs effets bénéfiques sur la santé. Vue leurs propriétés redox les plus élevées, les polyphénols agissent comme des agents réducteurs, donneur d'hydrogène en piégeant les radicaux libres et en chélatant les ions (Haida et Hakiman, 2019).

4. Définition d'extraction :

L'extraction est l'une des étapes cruciales de la recherche et du développement des métabolites secondaires des plantes. C'est une étape vitale pour extraire les composants chimiques désirés dans les matières végétales à l'aide des solvants polaires et non polaires (Pradeep et al., 2016).

4.1 Extraction par Soxhlet :

L'extraction par Soxhlet est l'une des plus simples et la plus répandue des méthodes d'extraction de matières végétales, c'est une technique standard et la référence principale pour évaluer la performance d'autres méthodes d'extraction solide-liquide. C'est une méthode nous permet de répéter indéfiniment le cycle d'extraction avec du solvant frais jusqu'à épuisement complet du soluté dans la matière première, d'où vient son efficacité élevée (Penchev, 2010).



Figure 2 : Extracteur de soxhlet

4.2 .Évaporateur rotatif :

L'étape qui suit l'extraction est l'élimination du solvant par l'évaporateur rotatif. C'est un appareil couramment utilisé pour éliminer un solvant d'un mélange, appelé souvent (rotavapor) (Sartorius, 2008)



Figure 3 : L'évaporateur rotatif

Partie 2

Partie expérimentale

Matériels et méthodes

I. Etude morphométrique

Nous avons effectué des recherches sur la caractérisation morphologique de *pélargonium graveolens*, en prenant des mesures sur 50 échantillons dans chacune des trois wilayas

Sélectionnées Tlemcen, Sidi Bel-Abbés et Oran. En somme, cela représente un total de 150 échantillons étudiés (**Tableau 02**)

Tableau 02 : les régions sélectionnées avec le nombre d'échantillon

Wilaya	Échantillon
Tlemcen	50
SBA	50
Oran	50

I.1 Caractérisation morphologique :

Pour réaliser notre étude de caractérisation morphométrique nous avons suivi les directives de l'UPOV (GERAN), Nous avons utilisé 7 caractères quantitatifs (**Tableau 03**) et 7 caractères qualitatifs (**Tableau 04**) qui sont les suivant :

Tableau 03 : les caractères quantitatifs

Caractère	Abréviation
Longueur de la feuille	LG
Largeur de la feuille	LR
Largeur du lobe	LRL
Longueur de tige	LGT
Surface de la feuille	SF
Centre vers la longueur	C
Centre vers la largeur	c

Tableau 04 : les caractères qualitatifs

Les caractères	Modalité
Couleur	Vert
Profondeur du sinus	Profond
Bords du lobe	Convergenents
Forme de l'extrémité du lobe	Tronquée

Nombre d'incision du bord	Petit
Type de tige	Poilue
Couleurs secondaires	Aucune

Les échantillons étaient pris au hasard et les mesures sur terrain étaient faites par le logiciel Image J.

I.2. Analyses statistiques et logiciels :

Logiciels : Les mesures morpho métriques étaient faites à l'aide du logiciel Image J basée sur Java, développé par National Institutes of Health, en 1987 pour l'analyse d'images.

La codification et l'organisation de la base des données étaient faites par l'Excel.

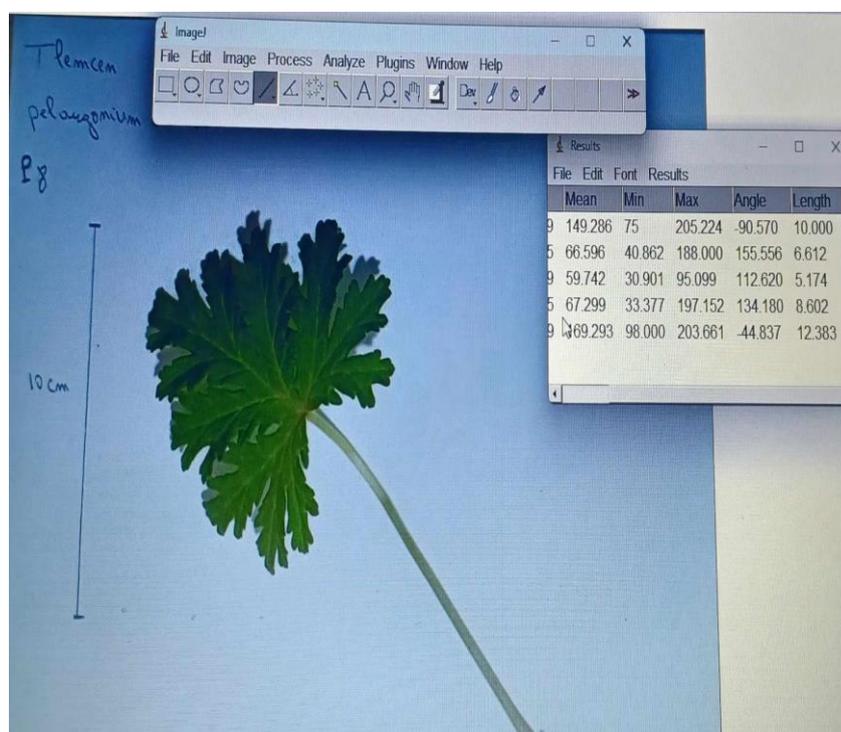


Figure 4 : la longueur et largeur de la feuille et tige de *pélargonium graveolens* mesure par image J

I.3. Analyse descriptive :

L'analyse descriptive a permis de résumer les données brutes et de décrire les caractéristiques de chaque variété. Pour les traits quantitatifs, nous avons calculé la moyenne, l'écart-type, ainsi que les valeurs minimales et maximales et l'erreur standard (sd). Pour les traits qualitatifs, nous avons estimé les pourcentages selon chaque modalité.

I.4. Caractères quantitatifs :

Pour faire la différence entre les variétés étudiées on a réalisé une analyse de variance (ANOVA) et une Analyse en Composantes Principales (ACP) pour avoir une idée sur les corrélations existantes entre les caractères mesurés (morphométrique et biochimiques).

En fin, on a regroupé les individus et les variétés par Classifications Ascendantes Hiérarchiques

I.5. Indice de diversité :

L'indice de diversité de Shannon (**Shannon, 1948**), également connu sous le nom d'indice de Shannon-Wiener, a été utilisé pour estimer la diversité génétique dans de nombreuses études Écologique, morphologique et génétique.

II. Les activités biologiques

A / Récolte du matériel végétal :

Les feuilles de *Pélargonium graveolens* sont utilisées comme matériel végétal et sont récoltées en mars et avril dans trois wilayas : Tlemcen, Oran, et Sidi Bel Abbés.



(a)

(b)

Figure 5 : (a) et (b) : Récolte du matériel végétale

B /Séchage et Broyage de la plante :

Les feuilles de *Pélargonium graveolens* sont séchées à l'abri de la lumière et à l'air libre, à température ambiante. Les feuilles sont broyées dans un broyeur mécanique à lames



(a)



(b)



(c)

Figure 6(a) (b) et (c) : séchage et broyage du *Pélagonium graveolens* (originale)

C/ Préparation des extraits :

C.1. La méthode de Soxhlet :

Nous avons mis 10 g de poudre de *Pélagonium graveolens* dans une cartouche Soxhlet. Le solvant (250 ml de méthanol dans notre étude) est placé dans un ballon, à chauffer pour le faire bouillir le méthanol, sous forme de vapeur, monte à travers le ballon et se condense dans un condenseur, puis retourne dans la cartouche Soxhlet. Le processus d'extraction se fait pendant 7 heures, ce qui permet d'extraire efficacement les polyphénols. Une fois l'extraction terminée, le solvant contenant les polyphénols est récupéré et peut être concentré par évaporation pour obtenir le produit final. L'extrait concentré est séché dans une étuve à 40°C pour obtenir une poudre qui est stockée dans un réfrigérateur jusqu'à son utilisation.



Figure 7 : cartouche_soxhlet

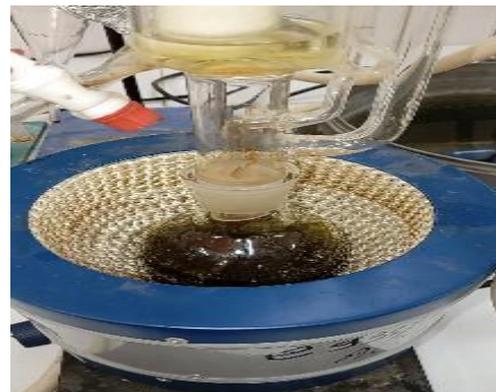


Figure 8 : extracteur de soxhlet

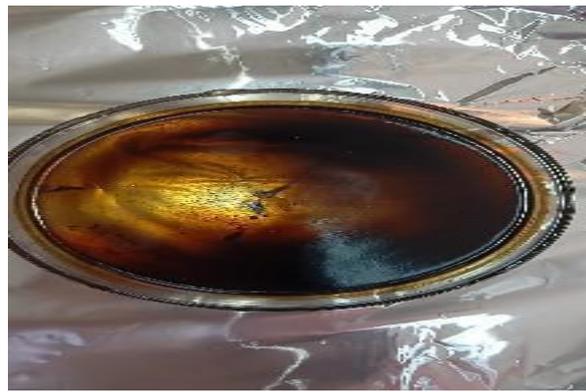
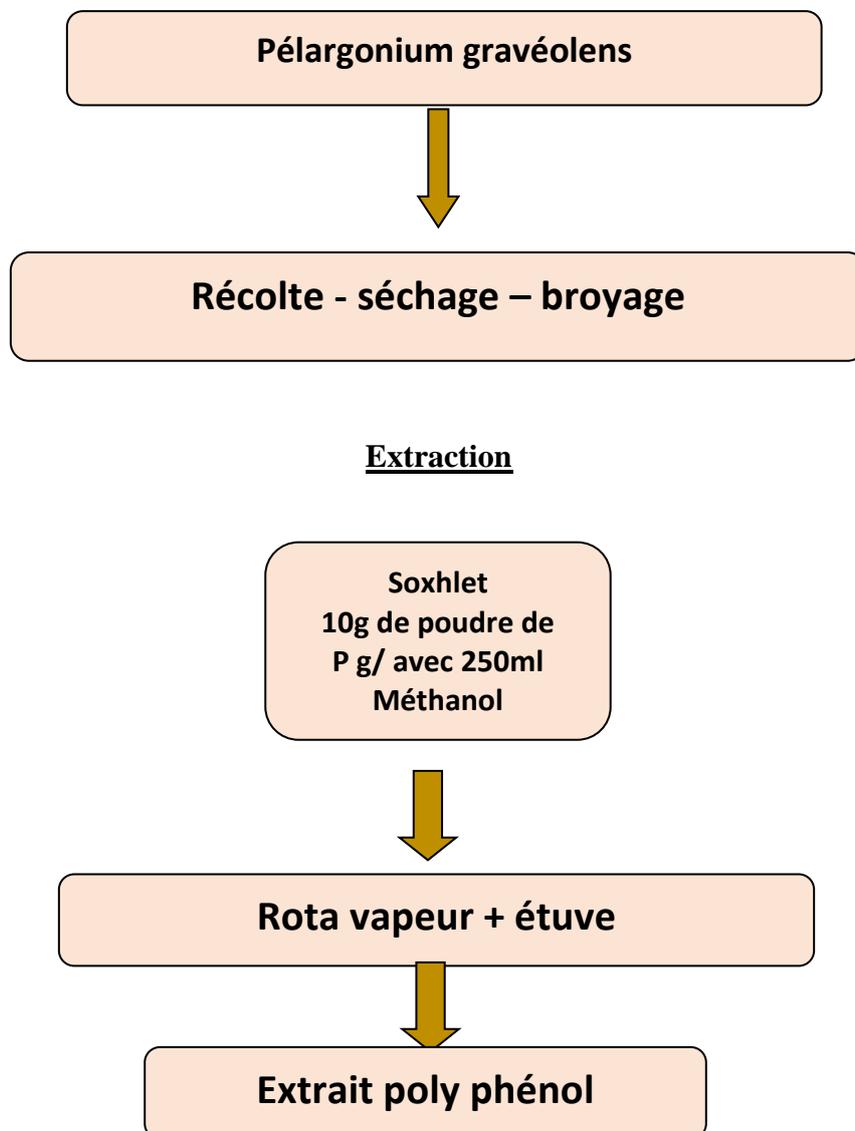


Figure 9 : évaporation de méthanol **Figure 10** : Extrait poly phénols de *Pélargonium gravéolens*



II.1. Les Activités antioxydants

II.1.1. Les tests phytochimique :

A. Dosage des phénols totaux :

Le dosage des phénols totaux est déterminé par le réactif de Folin-Ciocalteu selon la méthode de Singleton et Rossi (1965). Le réactif est réduit lors de l'oxydation du phénol en un mélange d'oxydes bleus de tungstène et de molybdène. L'absorption est mesurée à l'aide d'un spectromètre à 765 nm. Une prise de 200 μL de l'extrait dilué a été introduite dans des tubes à essais, puis 1000 μL du réactif de Folin-Ciocalteu dilué 10 fois et 800 μL de carbonate de sodium (Na_2CO_3) à 7,5 % sont additionnés. Les tubes sont agités et conservés durant 30 minutes à l'abri de la lumière et à température ambiante. L'absorbance est mesurée à 765 nm contre le blanc à l'aide d'un spectromètre SPECORD 200 Plus. Une courbe d'étalonnage est réalisée en utilisant l'acide gallique comme contrôle positif afin d'exprimer les teneurs en milligrammes (mg) équivalents d'acide gallique par gramme de matière sèche (mg EAG/g MS).



Figure 11 : dosages polyphénol

B. Dosage des flavonoïdes :

Le dosage des flavonoïdes est déterminé en utilisant la technique de Zhishen et al. (1999). Une quantité de 500 μL d'extrait dilué est mélangée avec 1500 μL d'eau distillée, suivie par 150 μL de nitrite de sodium (NaNO_2) à 5 %. Après 5 minutes, 150 μL de trichlorure d'aluminium (AlCl_3) à 10 % est ajouté au mélange. Après 6 minutes d'incubation à température

ambiante, 500 μ L d'hydroxyde de sodium (NaOH) à 4 % est additionné. Immédiatement, le mélange est complètement agité afin d'homogénéiser le contenu.

L'absorbance est déterminée à 510 nm contre le blanc à l'aide d'un spectromètre. Une courbe d'étalonnage est réalisée en parallèle dans les mêmes conditions opératoires en utilisant la catéchine comme contrôle positif. La teneur en flavonoïdes est exprimée en milligrammes (mg) équivalents de catéchine par gramme de matière sèche (mg EAG/g MS)



Figure 12 : dosage flavonoïde

C. Test du piégeage du radical libre DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle) :

Un volume de 50 μ L de différentes concentrations (0,0625, 0,125, 0,5, 1, 2, 4 mg/ml) de l'extrait est ajouté à 1950 μ L de la solution méthanolique de DPPH (0,025 g/L) fraîchement préparée. Après incubation à l'abri de la lumière pendant 30 minutes et à température ambiante, la lecture des absorbances est effectuée à 515 nm à l'aide d'un spectromètre. En ce qui concerne le contrôle négatif, ce dernier est préparé en parallèle en mélangeant 50 μ L de méthanol avec 1950 μ L de la solution méthanolique de DPPH à la même concentration utilisée. L'acide ascorbique est utilisé comme contrôle positif. Les pourcentages d'inhibition (%) du radical DPPH sont calculés à partir de la formule suivante : pourcentage d'inhibition (I%) = $[(AC - AE) / AC] \times 100$, où :

- AC représente l'absorbance du contrôle négatif.
- AE représente l'absorbance de l'échantillon.

Pour comparer l'efficacité de cet extrait avec celle de l'acide ascorbique, nous avons calculé la concentration efficace EC50 (Efficient Concentration value), définie comme la quantité d'antioxydant nécessaire pour diminuer la concentration initiale du radical DPPH à 50 %. Ce paramètre est déterminé en traçant la variation des pourcentages d'inhibition en fonction des

concentrations.



Figure 13 : dosage DPPH

D. Réduction de fer (FRAP) :

Le pouvoir réducteur de l'échantillon a été déterminé selon la méthode d'Oyaizu (1986).

Des dilutions (0,0625, 0,125, 0,5, 1, 2 mg/ml) ont été préparées. Un volume de 500 μL de chaque dilution a été mélangé avec 1250 μL d'une solution tampon (0,2 M, pH = 6,6) et 1250 μL de solution de ferricyanure de potassium (1 % $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$). Le mélange a été incubé pendant 30 minutes à 50°C, puis de l'acide trichloracétique à 10 % (1250 μL) a été ajouté. Après centrifugation à 3000 tr/min pendant 10 minutes, un volume du surnageant (1250 μL) a été mélangé avec de l'eau distillée (125 μL) et une solution fraîchement préparée de FeCl_3 (250 μL , 0,1 %). L'absorbance a été mesurée à 700 nm.

L'augmentation de l'absorbance du milieu réactionnel indique l'augmentation de la réduction de fer. L'acide ascorbique est utilisé comme contrôle positif.

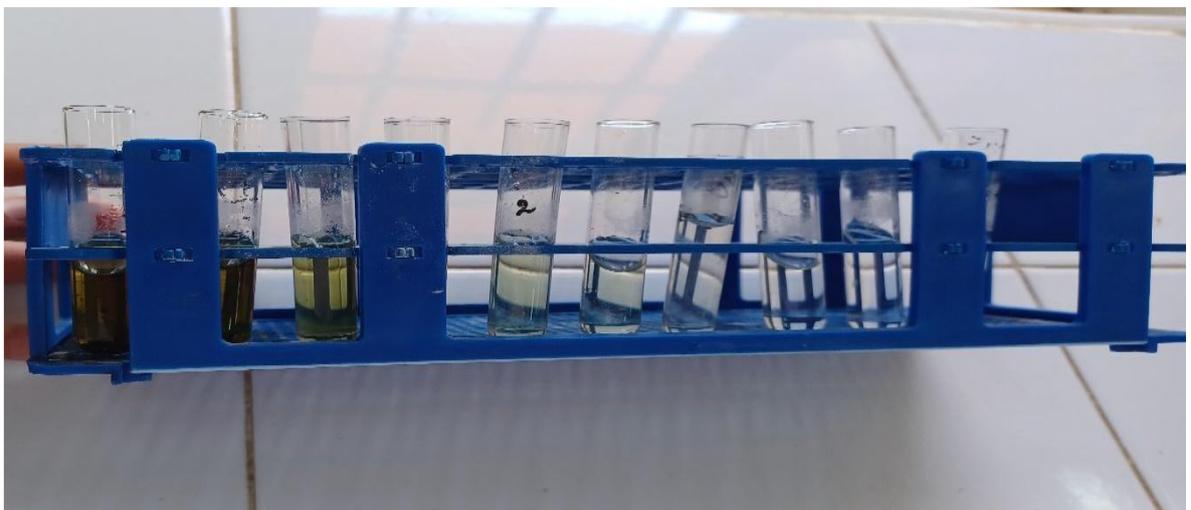


Figure 14 : dosage frapp

E. Capacité antioxydante totale (CAT) :

La CAT de l'extrait brut de *Pélagonium gravelons* a été examinée par la méthode du Phosphomolybdate de Prieto et al. (1999). Un volume de 300 μ L de l'extrait dilué a été ajouté à 3 ml de solution de réactif (acide sulfurique 0,6 M, phosphate de sodium 28 mM et molybdate d'ammonium 4 mM). Les tubes ont été fermés et incubés à 95°C pendant 90 minutes. Après refroidissement, l'absorbance des solutions a été mesurée à 695 nm contre le blanc, qui contient 3 ml de la solution CAT et 0,3 ml d'eau distillée, et a été incubé dans les mêmes conditions que l'échantillon. Une courbe d'étalonnage est réalisée en parallèle dans les mêmes conditions opératoires en utilisant l'acide ascorbique comme contrôle positif. Les valeurs de la CAT sont exprimées en milligrammes équivalents d'acide ascorbique par gramme de matière sèche (mg EAA/gMS)



Figure 15 : dosage CAT

II.2. La cytotoxicité :

a. Échantillons de sang humain :

Des échantillons de sang frais (environ 8 mL) ont été récupérés dans des tubes héparinés, au niveau du laboratoire où la prise de sang a été effectuée, sur des volontaires.

b. Préparation de la suspension des globules rouges humains (GRh) :

Les différents échantillons de sang humain récupérés sont centrifugés à 3000 rpm pendant 10 minutes afin d'éliminer le plasma et les cellules polynucléaires. Ensuite, le culot de globules rouges est lavé trois fois avec un volume équivalent de solution iso-saline. Après cette étape, le volume a été mesuré et reconstitué sous forme de suspension de 10 % (v/v) (GRh), avec une solution iso-saline, et utilisée immédiatement.

c. Test de Cytotoxicité des extraits :

Le principe de ce test est de mettre en contact des hématies avec les extraits méthanoliques, solution isotonique, et de suivre le taux d'hémoglobine libérée par les cellules hémolysées, dans le but d'évaluer la cytotoxicité de ces extraits vis-à-vis des GRh.

d. Mode opératoire :

Le protocole suivi est celui de Bulmus et ses collaborateurs (2003), où un volume de 1,6mL de l'extrait méthanolique, éthanolique ou aqueux et l'acide gallique, molécule de référence de composés phénoliques (ou un autre polyphénol), a été mélangé avec un volume de 0,4 mL de la suspension de GRh (10 %). Le mélange réactionnel a été incubé à 37°C pendant 30 minutes, ensuite centrifugé à 3000 rpm pendant 10 minutes, et l'absorbance de l'hémoglobine libérée a été mesurée à 560 nm. En parallèle, deux contrôles ont été réalisés dans les mêmes conditions, en remplaçant l'extrait par de l'eau physiologique (contrôle négatif) ou par de l'eau distillée (contrôle positif correspondant à 100 % d'hémolyse)..



Figure 16 : Des échantillons de sang frais

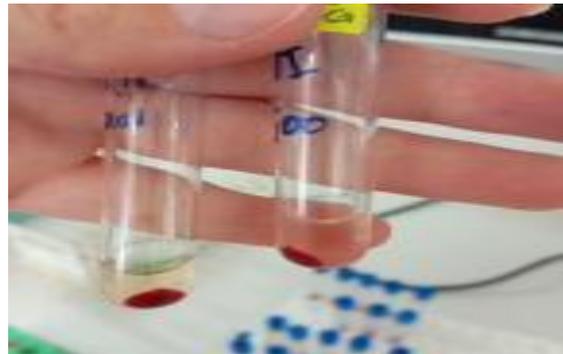


Figure 17: Les différents échantillons de sang humain centrifugés



Figure 18 : plaque microtitre



Figure 19 : spectrométrie

II.3. Activités anti-inflammatoires :

Animaux : Les rats Albino Wistar femelles élevés au sein l'animalerie du département De biologie (**Figure20**), nous avons utilisé neuf rats, chacun pesant précisément 200 grammes.



Figure 20 : les groupes des rats albino winster

. Les rats ont été répartis en trois groupes de trois individus :

a. Groupe physiologique : injection de 100 μ L de carraghénane par voie sous-cutanée dans la patte, suivie d'un gavage avec 1 mL de solution physiologique.

b. Groupe biofénc : injection de 100 μ L de carraghénane par voie sous- cutanée dans la patte, suivie d'un gavage avec 1 mL de solution biofénc.

c. Groupe polyphénol : injection de 100 μ L de carraghénane par voie sous-cutanée dans la patte, suivie d'un gavage avec 1 mL d'extrait polyphénolique.

L'inflammation aiguë induite chez le rat par l'injection de la carraghénane est un modèle Standard et pratique, largement utilisé pour l'évaluation des propriétés anti-inflammatoires de différents agents (**ADRIAN, 2003**).



Figure 21 : Injection sous cutanées de Carraghénane dans la patte des rats

Figure 22 : Gavage

- On mesure le tour de la patte des rats avec un pied à coulisse avant, au moment et après l'injection et le gavage.
- Après l'injection et le gavage on a mesuré la patte des rats toutes les heures, pendant 5 heures

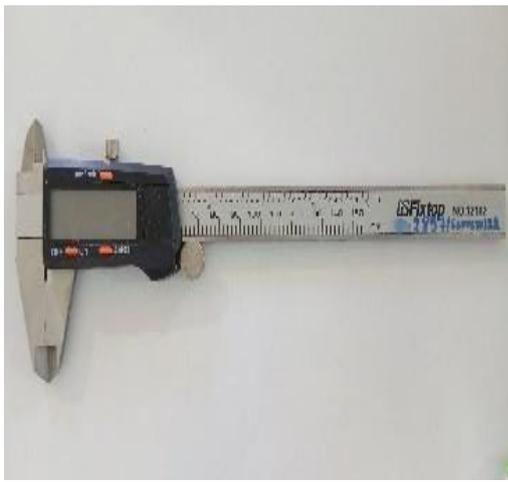


Figure 23 : Pied à coulisse



Figure 24 : Mesuré la patte des rats



Figure 25 : Avant l'inflammation



Figure 26 : Après l'inflammation

Étape du sacrifice :

Après avoir terminé ces opérations, nous avons procédé à l'étape du sacrifice. Les rats ont été Sacrifiés. Ensuite, la patte concernée a été amputée et immédiatement immergée dans un liquide de conservation composée d'eau distillée et de 40 mL de formol. Ce liquide permet de préserver les échantillons de patte pendant une période maximale de trois mois.



Figure 27 : la patte des rats dans (formol)

Résultats
Et
Discussions

I. Caractérisation morphologique :

Les analyses statistiques ont été menées pour caractériser la population de *pélargonium graveolens* cultivée dans les wilayas de Tlemcen, Sidi Bel-Abbés et Oran, afin d'explorer la différenciation des plantes. Nous avons réalisé une caractérisation morphologique en nous basant sur sept caractères quantitatifs, en étudiant un total de 150 échantillons provenant des trois wilayas.

I.1. Analyse descriptive quantitatives (cm) : Cette analyse a pour objectif de faire une comparaison entre les trois sites d'étude (Tlemcen, Sidi Bel-Abbés et Oran) par le biais des statistiques descriptifs basiques comme la moyenne, l'écart type et la variance (**Tableau 05**).

Tableau 05 : Résultats des analyses statistiques descriptives quantitatives (cm)

Paramètre	LG	LR	LRL	LGT	SF	C	c
							3.56
Minimum	7.040	6.160	0.420	5.050	44.700	4.960	0
							7.26
Maximum	13.040	12.780	2.270	17.900	158.600	9.390	0
							5.17
Moyenne	9.400	9.282	0.982	11.676	88.957	7.105	2
							0.63
Variance	1.711	2.096	0.077	6.906	689.224	1.011	1
							0.79
Ecart type	1.308	1.448	0.277	2.628	26.253	1.005	4
							0.06
Erreur Std	0.107	0.118	0.023	0.215	2.144	0.082	5

1.2 Analyse des variables quantitatives selon les régions :

Pour les caractères quantitatifs, nous avons effectué des calculs sur les fréquences relatives des caractères morphologiques, notamment la moyenne, le minimum, le maximum et l'écart type standard (**tableau 06**).

Tableau 06 : résultats des statistiques descriptives

Régions	Les caractères	Minimum	Maximum	Moyenne	Variance	Ecart type
Tlemcen	LG	7.037	12.685	9.374	1.96	1.40
	LR	6.98	12.779	9.166	2.21	1.48
	LRL	0.421	2.265	1.01	0.096	0.30
	LGT	5.052	17.903	11.59	9.19	3.03
	SF	50.89	158.60	87.75	733.11	27.07
	C					1.04
		4.962	9.152	6.88	1.099	
	c	3.56	7.261	5.08	0.97	0.98
Oran	LG	7.25	9.82	8.66	0.32	0.56
	LR	6.16	9.508	8.38	0.52	0.721
	LRL	0.508	1.74	0.79	0.04	0.2
	LGT	6.97	12.06	9.99	1.35	1.161
	SF	44.69	91.34	72.98	100.62	10.03
	C	5.72	7.307	6.59	0.15	0.387
	c	4.06	5.90	5.018	0.17	0.412
Sidi Bel-Abbès	LG	8.09	13.03	10.16	1.771	1.33
	LR	7.38	12.12	10.28	1.77	1.33
	LRL	0.805	1.49	1.12	0.029	0.17
	LGT	7.39	17.55	13.43	4.39	2.095
	SF	60.009	155.46	106.12	699.33	26.44
	C	5.96	9.38	7.84	0.94	0.969
	c	3.87	6.74	5.41	0.674	0.82

La longueur de feuille la plus élevée a été mesurée à Sidi-Bel-Abbès, où les valeurs ont dépassé 8,09 cm, suivie de Tlemcen et ensuite d'Oran. En revanche, la longueur minimale de la plante provient de Tlemcen. Concernant la largeur, la valeur maximale est également celle

de Tlemcen, tandis qu'Oran affiche la largeur minimale. De plus, les valeurs maximales pour le lobe (longueur et largeur) sont toutes attribuées à la wilaya de Tlemcen, ce qui met en évidence son importance dans cette étude.

I.3. Analyse descriptive qualitatives :

Tableau 07 représente les analyses descriptives qualitatives

<u>Les caractères</u>	<u>Modalité</u>	<u>Effectifs</u>	<u>Pourcentage</u>
Couleur	Vert	150	100%
Profondeur du sinus	Profond	150	100%
Bords du lobe	Convergenents	150	100%
Forme de l'extrémité du lobe	Tronquée	150	100%
Nombre d'incision du bord	Petit	150	100%
Type de tige	Poilue	150	100%
Couleurs secondaires	Aucune	150	100%

I .4. Corrélation de Pearson :

Afin d'examiner l'existence de relation entre les variables étudiées, la dépendance des variables.

On a testé la corrélation entre les variables, d'où on a calculé le coefficient de corrélation de Pearson qui est la mesure spécifique qui quantifie la force de la relation linéaire entre deux Variables.

Si la valeur de p est inférieure que 0,05 l'interprétation des résultats du coefficient est Significative. Le coefficient de corrélation varie entre -1 à +1, il vaut 0 lorsqu'il n'existe pas d'association. Plus ce coefficient est proche de -1 ou +1, plus l'association entre les deux variables est forte, jusqu'à être parfaite. Les résultats sont exprimés dans le **tableau 08**

Tableau 08 : Résultats de test de Corrélations Pearson

		LG	LR	LRL	LGT	SF	CI	CT
LG	Corrélation de Pearson	1						
	Sig. (Bilatérale)							
LR	Corrélation de Pearson	0,287**	1					
	Sig. (Bilatérale)	0,000						
LRL	Corrélation de Pearson	0.216**	0,514*	1				
	Sig. (Bilatérale)	0,008	0.000					
LGT	Corrélation de Pearson	0,148	0,692**	0,532*	1			
	Sig. (Bilatérale)	0.070	0.000	0.000				
SF	Corrélation de Pearson	0.319**	0.974**	0.519*	0.738*	1		
				*	*			

	Sig. (Bilatérale)	0.000	0.000	0.000	0.000		
C	Corrélation de Pearson	0.285**	0.832**	0.519*	0.689*	0.856**	1
	Sig. (Bilatérale)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
c	Corrélation de Pearson	0.225**	0.672**	0.354*	0.558*	0.689**	0.736**
	Sig. (Bilatérale)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

La corrélation entre les variables est hautement significative pour tous les caractères suivants : la longueur de la feuille, la largeur de la feuille, la largeur du lobe, la longueur de tige, la surface de la feuille, centre vers longueur et contre vers largeur

I.5. Analyse de la variance (ANOVA) :

Le test d'analyse de la variance de l'hypothèse est basé sur une comparaison de deux Estimations indépendantes de la variance de la population. Tout comme pour les autres tests d'hypothèse, il faut s'assurer de respecter certaines prémisses avant de procéder à l'analyse proprement dite

- Les groupes sont indépendants et tirés au hasard de leur population respective.
- Les valeurs de population sont normalement distribuées.
- Égalité des variances (l'homoscédasticité) qui est vérifié par le test de Levene (**Tableau 09**)

Si la valeur de risque alpha est inférieure à 5%, ce ci dis que le test est significatif, donc la variabilité entre les groupes est significativement supérieure à la variabilité intragroupe. Par Conséquent, On accepte H1.

Tableau 09 : Test D'homogénéité Des Variances

Les caractère	Statistique de Levene	Signification
LG	2,843	0.061
LR	18,794	0.000
LRL	3,174	0.045
LGT	10,828	0.000
SF	28,873	0.000
C	18,745	0.000
c	14,237	0.000

Ddl : degré de liberté / S : d=significative

I.6. Analyse de la variance selon la région :

Les mensurations sur des plantes aromatique étudiées dans les 3 wilaya (Tlemcen, sidi bel abbesse, Oran) de la population étudiée sont présentées dans le **tableau 10**. Les résultats étaient très hautement significatifs ($\text{Sig} < 0.05$) pour les caractères étudiés, de ce fait on accepte l'hypothèse alternative et on rejette l'hypothèse nulle et donc il existe une différence significative entre les moyennes des caractères selon les wilayas citées.

Tableau 10 : Analyse de la variance selon la région

Les caractères	DDL	Signification
LG	2	0.103
LR	2	0.000
LRL	2	0.000
LGT	2	0.000
SF	2	0.000
C	2	0.000
c	2	0.025

L'objectif de cette analyse et de faire une comparaison entre chaque paramètre étudié et plusieurs zones d'étude (Tlemcen, Sidi Bel-Abbés et Oran) via les tests statistiques comme l'Analyse de la Variance (ANOVA) et en supplément un test Post-Hoc de type Tukey HSD

(Tableau 11) pour bien identifier les similarités et les dissimilarités entre les sites déjà mentionnés.

Il faut noter que le seuil de confiance retenue pour valider les tests est de 95% alors que la valeurs critique de signification (P. value est de 0.05)

Tableau 11 : un test Post-Hoc de type Tukey HSD pour bien identifier les similarités et les dissimilarités entre les 3 wilaya

Caractères	Test tukey	Signification
LG	Tlm-Oran	0.909 ns
	Tlm-SBA	0.241 ns
	Oran- SBA	0.107 ns
LR	Tlm-Oran	0.05 ***
	Tlm-SBA	0.000***
	Oran-SBA	0.000***
LRL	Tlm-Oran	0.000***
	Tlm-SBA	0.049*
	Oran- SBA	0.000***
LRL	Tlm-Oran	0.001***
	Tlm-SBA	0.000***
	Oran- SBA	0.000***
LGT	Tlm-Oran	0.001***
	Tlm-SBA	0.000***
	Oran- SBA	0.000***
SF	Tlm-Oran	0.004***
	Tlm-SBA	0.000***
	Oran- SBA	0.000***
C	Tlm-Oran	0.209 ns
	Tlm-SBA	0.000***
	Oran- SBA	0.000***
c	Tlm-Oran	0.917ns
	Tlm-SBA	0.082 ns
	Oran- SBA	0.031 ns

Avec : *<0.05

**<0.01

***< 0.001

Les caractères significatifs sont : largeur de la feuille, largeur du lobe, longueur de la tige, surface de la feuille.

Les caractères non significatifs sont : le centre vers la largeur et la longueur de la feuille.

Avec le caractère centre vers longueur une significatif entre Tlemcen et Sidi Bel-Abbés et entre Oran et Sidi Bel-Abbés, et non significative entre Tlemcen et Oran.

I.7. Analyse en composantes principales (ACP) :

L'objectif de cette analyse statistique multivarié est de faire identifier les relations entre les variables et visualiser les différences morphologiques, Cette fonction focalise principalement les corrélations entre les parametres statistiques en permettant de réduire en deux composantes principales.

L'analyse en composantes principales (ACP) des variables étudiées représentent 84.97% de l'information utilisée pour le traitement statistique.

Constata la formation de deux groupes :

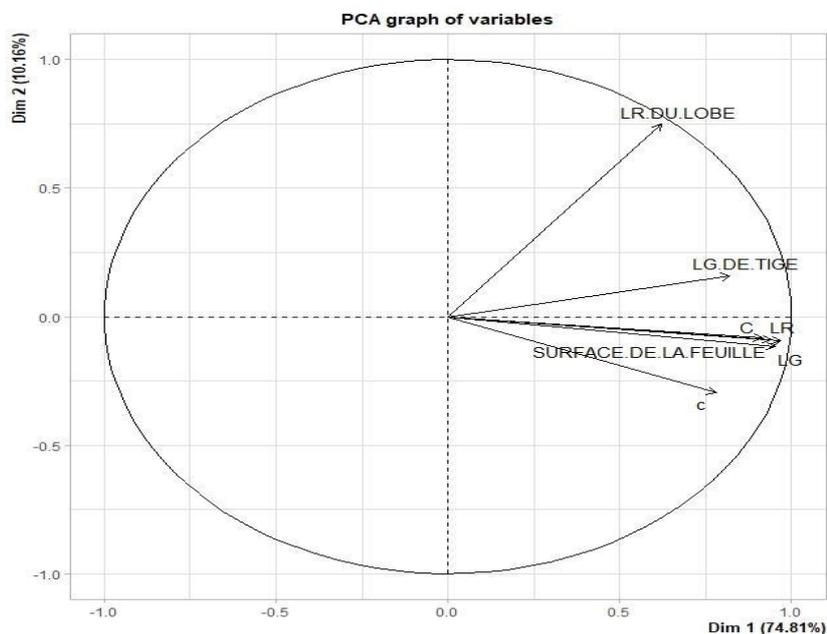
Premier groupe compose les 2 caractères suivant : la largeur du lobe et la longueur de tige

Deuxième groupe compose les caractères suivants : la longueur de la feuille ; la largeur de la feuille ; la surface, le centre vers la longueur et le centre vers la largeur.

On constate que : il Ya une corrélation positive entre les groupes et entre les caractères de chaque groupe.

Exemple : Nous avons constaté qu'il y a une fort Corrélation positive entre la longueur et la largeur de la feuille.

Figure28 : Représentation graphique des variables par l'analyse en composant principale



I.8. Indice relatif de diversité des différents caractères étudiés :

Les résultats exprimés dans le **tableau12** présentent L'indice relatif de diversité (H' moyen) de l'ensemble des variétés étudiées de *pélarгонium graveolens* est de l'ordre 0.72 reflétant une diversité morphologique des échantillons de cette collection.

Les valeurs de l'indice de diversité de Shannon (SDI) varient d'une variété à l'autre, certaines présentant une grande diversité phénotypique tandis que d'autres montrent une faible diversité, à cause des facteurs climatiques ou types de sol

Cet indice varie entre 0.62 pour la variété d'Oran et 0.86 pour la variété de Tlemcen. Cela indique que cette population présente un taux de diversité assez élevé par rapport aux autres variétés

Pour la longueur de la feuille on a trouvé un indice ($H'=0.84$) et la largeur de la feuille ($H'=0.81$)

Concernent la largeur du lobe on a trouvé un indice ($H'=0.38$) et la longueur de la tige ($H'=0.80$)

Tableau 12 : Indice relatif de diversité des différents caractères étudié.

Région	LG	LR	LRL	LGT	SF	C	c	H'moy
TLM	0.97	0.94	0.43	0.99	0.97	0.94	0.77	0.86
ORAN	0.82	0.74	0.32	0.63	0.81	0.49	0.55	0.62
SBA	0.73	0.74	0.4	0.78	0.71	0.68	0.75	0.68
H'moy	0.84	0.81	0.38	0.80	0.83	0.70	0.69	0.72

I.9. Classification hiérarchique ascendante (CAH)

Le dendrogramme montre la relation entre les différents génotypes étudiés (figure 29) divise ses derniers en deux grands groupes dont :

Le premier groupe comprend un seul génotype de la wilaya de Tlemcen.

Le deuxième groupe comprend deux génotypes, un de la wilaya de Sidi Bel Abbès et un autre de la wilaya d'Oran.

Donc on explique cette l'arbre phylogénétique par un effet génétique parce que on a la même variété dans différent région.

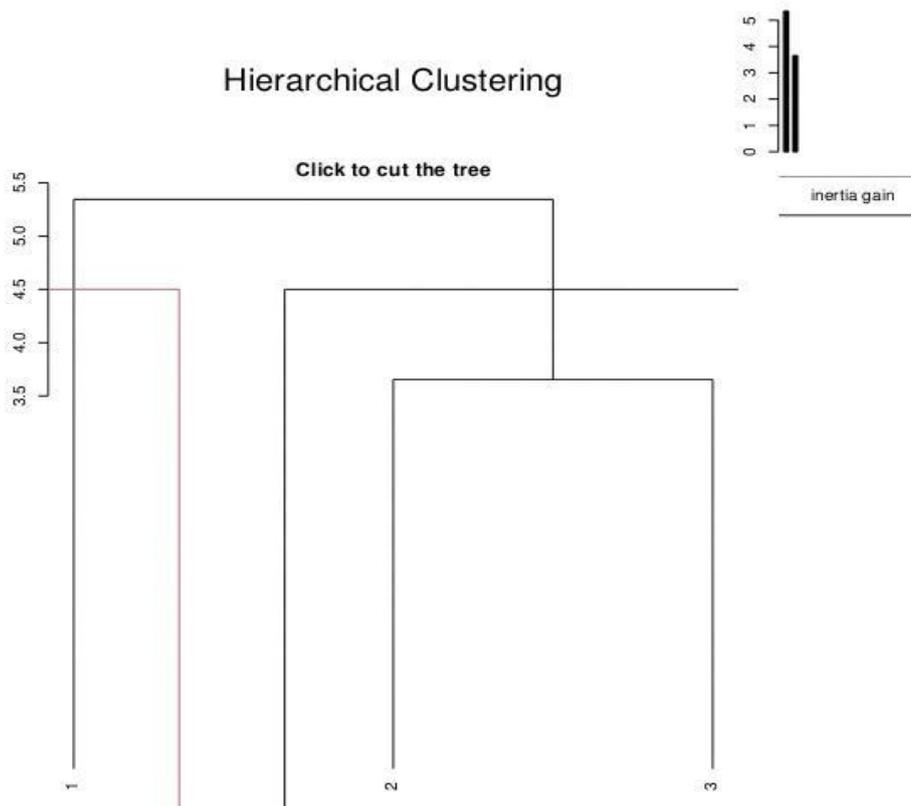


Figure 29 : Classification ascendante hiérarchique (CAH)

En ce qui concerne les caractères étudiés après avoir consultés plusieurs bases de données on n'a pas trouvé des travaux similaires

II. Activités Biologique

Notre travail, porte sur l'intérêt de mettre en évidence *pélargonium graveolens*, également connu sous le nom de *géranium rosat*, qui réside dans l'exploration de ses effets biologiques et de ses applications potentielles en aromathérapie et en phytothérapie. Cette plante fascinante est étudiée pour ses propriétés anti-inflammatoires, antioxydantes, offrant ainsi un champ d'investigation riche en perspectives pour la santé et le bien-être. Nos résultats montrent :

II .1. Rendement en extrait de *pélargonium graveolns* :

Le pélargonium graveolns cueilli au niveau de trois stations Tlemcen, Sidi Bel abbess et Oran, est séché et broyée puis a subi une extraction par soxhlet dans un mélange éthanol/eau (80/20 v/v). Le rendement a été déterminé par rapport à 100 g de matériel végétal sec et est exprimé en pourcentage massique (p/p). Le rendement de cette extraction représenté dans (le tableau 3). Les résultats montrent un rendement de **20.30 % au niveau de l'extrait de Tlemcen, suivi de celui de Sidi Bel Abbes 8.34 % et d'Oran 8.23 %.**

Tableau 13 : la comparaison de rendement entre les 3 wilaya

Wilaya	Rendement
Tlemcen	20.30 %
SBA	8.34 %
Oran	8.23 %

II.2 / les effets anti oxydant :

2.1/ Dosage de polyphénol :

Le dosage des polyphénols totaux est réalisé par la méthode de Folin-Ciocalteu. La teneur en polyphénols a été déterminée à partir de la courbe d'étalonnage du contrôle positif (acide gallique) avec un $R^2 = 0,9992$; elle est exprimée en mg équivalent d'acide gallique par gramme de matière sèche (mg EAG/g MS). Les résultats montrent que l'extrait de *pélargonium graveolns* contient en moyenne 252.80 ± 49.5 mg EAG/g MS de polyphénols totaux au niveau des stations de Tlemcen, 62.73 ± 0.01 mg EAG/g MS à Oran et de 57.28 ± 34.6 mg EAG/g MS à SBA.

Tableau 14 : les différentes concentrations de polyphénol

Extrait	Concentration mg EAG/g MS
TLM	252.80 ± 49.5
SBA	57.28 ± 34.6
Oran	62.73 ± 0.01

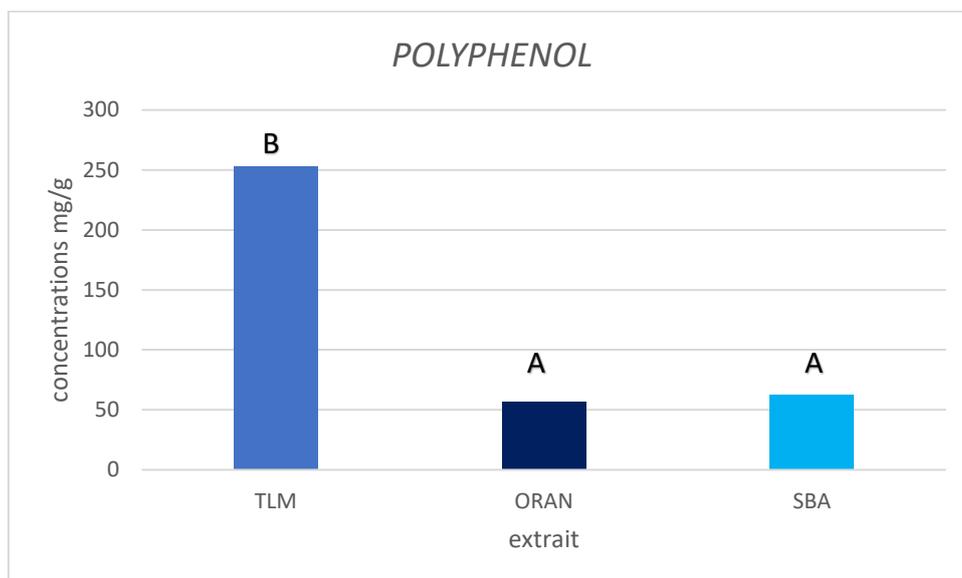


Figure 30 : les différentes concentrations de *polyphénol* dans les trois wilayas

2.2/ Dosage de flavonoïdes (tableau 15)

Le dosage des flavonoïdes totaux est réalisé par la méthode du trichlorure d'Aluminium. La teneur en flavonoïdes est exprimée en mg équivalent de catéchine par gramme de matière végétale sèche (mg EC/g MS) à partir de la courbe d'étalonnage effectuée ($R^2 = 0,9998$). L'extrait de *pélargonium graveolns* contient en moyenne 123.33 ± 11.7 mg EC/g MS au niveau des stations de Tlemcen, 62.73 ± 0.01 mg EAG/g MS à SBA, de 78 ± 10.10 mg EAG/g MS, et de 17.25 ± 1.85 mg EAG/g MS à Oran.

Tableau 15 : les différentes concentrations de flavonoïdes

Extrait	Concentration mg EC/g MS
TLM	123.33 ± 11.7
SBA	78 ± 10.10
Oran	17.25 ± 1.85

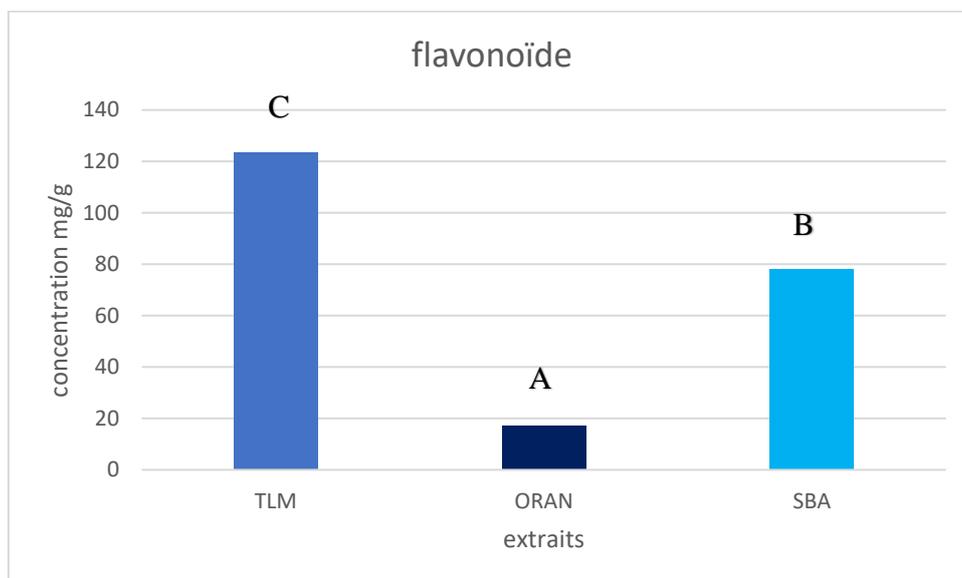


Figure 31 : les différentes concentrations de flavonoïdes dans les trois wilayas

D'après les résultats observés, une concentration élevée de polyphénols et de flavonoïdes dans la wilaya de Tlemcen est notée, par rapport aux autres wilayas Sidi Bel Abbes et Oran, ce résultat suggère que cette différence de concentration pourrait être due à des facteurs environnementaux ou des pratiques agricoles.

2.3/Capacité antioxydante (tableau 16)

La capacité anti oxydante dans les différents extraits de *pélargonium graveolns* a été déterminée selon la courbe d'étalonnage d'acide gallique et calculée à l'aide de la loi de régression $y = 2.2231x + 0.0715$ correspondante les résultats obtenus exprimés en mg (mg AG /g Extrait).

Tableau 16 : les différentes concentrations de la Capacité antioxydante totale (CAT)

Extrait	Concentration
TLM	2.20±0.56
SBA	7.01±1.45
Oran	0.846±0.44

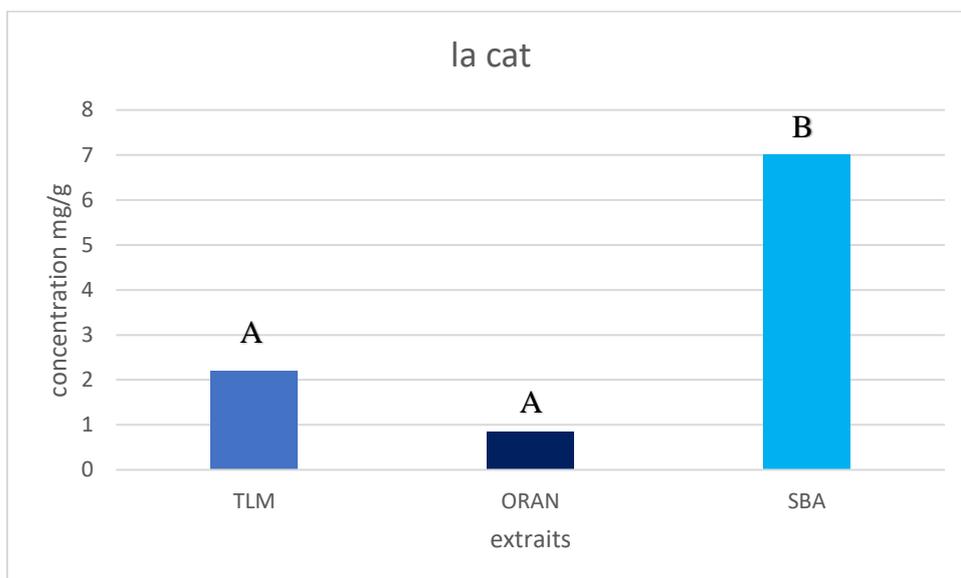


Figure 32 : les différentes concentrations de la Capacité antioxydante totale (CAT) dans les trois wilayas

D'après nos résultats, la capacité anti oxydante totale des différents extraits de *pélargonium graveolns*, montrent une concentration très élevée dans la wilaya d'SBA par rapport aux autres wilayas Tlemcen et Oran respectivement.

2.4/Réduction de fer (FRAP) (tableau 17)

L'activité antioxydante de l'extrait de *pélargonium graveolns* a été évaluée par la mesure du pouvoir réducteur (test de FRAP) et pouvoir antiradicalaire (test de DPPH).

Tableau 17 : comparaison entre acide ascorbique avec l'autre concentration à chaque wilaya

Extrait	Concentration
TLM	0.41±0.05
SBA	4.80±0.01
Oran	3.03±0.01
Acide Ascorbique	0.004±0.0001

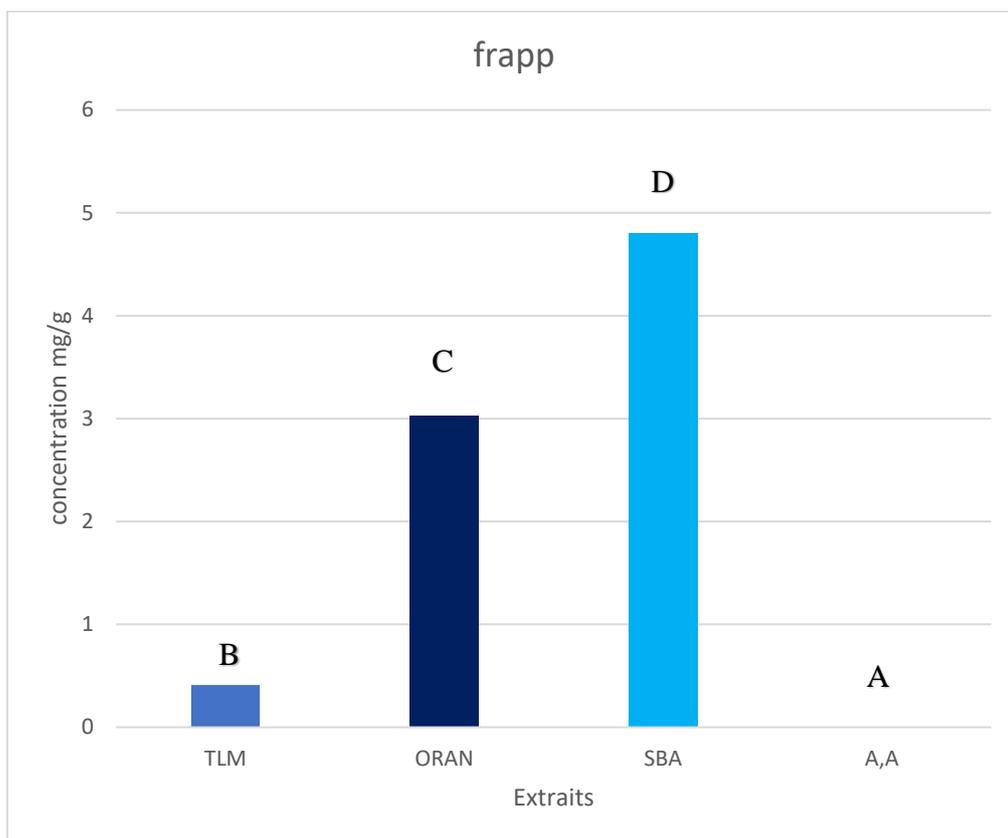


Figure 33: comparaison entre acide ascorbique avec l'autre concentration de chaque wilaya

L'activité réductrice du fer est exprimée en CE50 qui est la concentration efficace pour produire 50 % de l'effet réducteur. Elle représente en moyenne au niveau des stations de Tlemcen, 0.41 ± 0.05 mg EAG/g MS et a été calculée à partir de la courbe des pourcentages de pouvoir réducteur). Résultats du test de Réduction de fer (FRAP) pour la wilaya de Tlemcen sont plus proches de ceux de l'acide ascorbique par rapport aux wilayas de Sidi Bel Abbes et Oran, cela signifie que les échantillons de Tlemcen présentent un pouvoir réducteur plus important, par rapport aux autres extraits, qui montrent un très faible pouvoir réducteur.

2.5/ Test du piégeage du radical libre DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle_2.4/Réduction de fer (FRAP) (tableau 18)

Le test DPPH, qui utilise une réaction d'oxydoréduction avec le radical 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl, a été utilisé pour déterminer la capacité antioxydante de l'extrait. Selon la loi de régression on n'a obtenu les résultats présentes dans le tableau

Comparons-les avec acide ascorbique obtenu à partir de la loi de régression

Tableau 18 : comparaison entre acide ascorbique avec les extraits de chaque wilaya

Extrait	Concentration
TLM	2.63±0.37
SBA	2.31±0.04
Oran	2.15±0.02
Acide Ascorbique	0.059±0.001

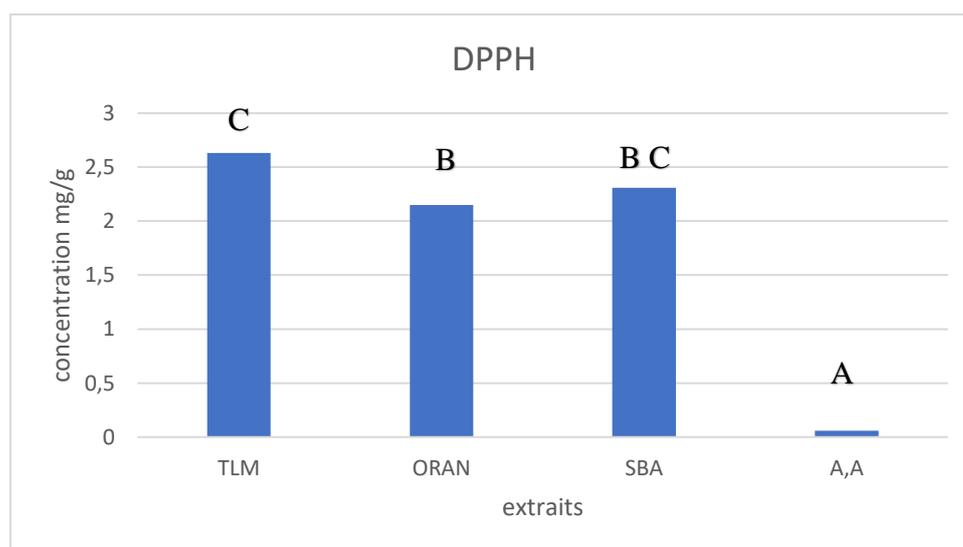


Figure 34 : comparaison entre acide ascorbique avec la concentration à chaque wilaya

La valeur CI50 qui est la concentration d'extrait qui réduit 50 % du radical libre DPPH ne montrent aucune différence entre les trois wilayas et a été calculée à partir de la courbe des pourcentages d'inhibition.

II.3. Test de cyto toxicité :

Le test de cytotoxicité, in vitro, a été réalisé en utilisant des globules rouges humains (GRH) d'un donneur sain en bonne santé.

Les extraits des feuilles de *pélagonium* (polyphénol Tlemcen, polyphénol Oran, polyphénol Sidi Bel Abbas), ainsi qu'une molécule de référence, l'acide gallique, ont été testés à différentes concentrations.

Le pourcentage d'hémolyse a été déterminé pour chaque extrait en mesurant l'absorbance de l'hémoglobine libérée par les GRh lors de l'hémolyse, et en la comparant à des contrôles. Le contrôle négatif (C-) correspond à une solution de GRh dans l'eau physiologique, avec un taux d'hémolyse très faible de 9,27 %. Le contrôle positif (C+) représente une solution de GRh dans de l'eau distillée, provoquant une hémolyse totale, soit 100 % d'hémolyse

Les résultats obtenus sont représentés dans les figures suivantes (33 , 34 ,35).

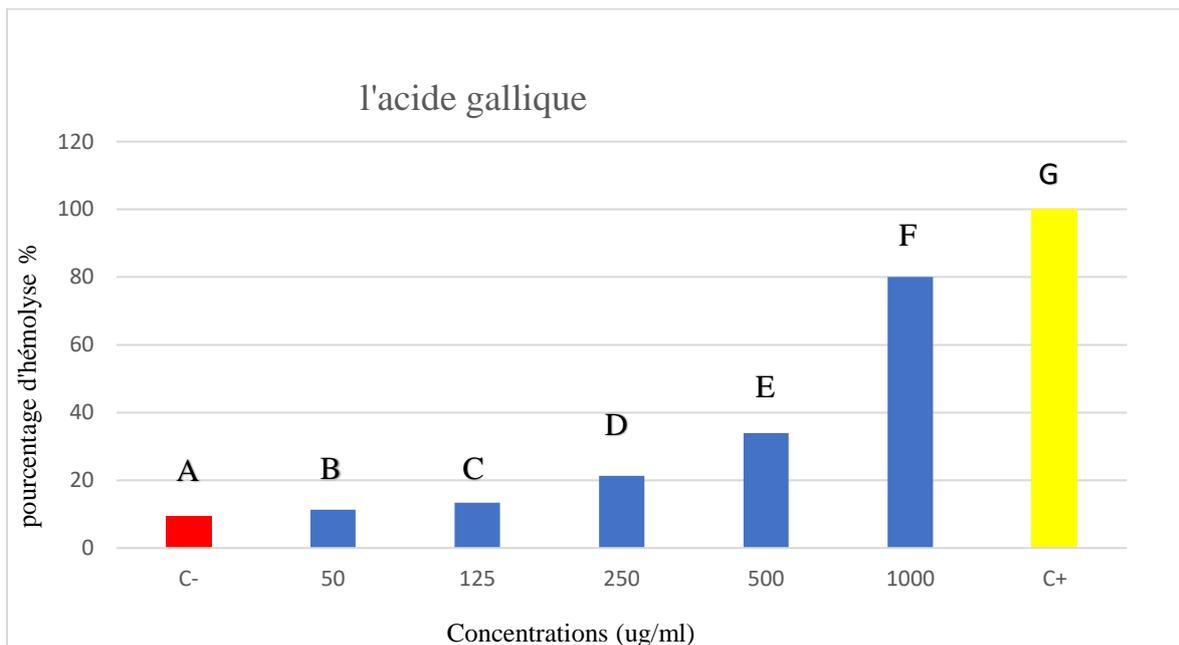


Figure 35 : Pourcentage d'hémolyse des globules rouges par l'acide gallique.

C- : 9.27% ; C+ : 100%

Nos résultats révèlent que l'acide gallique exerce un léger effet hémolytique (11,32 %) à la concentration minimale de 50 µg/ml, comparé au contrôle négatif (C- : 9,27 %). Cet effet hémolytique augmente progressivement avec la hausse des concentrations, atteignant un maximum de 80 % à la concentration la plus élevée de 1000 µg/ml. (Figure 35)

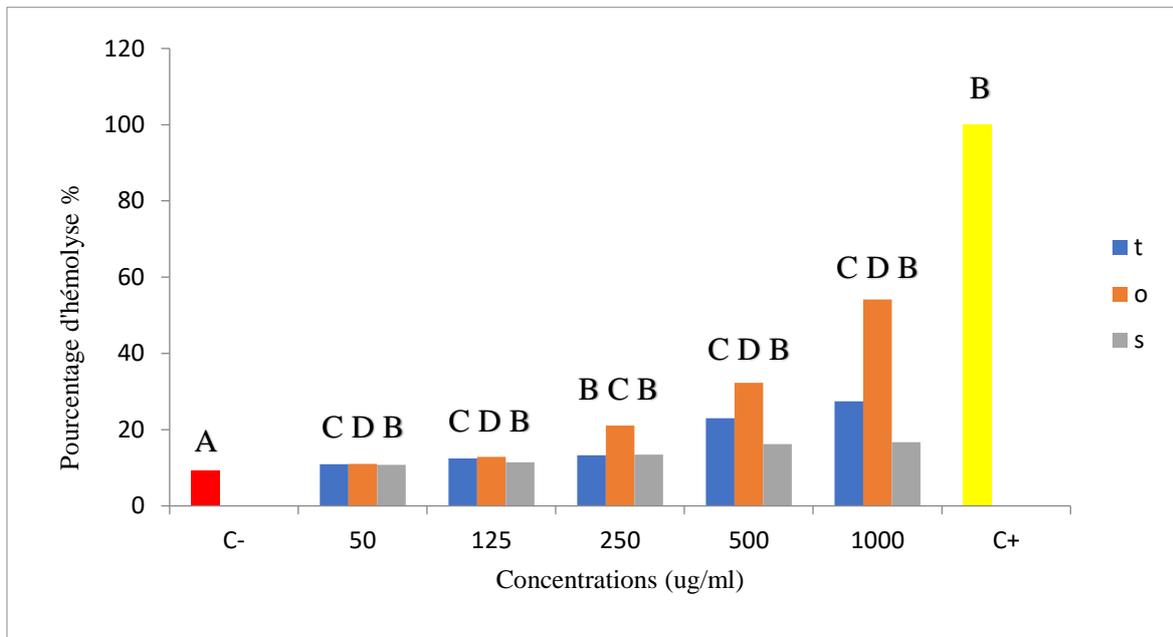


Figure 36: Pourcentage d'hémolyse des globules rouges par les extraits poly phénoliques de pélargonium gravelons de: Tlemcen (t), Oran (o) et Sidi Bel Abbès (s).

C- : 9.27% ; C+ : 100%

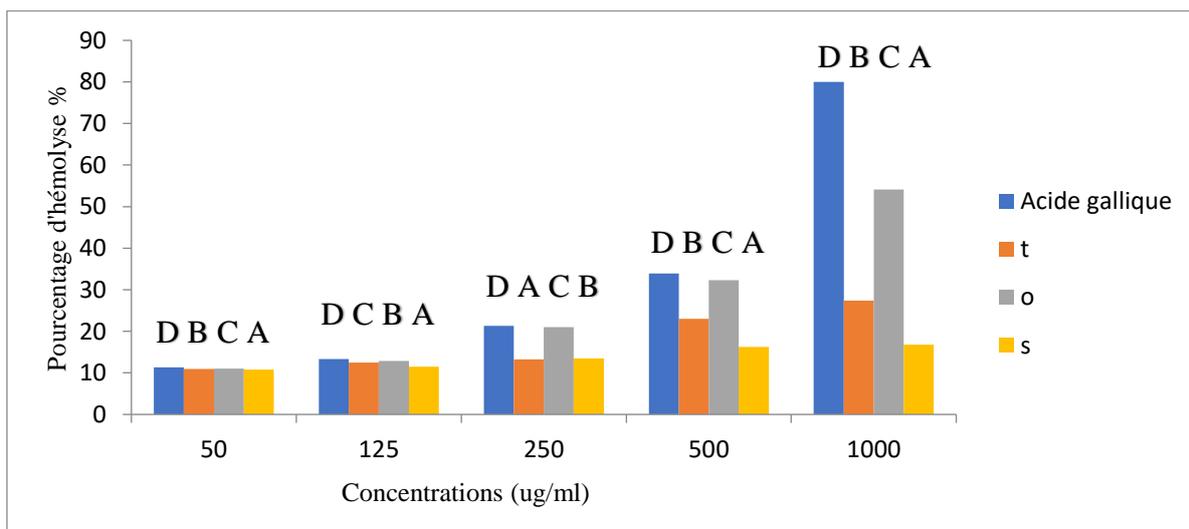


Figure 37 : Comparaison des pourcentages d'hémolyse des globules rouges entre l'acide gallique et les extraits poly phénoliques de *pélargonium gravelons* de : Tlemcen (t), Oran (o) et Sidi Bel Abbès (s).

Les extraits polys phénoliques provenant de (Tlemcen, Oran) induisent un léger effet hémolytique à des concentrations de 50 $\mu\text{g/ml}$ et 125 $\mu\text{g/ml}$, avec des pourcentages d'hémolyse respectifs de (10,96 %, 11,05 % / 12,46 %, 12,83 %), par rapport au contrôle négatif (9,27 %). En revanche, le taux d'hémolyse des GRh augmente à la concentration de 500 $\mu\text{g/ml}$, atteignant (23,03 %, 32,28 %). À la concentration 1000 $\mu\text{g/ml}$, la cytotoxicité contre les GRh s'accroît, avec des taux d'hémolyse plus élevés de (27,41 %, 54,13 %)

L'extrait poly phénolique de Sidi Bel Abbes présente un taux d'hémolyse des GRh léger aux concentrations de 50 µg/ml et 125 µg/ml, avec des pourcentages de (10,76 %, 11,46 %), comparé au contrôle négatif (9,27 %). Par la suite, ce taux d'hémolyse augmente progressivement à des concentrations comprises entre 250 µg/ml et 1000 µg/ml, atteignant un maximum de 16,74% d'hémolyse

On remarque que l'extrait poly phénolique d'Oran est plus cytotoxique par rapport aux autres extraits (**Figure 36**)

De plus, nos résultats montrent que les trois extraits de feuilles de *Pelargonium graveolens* présentent un effet cytotoxique faible en comparaison à l'acide gallique (molécule de référence), et ce, quelle que soit la concentration utilisée (**Figure 37**)

Ces résultats ont plusieurs implications sur le plan physiologique et médical :

Sur le plan physiologique :

Cytotoxicité faible : Le fait que les extraits de *Pelargonium graveolens* montrent une faible cytotoxicité, quelle que soit la concentration, suggère qu'ils pourraient avoir un bon profil de sécurité pour les cellules humaines. Cela signifie qu'ils pourraient être utilisés sans risque significatif de dommage cellulaire, ce qui est important pour des applications thérapeutiques.

Non hautement toxique : Le classement de cette espèce comme non hautement toxique indique qu'elle pourrait être considérée pour des usages variés, y compris dans les produits cosmétiques ou médicaux, tout en nécessitant une évaluation des effets à long terme.

Sur le plan médical :

Applications thérapeutiques : La faible toxicité ouvre la voie à des recherches sur l'utilisation des extraits de *P. graveolens* dans des traitements pour des maladies inflammatoires ou d'autres affections où une intervention anti-inflammatoire est souhaitable.

Alternatives naturelles : Si les extraits démontrent des effets bénéfiques dans d'autres tests biologiques, cela pourrait positionner le *Pelargonium graveolens* comme une alternative naturelle aux traitements conventionnels, ce qui est de plus en plus recherché par les patients.

II.3. Effet Anti Inflammatoire :

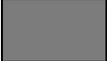
Tableau 19 : les mesures avant, au moment et après injection et gavage

<u>Avant</u>	<u>Au</u>	<u>T1</u>	<u>T2</u>	<u>T3</u>	<u>T4</u>	<u>T5</u>
	<u>Moment</u>					

4.22±0.6 3	5.77±0.33	6.01±0.21	7.35±0.74	7.28±0.74	6.74±0.56	6.60±0.34
4.29±0.7	5.5±0.34	5.88±0.15	4.96±0.56	4.59±0.34	4.75±0.56	4±0.48
4.07±0.5	5.35±0.3	5.8±0.22	5.88±0.44	5.22±0.3	5.17±0.21	5.096±0.13

 Groupes physiologiques

 Groupe biofenac

 Groupe polyphénol

Représentation graphique des résultats en histogrammes :

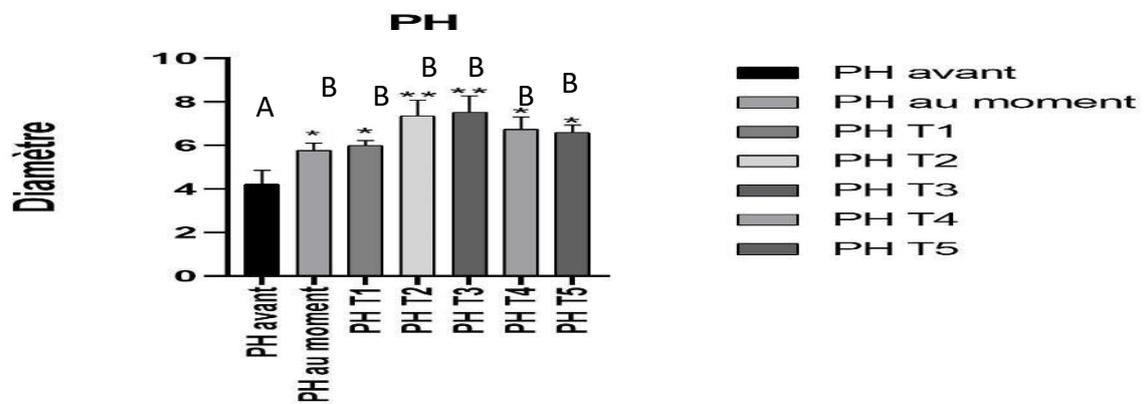


Figure 38 : histogramme l'eau physiologiques

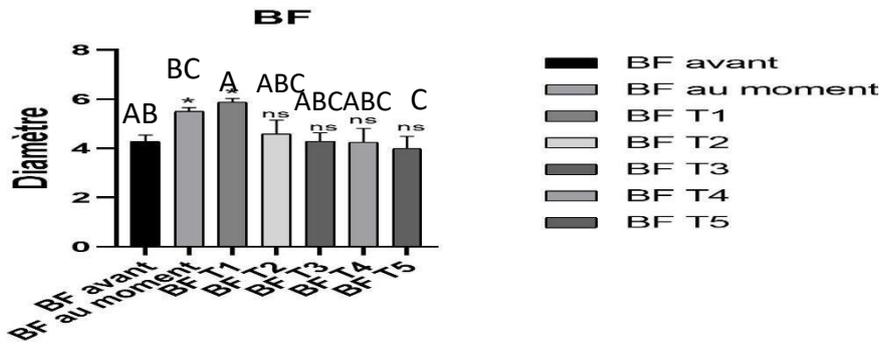


Figure 39 : histogramme biofenec

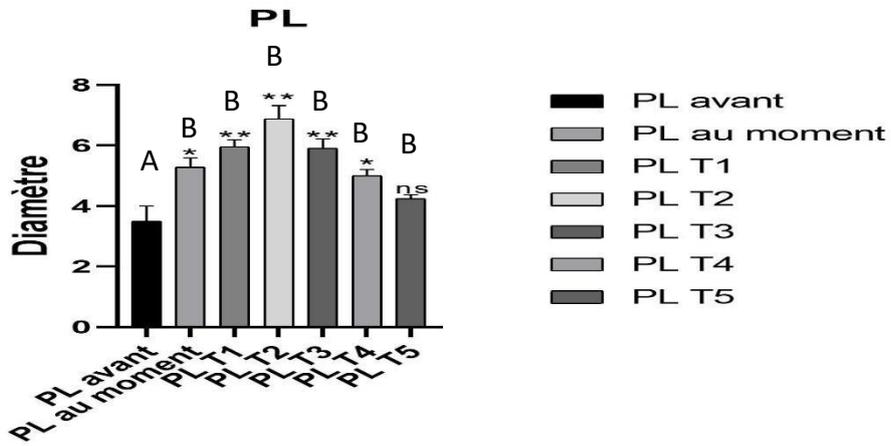


Figure 40 : histogramme polyphénol

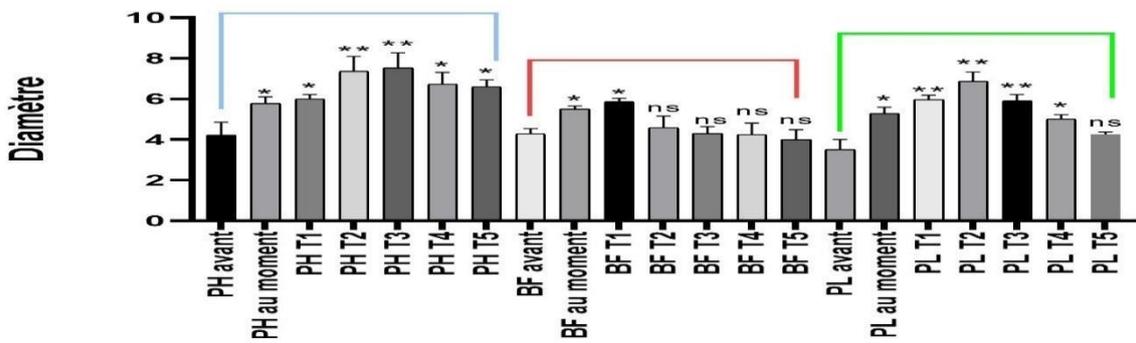


Figure 41 : histogramme présente la différence entre les 3 groupe

Nous avons comparé trois groupes : l'eau physiologique comme contrôle négatif, biofenec comme contrôle positif, et extrait de *pélargonium graveolens*. Nous avons mesuré les pattes des rats avant, pendant, et après une heure jusqu' à 5 heures pour observer l'évolution de l'inflammation.

Pendant l'injection par la carraghénane dans les 3 groupes on observe qu'il y a une augmentation du taux de mesure lors de l'injection ce qui indique que l'inflammation est installée

Dans le cas de l'eau physiologique nous observons une augmentation et un gonflement au niveau de la patte du rat au cours des trois premières heures après l'injection, suivis d'une légère diminution au cours des deux dernières heures.

Pour le biofenac, nous constatons une augmentation et un gonflement durant la première heure. À partir de la deuxième heure, une diminution est observée, ce qui pourrait indiquer l'effet du biofenac.

Dans le cas de notre extrait nous observons une augmentation jusqu'à la 2^{ème} heures, à la troisième heures, l'extrait commence à faire son effet et provoque la diminution de l'inflammation.

Les résultats de l'étude, indiquent que l'extrait de *pélargonium graveolens* a un effet anti inflammatoire similaires à celui du biofenac. Cela suggère que cet extrait pourrait être prometteur pour traiter l'inflammation de manière comparable à un médicament conventionnel comme biofenac. En considérant ces similitudes, il est envisageable que les composés actifs dans le *pélargonium graveolens* offrent une alternative naturelle aux anti-inflammatoires non stéroïdiens ouvrant ainsi de nouvelles perspectives dans le domaine des traitements anti inflammatoires.

Ces résultats ont des implications significatives sur le plan physiologique et médical :

Physiologique : Si l'extrait de *Pelargonium graveolens* a un effet anti-inflammatoire similaire à celui du biofenac, cela signifie qu'il pourrait agir en inhibant des voies inflammatoires similaires dans l'organisme. Cela pourrait entraîner une réduction de l'inflammation, du gonflement et de la douleur, tout en préservant la fonction tissulaire.

Médical : Si cet extrait s'avère efficace, il pourrait offrir une alternative naturelle aux AINS, réduisant potentiellement les effets secondaires associés aux médicaments conventionnels. Cela

pourrait être particulièrement bénéfique pour les patients cherchant des traitements naturels ou ayant des contre-indications aux AINS.

Discussion :

Par rapport à la Composition phytochimique, La richesse en polyphénols et flavonoïdes du *pélargonium graveolens* souligne l'importance de cette plante comme source thérapeutiques

En comparant nos résultats avec ceux de **Belaid (2022)** utilisant la même plante (*Pélargonium graveolens*) pour la même activité (activité antioxydante) et la même méthode (FRAP) évaluée sur l'extrait eau-acétone macéré et ses fractions, aqueuse et butanolique, nous observons ; La fraction aqueuse présente la plus forte activité antioxydante avec une valeur d'EC50 de 0,446 mg/ml, suivie de près par la fraction butanolique avec une valeur d'EC50 de 0,50 mg/ml. Les extraits de polyphénol (Tlemcen, Oran, sidi bel abbés) présentent une activité antioxydante légèrement inférieure avec une valeur EC50 de 0.41mg/ml pour polyphénol Tlemcen et une activité antioxydante supérieur avec une valeur EC50 de 4.80mg/ml pour polyphénol sidi bel abbés et 3.03mg/ml

Il est important de noter que les différences dans les valeurs d'EC50 peuvent être dues à divers facteurs, tels que les méthodes d'extraction, l'environnement les conditions expérimentales et les spécificités de la plante étudiée. Les solvants utilisés peuvent également influencer la capacité des extraits à réduire le fer ferrique lors de la méthode FRAP. nous n'avons trouvé aucun travail sur les propriétés antioxydantes de *Pelargonium graveolens* utilisant ce modèle d'étude.

Les tests biologiques ont mis en évidence plusieurs activités des extraits de *pélargonium graveolens* : en cytotoxicité Nos résultats indiquent que, quelle que soit la concentration utilisée, les trois extraits de feuilles de *Pélargonium graveolens* manifestent une cytotoxicité faible par rapport à l'acide gallique, utilisé comme molécule de référence. Cette espèce n'est pas classée comme hautement toxique. Cependant, une analyse de la littérature fait état d'irritations et Se manifeste principalement par des allergènes cutanés. Une femme travaillant dans l'entreprise a développé un érythème toxique Contact direct avec les plantes de géranium. Les symptômes observés n'étaient pas graves, mentionnés Érythème associé à un œdème et à certaines composantes vésiculaires (**Agrup et al ,1969 ; Tsyркunov et al., 1989**). nous n'avons

trouvé aucun travail sur les propriétés de cytotoxicité de *Pelargonium graveolens* utilisant ce modèle d'étude.

De plus, Les extraits de polyphénols démontrent des propriétés anti-inflammatoires en raison de la présence de composés phénoliques et flavonoïdes reconnus pour leurs effets anti-inflammatoires. Ces résultats suggèrent que l'extrait de géranium rosat pourrait potentiellement être utilisé dans le traitement des maladies inflammatoires, offrant ainsi une alternative aux médicaments conventionnels.

Ce qui concerne l'activité anti-inflammatoire, nous n'avons trouvé aucun travail sur les propriétés anti-inflammatoires de *Pelargonium graveolens* utilisant ce modèle d'étude.

ACP (étude morphométrique + étude biochimique) :

L'analyse en composantes principales (ACP) des variables étudiées représentent 100% de l'information utilisée pour le traitement statistique.

On distingue la formation de quatre groupes de caractères. Ceci traduit une corrélation positive entre ces paramètres au niveau de chaque groupe

Le premier groupe comprend : la largeur de la feuille, la surface de la feuille, la longueur de la tige, la longueur de la feuille, centre vers longueur et les paramètres phytochimique (CAT et Flavonoïde)

Le deuxième groupe : polyphénol et DPPH

Le troisième groupe : la largeur du lobe et centre vers la largeur

Le quatrième groupe : Frapp

On observe qu'il existe une corrélation positive entre les groupes ainsi qu'entre les caractéristiques de chaque groupe.

Cela signifie qu'une augmentation ou une variation des données morphométriques est associée à une augmentation des paramètres phytochimiques, indiquant une relation bénéfique entre ces deux ensembles de données.

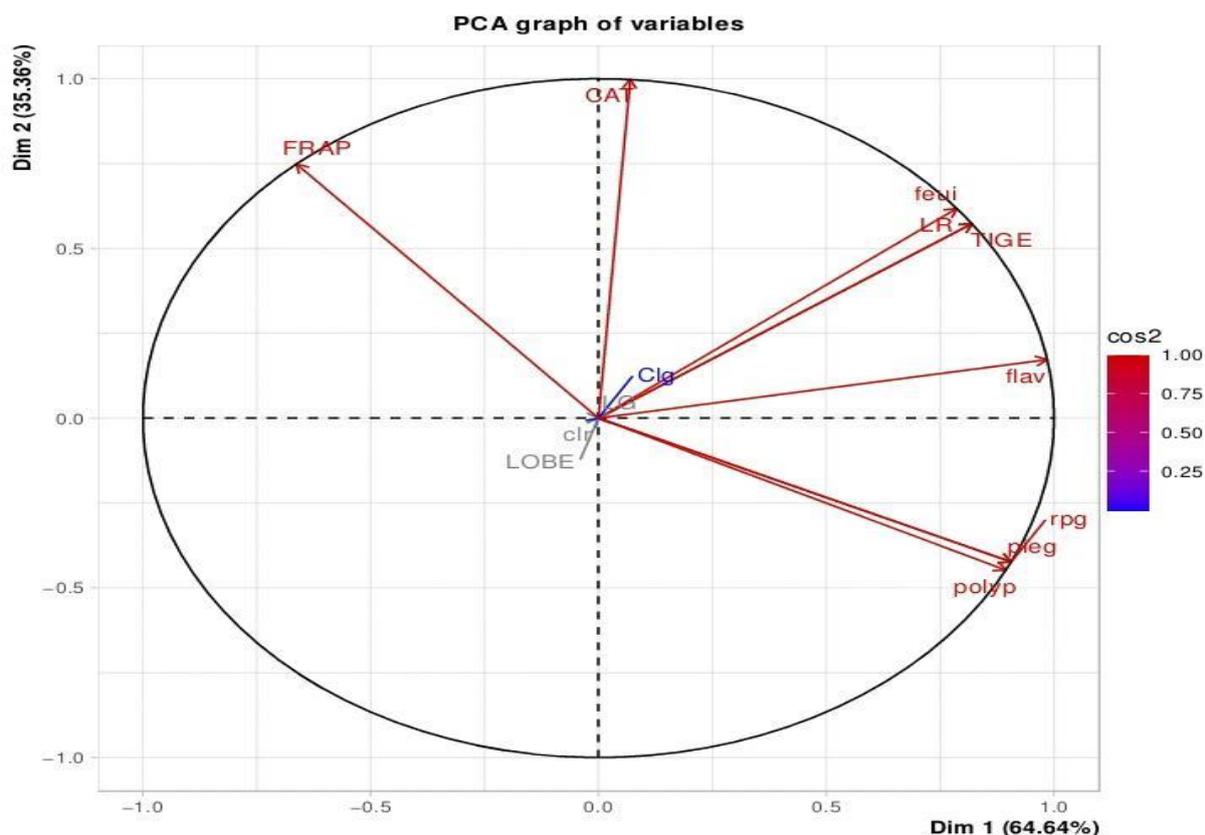


Figure 42 : Intégration des données morphométriques avec les paramètres biochimiques par L'analyse en composant principale (ACP)

Les résultats montrent une interconnexion significative entre les caractéristiques morphométriques et les paramètres phytochimiques, révélée par l'analyse en composantes principales (ACP). Quatre groupes distincts ont été identifiés : le premier regroupe des traits morphologiques (largeur, longueur de la feuille et de la tige) et des métabolites (CAT et flavonoïdes), suggérant que des feuilles plus larges favorisent la production de ces composés. Le deuxième groupe comprend les polyphénols et DPPH, indiquant un lien entre la richesse en polyphénols et le pouvoir antioxydant. Le troisième groupe, associé à la largeur du lobe, peut refléter des adaptations morphologiques spécifiques, tandis que le quatrième groupe met en avant la capacité réductrice (FRAP) comme un trait distinct.

Interprétation Génétique et Physiologique

D'un point de vue génétique, ces corrélations pourraient résulter de gènes pléiotropes

influençant plusieurs traits ou d'une sélection naturelle favorisant des génotypes qui optimisent à la fois la morphologie et la production de métabolites bioactifs. Physiologiquement, des traits morphologiques tels qu'une plus grande surface foliaire améliorent la photosynthèse, augmentant ainsi les précurseurs pour la biosynthèse de flavonoïdes et polyphénols, essentiels pour la défense contre les stress environnementaux. Cette intégration des traits morphologiques et biochimiques renforce les capacités d'adaptation de la plante et souligne l'importance de comprendre ces relations pour des applications en agriculture et en médecine

Conclusion

Ce travail a été consacré à l'identification et à la caractérisation de *Geranium rosat* (*Pelargonium graveolens*) dans la région de l'Ouest algérien, ce qui nous a permis de rassembler des données essentielles sur cette plante médicinale précieuse. Nous avons réalisé une caractérisation morphologique en nous basant sur 14 caractères, dont 7 qualitatifs et 7 quantitatifs, à partir de 150 échantillons collectés dans trois wilayas. Nos recherches ont confirmé la présence significative de *Pelargonium graveolens* denté dans les wilayas mentionnées. De plus Les activités biologiques de *pélargonium graveolens*, sont essentielles pour comprendre leur potentiel thérapeutique. Qui jouent un rôle crucial dans divers processus biologiques, tels que l'anti oxydation, l'anti-inflammation, cytotoxicité et d'autres effets bénéfiques sur la santé

La diversité phénotypique a été évaluée à l'aide de l'indice de diversité de Shannon-Weaver (H') à différents niveaux de plantes, et la moyenne de cet indice a révélé une valeur de 0,72. De plus, les résultats de l'analyse en composantes principales (ACP) et de la classification hiérarchique (CAH) ont mis en évidence une distinction claire dans les processus de regroupement. Par la suite Les extraits de *Pelargonium graveolens* ont été obtenus à partir des feuilles en utilisant la méthode de Soxhlet. Un rendement élevé de 20,30 % a été constaté dans la wilaya de Tlemcen, tandis qu'Oran et Sidi Bel Abbès ont affiché des rendements de 8,23 % et 8,34 %, respectivement. Les extraits ont ensuite été soumis à cinq tests phytochimiques pour analyser les composés présents, notamment les polyphénols, les flavonoïdes, ainsi que les tests DPPH, CAT et FRAP. Ces tests sont cruciaux pour évaluer les propriétés antioxydantes de la plante.

Nous avons ensuite évalué l'effet anti-inflammatoire in vivo en utilisant de la carraghénane. L'étude montre que l'extrait de *Pelargonium graveolens* a un effet anti-inflammatoire comparable à celui du biofenac, ce qui suggère qu'il pourrait servir de traitement alternatif pour l'inflammation. Ces similitudes laissent entrevoir que les composés actifs de cette plante pourraient offrir une option naturelle aux anti-inflammatoires non stéroïdiens, ouvrant de nouvelles perspectives dans ce domaine.

Nos perspectives d'avenir consistent à développer un produit qui fournira la matière première nécessaire à la fabrication de produits médicaux, alimentaires et cosmétiques. Ainsi, nous souhaitons valoriser la production nationale pour en assurer une exploitation durable.

Références bibliographiques

- **Adwas A.A., Elsayed A.S.I., Azab A.E., et al. (2019).** Oxidative stress and antioxidant mechanisms in human body. *J Appl Biotechnol Bioeng.*6 (1):43–47. Doi: 10.15406/jabb.2019.06.00173

- **Amra,B.(2020).** “Antioxydant Enzymes and théier Role in Preventing Cell Damage”. *Acta Scientific Nutritional Health*, 4.3: 01-07

- **Asgarpanah. J, Ramezanloo. (2015).** An overview of Phytopharmacology of Pelargonium graveolens. *Indian Journal of drĀĚŖŽnĀŭKnowledge* 14: 558-563.

- **Boukhatem, M.N., Saidi, F., Hamaidi, M.S., Hakim, Y., Mekarnia, M. (2011).** Culture et exploitation industrielle du géranium rosat (Pélargonium graveolens) en Algérie : état des lieux et perspectives. *Phytothérapie*9: 304–305.

- **El Ouadi, Y., Bendaif, H., Mrabti, H., Elmsellem1,H.,Kadmi, Y., Shariati, M.A., Abdel-Rahman, I. Hammouti1, B., Bouyanzer,A.(2017).**Antioxydant activity of phenols and flavonoids contents of aqueous extract of pelargonium graviolens origin in the north-east morocco. *Journal Microbiol Biotech Food Sci* .6.5.1218-1220

- FORNET. N.(2016).** Le GÉRANIUM ROSAT BOURBON. Mémoire de fin d'études
«Conseil en aromathérapie» HIPPOCRATUS. Île de La Réunion
- Favier, A. (2003). Le stress oxydant. *L'actualité chimique*, 108(10), 863-832

- **Ghedira, K., & Goetz, P. (2015).** Géranium rosat : Pélargonium graveolens L'Her. (Géraniaceae). *Phytothérapie*, 13(3), 197–201. doi:10.1007/s10298-015-0955-x

- **Haida, Z., & Hakiman, M. (2019).** A comprehensive review on the determination of enzymatic assay and no enzymatic antioxidant activities. *Food Science & Nutrition*. doi:10.1002/fsn3.1012

- **Miller, M.(2002)**. Géranium and Pelargonium. The taxonomy of Geranium species and cultivars, their origins and growth in the wild (Ed) Taylor&Francis. South Bank University, London, UK, 49-79
- Oladeji, O. (2016)**. The Characteristics and roles of medicinal plants: Some important medicinal plants in Nigeria. *Nat Prod Ind J*, 12(3), 102
- Peyron, L. (2013)**. Histoire du « Géranium rosat pour parfumerie » dans le pays de Grasse. Association historique du pays de Grasse. France. Vol. 6, pp.5-15.
- **Pradeepa, M., Kalidas, V., Geetha, N. (2016)**. Qualitative and quantitative phytochemical analyses and bactericidal activity of pelargonium graveolens l’her. *International Journal of Applied Pharmaceutics*. Vol. 8, Issue. 3, pp. 7-11
- **Penchev, P.I., (2010)**. Étude des procédés d’extraction et de purification de produits bioactifs à partir de plantes par couplage de techniques séparatives à basses et hautes pressions, Thèse de doctorat, l’université de Toulouse : 129-130
- Saraswathi, J., Venkatesh,K.,Baburao,N.,Hill,M.H.,Roja,R.A.,etal.(2011)**.Phytopharmacological importance of Pelargonium species. *Journal of Medicinal Plants Research* 5: 2587-2598
- Shaheen S, Yamin B, Hussain M, et al (2017)** A review on Geranium wallichianum D-Don ex-sweet: an endangered medicinal herb from Himalaya Region. *Med Aromat Plants (Los Angeles)* 6:288. doi:10.4172/2167-0412.1000288
- **Sharifi-Rad, M., Anil Kumar, N. V., Zucca, P., Varoni, E. M., Dini, L., Panzarini, E., ... & Sharifi-Rad, J. (2020)**. Lifestyle, oxidative stress, and antioxidants: Back and forth in the pathophysiology of chronic diseases. *Frontiers in physiology*, 11, 694

- **Teixeira, B., Marque, A., Ramos, C., Batista, I., Serrano, C., Matos, O., Neng, N R ; Nogueira, J M F ; Saraiva, J A et Nunes, M L . 2012.** Chemical composition of essential oil and antioxidant and antimicrobial properties of extracts and essential oil. *Industrial Crops and Products*, Vol 7 n° 36, p. 81-87.

Résumé

La *pélargonium graveolens*, également connue sous le nom de géranium rosat, originaire d'Afrique du Sud, est une plante aromatique appartenant à la famille des Géraniacées. Elle est largement cultivée pour ses feuilles parfumées. Une plante largement étudiée pour ses propriétés médicinales. Notamment ses effets anti-inflammatoires et ses composés bioactifs. Notre projet de recherche porte sur la caractérisation du géranium Rosat et ses activités biologiques telles que les antioxydants, les anti-inflammatoires et la cytotoxicité dans trois wilayas.

nous voulions examiner et comparer les trois régions (Tlemcen, Sidi Bel Abbés et Oran) en utilisant divers tests statistiques tels que l'analyse en composantes principales (ACP), et l'ANOVA. Nous avons effectué ces analyses à l'aide du logiciel SPSS pour obtenir des informations significatives sur les différences entre ces régions, avec 150 échantillons. Les extraits de *pélargonium graveolens* ont été préparés à partir des feuilles en utilisant la méthode de Soxhlet. On a observé un rendement élevé à la wilaya de Tlemcen avec 20 %, comparé à Oran avec 8 % et SBA avec 9 %. Les extraits ont été testés Par 5 différents tests phytochimiques pour analyser les composés présents, polyphénols, les flavonoïdes, le DPPH, CAT et FRAP. Ces tests sont essentiels pour évaluer les propriétés antioxydantes d'une plante Les polyphénols et les flavonoïdes sont des composés connus pour leurs effets antioxydants, tandis que le DPPH, CAT et FRAP sont des tests couramment utilisés pour mesurer l'activité antioxydante des extraits de plantes.

Ensuite Nous allons observer l'effet anti-inflammatoire in vivo en utilisant la carraghénane. En somme, *le pélargonium graveolens* constitue une source importante de composés bioactifs, présentant un potentiel thérapeutique notable. Son intégration dans la conception de nouveaux médicaments ou suppléments alimentaires pourrait fournir des solutions novatrices pour le traitement et la prévention de diverses maladies, tout en enrichissant les perspectives en médecine naturelle et en pharmacologie.

Abstract :

Pelargonium graveolens, also known as geranium rosat, is a fragrant plant native to South Africa, belonging to the Geraniaceae family. It is widely cultivated for its aromatic leaves and has been extensively studied for its medicinal properties, particularly its anti-inflammatory effects and bioactive compounds.

Our research project focuses on the characterization of geranium rosat and its biological activities, such as antioxidant, anti-inflammatory, and cytotoxic effects, in three regions. We aimed to examine and compare the three areas (Tlemcen, Sidi Bel Abbès, and Oran) using various statistical tests such as Principal Component Analysis (PCA) and ANOVA. We conducted these analyses using SPSS software to obtain meaningful insights into the differences among these regions, with 150 samples.

The extracts of Pelargonium graveolens were prepared from the leaves using the Soxhlet method. A high yield of 20% was observed in the wilaya of Tlemcen, compared to 8% in Oran and 9% in Sidi Bel Abbès. The extracts were tested using five different phytochemical tests to analyze the present compounds, including polyphenols, flavonoids, DPPH, CAT, and FRAP. These tests are essential for assessing the antioxidant properties of a plant.

Polyphenols and flavonoids are compounds known for their antioxidant effects, while DPPH, CAT, and FRAP are commonly used tests to measure the antioxidant activity of plant extracts.

Next, we will observe the in vivo anti-inflammatory effect using carrageenan.

In summary, Pelargonium graveolens represents an important source of bioactive compounds, showing notable therapeutic potential. Its integration into the design of new medications or dietary supplements could provide innovative solutions for the treatment and prevention of various diseases while enriching perspectives in natural medicine and pharmacology.

ملخص

بيلارجونيوم غرافيو لينز، المعروف أيضًا باسم الجيرانيوم الوردية، هو نبات عطري موطنه جنوب أفريقيا، وينتمي إلى عائلة الجيرانيات. يُزرع على نطاق واسع لأوراقه العطرية. وهو نبات تم دراسته بشكل واسع لخصائصه الطبية، لا سيما تأثيراته المضادة للالتهابات ومكوناته النشطة بيولوجيًا.

يتركز مشروعنا البحثي على توصيف الجيرانيوم الوردية وأنشطته البيولوجية مثل مضادات الأكسدة، والمضادات الالتهابية، والسُممية الخلوية في ثلاث ولايات. أردنا فحص ومقارنة المناطق الثلاث (تلمسان، سيدي بلعباس، وهران) باستخدام اختبارات إحصائية متنوعة مثل التحليل في المكونات الرئيسية (ANOVA) (ACP). قمنا بإجراء هذه التحليلات باستخدام برنامج SPSS للحصول على معلومات ذات دلالة حول الفروقات بين هذه المناطق، مع 150 عينة.

تم إعداد مستخلصات بيلارجونيوم غرافيو لينز من الأوراق باستخدام طريقة سوكلت. تم ملاحظة عائد مرتفع في ولاية تلمسان بنسبة 20%، مقارنةً بعمان بنسبة 8% وسيدي بلعباس بنسبة 9%. تم اختبار المستخلصات من خلال خمسة اختبارات

فيتوكيميائية مختلفة لتحليل المركبات الموجودة، بما في ذلك البوليفينولات، الفلافونويدات، CAT، DPPH، وFRAP. هذه الاختبارات ضرورية لتقييم الخصائص المضادة للأكسدة للنبات.

البوليفينولات والفلافونويدات هي مركبات معروفة بتأثيراتها المضادة للأكسدة، بينما تعتبر اختبارات CAT، DPPH، وFRAP اختبارات شائعة الاستخدام لقياس النشاط المضاد للأكسدة لمستخلصات النباتات.

بعد ذلك، سلاحظ التأثير المضاد للالتهابات في الجسم الحي باستخدام الكاراجينان.

في الختام، يشكل بيلارجونيوم غرافبولينز مصدرًا مهمًا للمركبات النشطة بيولوجيًا، مع إمكانات علاجية ملحوظة. يمكن أن يوفر دمجها في تصميم أدوية جديدة أو مكملات غذائية حلولًا مبتكرة لعلاج والوقاية من مختلف الأمراض، بينما يعزز الأفاق في الطب الطبيعي وعلم الأدوية