

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA



FACULTE DES SCIENCES

DEPARTEMENT DE MICROBIOLOGIE & BIOCHIMIE

N°:

DOMAINE : SCINCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

FILIERE : SCIENCE BIOLOGIQUE

OPTION : MICROBIOLOGIE APPLIQUEE

Mémoire présenté pour l'obtention

Du diplôme de Master Académique

Par: Bakri Aida nor El houda

Dahdouh Taous

Ben aicha Hind

Intitulé

**L'évaluation de l'activité biologique (antibactérienne
antioxydant) de l'écorce de pin maritime
(Pinus pinaster)**

Soutenu devant le jury composé de :

Dr. Abdallah Rahali	Université Mohamed Boudiaf M'sila	Président
Dr. Samir Medjekel	Université Mohamed Boudiaf M'sila	Rapporteur
Dr. Mouloud Ghadbane	Université Mohamed Boudiaf M'sila	Examineur

Année universitaire : 2023 /2024

Dédicace

*Je tiens à exprimer ma gratitude envers les personnes suivantes, en commençant par
mes parents :*

*À ma chère mère, qui est le pilier de ma vie, celle qui m'a nourri d'amour et d'espoir, la
source de tendresse. Elle n'a jamais cessé de me soutenir et de m'encourager par ses prières
et ses sacrifices. Elle m'a toujours poussé et motivé dans mes études. Sans elle, je n'aurais
certainement pas poursuivi mes études supérieures. Je t'aime, maman, et je t'adore
énormément. Que Dieu te protège et t'accorde la santé, le bonheur et une longue vie.*

*À mon père, qui a été un soutien constant dans ma vie. Tes conseils et ton soutien
inconditionnel ont été précieux pour moi. Je te suis reconnaissant pour ta présence et ton
amour. Que Dieu te comble de bénédictions.*

*À mes frères, qui ont partagé avec moi cette belle aventure de la vie. Votre amour et votre
soutien ont été essentiels pour moi. Je vous aime du plus profond de mon cœur et je souhaite
que notre lien familial reste fort et uni. Que Dieu veille sur vous.*

*À mes amis proches, qui ont toujours été là pour moi, qui ont partagé mes joies et mes peines,
et qui m'ont encouragé à persévérer. Votre amitié est un trésor inestimable. Je vous suis
reconnaissant pour votre soutien et je vous souhaite une vie remplie de succès, de santé et de
bonheur. Que Dieu vous protège, mes amis chers.*

AIDA

Dédicace

A Mon père slimane et à ma mère salima

A la lumière de mes yeux, l'ombre de mes pas et le bonheur de ma vie ma mère qui m'a apporté son appui durant toutes mes années d'étude, pour son sacrifice et soutien qui m'ont donné confiance, courage et sécurité.

A mon cher père, pour vous exprimer toute ma reconnaissance. Votre souci a toujours été de satisfaire vos enfants et de ne pas rester indifférent à leurs multiples préoccupations.

Vos conseils, votre courage et votre rigueur ont été pour moi d'un soutien inestimable tout au long de mes études. Trouvez ici l'expression de toute ma considération pour vos multiples actes de générosités.

Je prie DIEU le tout puissant vous accordez longue vie afin de goûter aux fruits de ce travail qui est le vôtre.

Je t'aime papa, Je t'aime maman.

A mes frères et sœurs : Soumia, aboud, afaf, hamoudi, Amina, Houda, hamza, Lina .

Merci de m'avoir soutenu et témoigné votre affection durant tout ce temps. J'ai toujours pu compter sur vous quel que soit le moment. Restons unis et soyons à la hauteur de nos parents.

Que DIEU vous bénisse.

A tous les ami(e)s qui m'ont soutenu de près ou de loin

Hind

Dédicace

C'est avec l'aide et la grâce d'ALLAH que j'ai achevé ce modeste travail que je dédie :

À mes parents, pour leurs encouragements et toute l'aide qu'ils m'ont apportée durant mes études.

À mes adorables frères : fares Oussama

À mes collègues aida et hind pour leur patience et leur compréhension tout au long de ce projet.

À mes amis et tous mes collègues de travail : hassiba Zineb Hayat et Fouzia et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

TAWES

Remerciement

Chers tous,

Au nom d'Allah le clément le miséricordieux

*Nous tenons à remercier Allah le tout puissant de nous avoir
accorder la force, le courage et la patience pour réaliser ce
modeste travail*

*Nous tenons à remercier notre promoteur Monsieur samir medjekal pour son accueil et ses
conseils.*

*Nous remerciments les plus sincères s'adressent également à
Monsieur Abdallah Rahali d'avoir accepter de présider le jury,
ainsi que Monsieur Mouloud Ghadbane de nous fait l'honneur
d'examiner notre travail.*

*Finalement, on est profondément reconnaissantes à toute
personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de
notre travail.*

SOMMAIRE

Contents

Résumé	i
Liste des abréviations	ii
Liste des figures	iii
Liste des tableaux	iv
INTRODUCTION	1
1 Plantes médicinales	3
1.1 Définitions :	3
1.2 Composition des plantes médicinales	3
1.2.1. Les alcaloïdes	3
1.2.2. Les terpènes	3
1.2.3. Les tanins	4
1.2.4. Les composés phénoliques	4
1.3 Intérêt de l'étude des plantes médicinales	4
2 Plantes étudiées Pin maritime (<i>Pinus pinaster</i>)	4
2.1 .Description botanique	4
2.1.1 Allure générale et longévité	5
2.1.2 Écorce	5
2.1.3 Feuilles	6
2.1.4 Fleurs	7
2.1.5 Fruits	7
2.1.6 Les aiguilles	7
2.2 Origine et répartition	7
2.3 Systématique et nomenclature	9
2.4 Habitat et écologie de la plante	10

2.5	Utilisation	10
2.6	Composition chimique	10
2.6.1	Flavonoïdes	11
2.6.2	Les huiles essentielles	11
2.6.3	Les principaux composants d'HE du pinus	11
3	Mode d'emploi des plantes médicinales	13
3.1	Infusion:	13
3.2	Décoction :	13
3.3	Macération :	14
3.4	Les poudres :	14
3.5	Les cataplasmes de plantes médicinales :	15
		15
4	Les activités biologiques des plantes médicinales	15
4.1	Activité anti inflammatoire	15
4.2	Activité antimicrobienne	17
4.3	Activité anticancéreuse	18
4.4	Activité cicatrisante	20
4.5	Activité antioxydante	22
5	Évaluation de l'activité biologique	27
5.1	Évaluation de l'activité antimicrobienne	27
5.2	Évaluation de l'activité antioxydante	28
5.3	Évaluation Activité antivirale	29
5.4	Évaluation Activités anti-inflammatoire	30
	CONCLUSION	32
	Références bibliographique	33

ملخص

العلاج بالنباتات هو تخصص يتطور باستمرار يعتمد على النباتات الطبية، وهي مصدر لا ينضب من المواد النشطة بيولوجيًا. في هذه الأيام، عادت العلاجات الطبيعية إلى رواج كبير. تهدف تقنيات العلاج بالنباتات إلى الوقاية من الأمراض أو علاجها وتستخدم العديد من النباتات في جميع أنحاء العالم بسبب نطاقها وفوائدها وفعاليتها بفضل خصائصها البيولوجية المتعددة (مضادات الالتهابات، ومضادات الأكسدة، ومضادات الميكروبات، وما إلى ذلك). (والمركبات الفينولية الموجودة في مستخلص لحاء الصنوبر الصنوبري هي الكاتيكين والتاكسييفولين والأحماض الفينولية. وقد اجتذبت الأنشطة المضادة للالتهابات، والمضادة للبكتيريا، والمضادة للالتهابات، والمضادة للأكسدة لهذه المركبات اهتمامًا كبيرًا. وقد خصصنا أطروحتنا لتحليل أربعة تأثيرات بيولوجية يبحث عنها العلماء لقوتها وخصائصها البيولوجية على الإنسان، وهي: التأثيرات المضادة للأكسدة ومضادات الالتهاب ومضادات الميكروبات والفيروسات لمركب الصنوبر الصنوبري

الكلمات الرئيسية: الصنوبر الصنوبري الصنوبري، النشاط المضاد للميكروبات، النشاط المضاد للأكسدة، المركبات . الفينولية

Abstract

Phytotherapy is a constantly evolving discipline based on medicinal plants, an inexhaustible source of biologically active substances. These days, natural treatments are back in vogue.

Phytotherapy techniques aim to prevent or cure ailments.

Many plants are used throughout the world for their scope, benefits and efficacy, thanks to their multiple biological properties (anti-inflammatory, antioxidant, antimicrobial, etc.).

The phenolic compounds present in *Pinus pinaster* bark extract are catechins, taxifolin and phenolic acids. The anti-inflammatory, antibacterial, anti-inflammatory and antioxidant activities of these compounds have attracted considerable attention.

Our dissertation is devoted to the analysis of four biological effects sought by scientists for their power and biological properties on humans: antioxidant, anti-inflammatory, anti-microbial and antiviral effects of *Pinus pinaster*.

Key words: *Pinus pinaster*, antimicrobial activity, antioxidant activity, Phenolic compounds

Résumé

La phytothérapie est une discipline en constante évolution qui repose sur les plantes médicinales, une source inépuisable de substances biologiquement actives. De nos jours, les traitements naturels sont de nouveau en vogue.

Techniques de phytothérapie visant à prévenir ou à guérir des affections.

Plusieurs plantes sont employées à travers le monde en raison de leur portée, de leurs bienfaits et de leur efficacité grâce à leurs multiples propriétés biologiques (anti-inflammatoire, antioxydant, antimicrobienne, etc.).

Les composés phénoliques présents dans l'extrait d'écorce de *Pinus pinaster* sont les catéchines, la taxifoline et les acides phénoliques. Les activités anti-inflammatoires, antibactérienne, s, anti-inflammatoire et antioxydantes de ces composés ont suscité une grande attention.

Notre mémoire a été consacré à l'analyse de quatre effets biologiques recherchés par les scientifiques pour leur pouvoir et propriétés biologique sur l'hommes à savoir : antioxydant, anti inflammatoire, anti microbien, antivirale de le pin maritime (*pinaster*) .

Mots-clés : *Pinus pinaster*, activité antimicrobienne, activité antioxydante, Les composés phénoliques.

Liste des abréviations

AGPI : acides gras polyinsaturés

ARN : Acide ribose Nucléaire

Cm : centimètre

DPPH 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl.

E.coli : Escherichia coli

IPP : isopentényl diphosphate

PBE : Extrait d'écorce de pinus pinaster

Ph : potentiel hydrogène

PP : pinus pinaster

PYC : Pycnogenol

R : Radical

S.aureus : Staphylococcus aureus

V : volume

VIH : virus de l'immunodéficience humaine

Liste des figures

FIGURE1 :COMPOSÉE ISOPRÈNE	3
FIGURE 2:L'ARBE DE PIN MARITIME	5
FIGURE 3:ÉCORCE DE PIN MARITIME	5
FIGURE 4:LES FEUILLES DE PIN MARITIME	6
FIGURE 5: LES FLEURS DE PIN MARITIME.....	7
FIGURE 6:LES FRUITS DE PIN MARITIME	7
FIGURE 7:DISTRIBUTION DE PIN MARITIME (PINASTER) EN EUROPE ET EN AFRIQUE DU NORD	8
FIGURE 8: LES PRINCIPAUX FLAVONOÏDES DU P. PINASTER	11
FIGURE 9: LES PRINCIPAUX COMPOSANTS D'HE DU PIN MARITIME	11
FIGURE 10:INFUSION DE PLANTE	13
FIGURE 11: DÉCOCTION DES PLANTES	13
FIGURE 12: MACERATION DE TANASIE (TANACETUM VULGARE).....	14
FIGURE 13:DIVERES POUDRES DES PLANTES	14
FIGURE 14:LE CATAPLASME DE PLANTES MEDICINALES.....	15
FIGURE 15:MELALEUCA ALTERNIFOLI	18
FIGURE 16:LE THYMUS VULGARIS	18
FIGURE 17:PREMNA INTERGRIFOLIA.....	18

Liste des tableaux

TABLE 1: RÉPARTITION DE PINUS PINASTER DANS LE MONDE (SEIGUE, 1985 ; ALAOUÏ ET AL.,.....	8
TABLE 2: LA CLASSIFICATION SYSTÉMATIQUE DU PIN MARITIME (PINUS PINASTER) (D'APRÈS FARJON, 1984)	9
TABLE 3: QUELQUES EXEMPLES DE PLANTES MÉDICINALES DOUÉES D'ACTIVITÉS ANI-INFLAMATOIRE (BARNES, 1998).	16
TABLE 4: QUELQUES PLANTES MÉDICINALES CICATRISANTES	21
TABLE 5: QUELQUES PLANTES A ACTIVITÉ ANTIOXYDANTES (KEÏTA, 2002) :	24
TABLE 6: EXEMPLES DE PLANTES MÉDICINALES DOUÉES D'ACTIVITÉ ANTIOXYDANTES (RECHED, 2009)	25

INTRODUCTION

INTRODUCTION

Depuis l'apparition de la vie sur Terre, les plantes ont joué un rôle de premier plan dans l'évolution des sociétés humaines. Selon Daaboul (2004), le végétal est essentiel pour la survie de l'être humain. La diffusion des connaissances des plantes médicinales de la Chine et de l'Inde vers les côtes occidentales de l'Afrique et de l'Espagne a été mise en œuvre par le monde arabe. Les ethnobotanistes musulmans ont été parmi les pionniers (Malu et al., 1982). Le développement de la chimie analytique au VIII^{ème} siècle a permis de connaître et d'isoler les principes actifs des plantes, ce qui a donné naissance à ce que l'on appelle aujourd'hui la chimie des produits naturels médicinaux, qui repose sur une base scientifique (Ghyath, 1999).

Aujourd'hui, cette médecine à base de plantes est de plus en plus intéressée, grâce aux recherches scientifiques fondées sur les méthodes analytiques et les nouvelles expérimentations, que le monde médical commence à prendre conscience de la validité des prescriptions empiriques des plantes médicinales (Lahsissene et al., 2009). L'ethnobotanique est une des disciplines scientifiques qui s'intéressent à la phytothérapie traditionnelle, car elle permet de transformer le savoir-faire populaire en savoir scientifique. Chaque culture possède son propre passé d'utilisation des plantes médicinales pour soigner les affections. La tradition d'utiliser des plantes médicinales en Algérie remonte à plus d'un millénaire. Les dernières recherches sur les plantes médicinales algériennes sont présentées dans les livres de Bloued et Baba Aissa (Bloued, 1998 ; Baba Aissa, 1999).

En raison de son emplacement géographique spécifique et de ses conditions climatiques très variées, l'Algérie possède une végétation abondante et diversifiée. Selon Gaussen et Leroy (1982), il existe plus de 3000 espèces de plantes, dont 15% sont endémiques, qui font partie de différentes familles botaniques. Les plantes médicinales constituent une excellente source de produits naturels qui peuvent agir comme des antimicrobiens, des antidiabétiques, des anti-Alzheimer et des immunostimulants. Ceci est dû à leur abondance de métabolites secondaires tels que les terpènes, les alcaloïdes et les composés phénoliques disponibles. Ainsi, les antioxydants naturels présents dans les plantes peuvent être bénéfiques pour prévenir diverses maladies, et leur utilisation a été inversement liée à la morbidité et à la mortalité causée par les troubles dégénératifs (Baba et Malik, 2015).

Les espèces de Pin ont été reconnues comme des remèdes efficaces pour traiter les ulcères, l'hypertension, la toux, les maux de gorge, l'eczéma et les brûlures (Villar et al., 1987 ; Ali-Shtayeh et al., 2000 ; Rohdewald, 2002 et Gardeli et al., 2008). De nombreuses études ont démontré que cette plante est riche en molécules bioactives. Cette espèce de plante algérienne est

utilisée en médecine traditionnelle. Le criblage phytochimique a montré que cette plante contient des flavonoïdes, des stérols et terpènes, des tanins des coumarines et des alcaloïdes. L'objectif de ce travail est donc de réaliser une étude comparative de l'activité biologique (antioxydante, antibactérienne et antifongique) des différents extraits de l'écorce de pin maritime (*Pinus pinaster*).

Partie bibliographique

Chapitre 1 : Généralités sur le pin maritime

1 Plantes médicinales

1.1 Définitions :

Selon Schauenberg et Paris (2006), une plante médicinale, officinale ou herbe médicale désigne toute plante qui contient un ou plusieurs principes actifs qui peuvent prévenir, soulager ou guérir des maladies. D'après des recherches sur les plantes, plus de 1200 plantes sont utilisées dans la médecine traditionnelle pour leurs propriétés biologiques (Bisht et al., 2010).

1.2 Composition des plantes médicinales

1.2.1. Les alcaloïdes

Les alcaloïdes sont des composés organiques, souvent végétaux, hétérocycliques, azotés, basiques, qui sont soumis à une réaction de précipitation avec certains réactifs (connus sous le nom de « réactifs généraux des alcaloïdes ») et qui ont des caractéristiques physiologiques marquées. Tous les deux ont une "ine" à la fin. Les alcaloïdes proviennent essentiellement des plantes à fleurs, mais ils sont également présents chez quelques animaux tels que les fourmis, les grenouilles et les coccinelles. Il s'agit de produits de diverses voies de biosynthèse, principalement des acides aminés tels que la lysine, l'ornithine, la tyrosine et le tryptophane, qui sont conservés dans les plantes (Lagab et Chami, 2021).

1.2.2. Les terpènes

Les terpènes appartiennent à la catégorie des hydrocarbures cycliques ou à chaîne ouverte. Il s'agit de produits naturels largement reconnus dans le monde des plantes. Ils se distinguent principalement par la présence dans leur squelette d'un assemblage d'un nombre entier d'unités ramifiées à cinq carbones, connues sous le nom d'unités isoprène, dérivées du 2-méthylbutadiène (Paris et Moxse, 1965), à 5 atomes de carbone (C₅H₈) Wallach en 1887. Le concept de « règle de l'isoprène » élaboré par Ruzicka en 1953 (Lamarti et al., 1994) repose sur cet isoprène. Dans cette règle, l'isopentényl diphosphate (IPP), également connu sous le nom d'isoprène réactif, est considéré comme la molécule de terpène précurseur

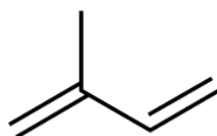


Figure1 :composée isoprène

1.2.3. Les tanins

Selon Chung et ses collègues (1998), les tanins sont des substances phénoliques solubles dans l'eau avec un poids moléculaire variant de 500 à 3000. Ils ont la capacité de précipiter la gélatine et d'autres protéines, et sont colorés par des sels de fer.

Ils peuvent s'associer à des macromolécules (protéines, etc.) et établir des liens entre les fibres de collagène. Leur composition chimique varie considérablement, mais elles sont toujours composées d'un groupe polyphénolique ; il y a deux catégories de tanins d'origines biosynthétiques distinctes : les tanins hydrolysables et les tanins condensés (Paolini et al., 2003).

1.2.4. Les composés phénoliques

Les composés phénoliques sont des métabolites secondaires qui se trouvent dans toutes les parties des végétaux supérieurs : la racine, les tiges, les feuilles, les fruits et les fleurs (Bruneton J, 2015). Les flavonoïdes, les tanins et les anthocyanes sont les principales catégories de polyphénols présents chez l'*atractylis gummifera* (Khadhri A, 2013).

1.3 Intérêt de l'étude des plantes médicinales

La majorité des espèces végétales renferment des composés qui peuvent influencer l'organisme humain et animal, offrant ainsi des bénéfices inconnus dans les médicaments (Nelly, 2013). Grâce aux avancées technologiques et aux connaissances traditionnelles, 25% des médicaments modernes proviennent de plantes médicinales (El Hilah et al., 2015).

Selon Nelly (2013), toutes les parties de la plante ont des propriétés thérapeutiques, ce qui permet d'utiliser la plante entière ou une seule partie (feuilles, fruits, fleurs, écorce...).

2 Plantes étudiées Pin maritime (*Pinus pinaster*)

2.1 .Description botanique

Le pin maritime (*Pinus pinaster*) est appelé pin des Landes, pin de Bordeaux, pin à trochets ou pin du Maine. Il appartient au genre Pinacées. Il s'agit d'un conifère. Il s'agit d'un arbre pouvant atteindre une hauteur de 30 mètres, qui atteint sa maturité vers 40 ou 50 ans et survit jusqu'à 500 ans (Jean-Claude et al , 2008).



Figure 2:l'arbe de pin maritime (celhay, 2013)

2.1.1 Allure générale et longévité

Selon Farontier (1984) et Alissar (2006), le pin maritime est une espèce monoïque (fleurs mâles et femelles simultanément), sempervirente (toujours verte), à longévité moyenne (entre 45 et 60 ans), même si elle peut atteindre environ 2 siècles. Il se développe rapidement et peut atteindre, à l'âge adulte, une hauteur de 20 à 35 mètres et une largeur de 10 m.

2.1.2 Écorce

Initialement d'un gris brun-roux et lisse, il devient rapidement épais et fissuré. Selon Alisar (2006), Maimoona et al. (2011) et Tassin (2012).

Figure 3:écorce de pin maritime



2.1.3 Feuilles

Aiguilles rectilignes, épaisses (2 mm) et longues (10-20 cm), d'un vert grisâtre, rigides et peu incisives. Elles sont présentes en groupe de deux. Selon Chagné (2004) et Mahdjoub Araïbi et Kherafa (2019).



Figure 4:les feuilles de pin maritime

2.1.4 Fleurs

Les fleurs mâles sont des chatons ovoïdes allongés, jaunes, amassés ; les femelles sont des petits chatons rougeâtres, regroupés par 2 ou 3.



Figure 5: les fleurs de pin maritime

2.1.5 Fruits

Il s'agit de cônes brun roux, allongés à l'état fermé, très gros (10 à 18 cm) de long et souvent regroupés par 2 ou 3 (Costa et al, 2005; Mahdjoub Araïbi et Kherafa, 2019).



Figure 6: les fruits de pin maritime (Alaoui et al 2011)

2.1.6 Les aiguilles

Ses aiguilles sont épaisses, rigides, de 10 à 20 cm de long, géminées, souvent contournées, d'un vert blanchâtre.

2.2 Origine et répartition

Le Pin maritime (*Pinus pinaster*) se rencontre dans la région méditerranéenne occidentale, y compris la France et l'Italie, dans la zone atlantique du sud-ouest européen, y compris l'Espagne et le Portugal, et plus rarement dans quelques pays d'Afrique du Nord (région de Bône en Algérie et dans le Moyen Atlas au Maroc). (Gendrault, 2004 ; Costa et al, 2005 ; Chupin et al, 2013). Selon Morel, 2014, cette espèce est particulièrement adaptée aux conditions variables (sols sableux acides et pauvres, etc.) et au climat maritime. Le pin maritime a besoin

d'une humidité légère et d'une lumière intense (héliophile). Il résiste à la sécheresse, mais il demeure extrêmement vulnérable aux fortes gelées (Kadri et al, 2015).

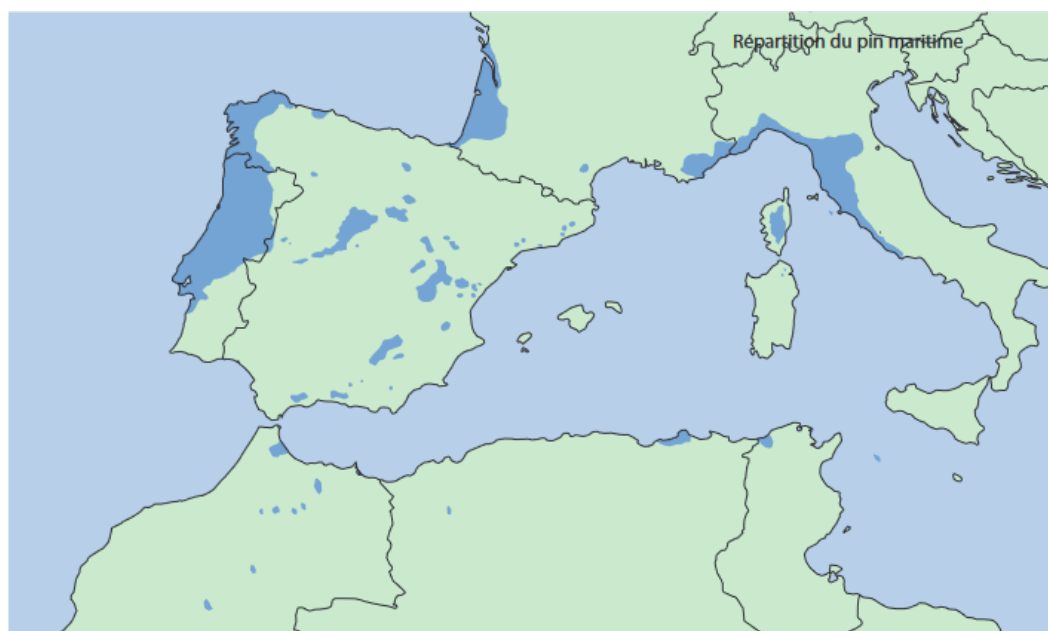


Figure 7:Distribution de pin maritime (pinaster) en Europe et en Afrique du nord

(Bettayeb, 2010 ; LARBI, 2015).

Table 1:Répartition de pinus pinaster dans le monde (Seigue, 1985 ; Alaoui et al., 2011)

Pays			Superficie occupé
Europe	Domaine atlantique	Portugal	1 300 000 ha
		Espagne	1 260 000 ha
		France	1 000 000 ha
	Domaine méditerranéen	Sud-est de laFrance	145 000 ha
Afrique		Maroc	14 000 ha
		Algérie	12 000 ha
		Tunisie	2 000 ha

2.3 Systématique et nomenclature

Pinus est le genre le plus riche de tous les genres du groupe des conifères. On divise le sous-genre des *Pinus* (*Diploxylon*) en sections et sous-sections. Le pin maritime (*Pinus Pinaster Ait.*) , occupe la position systématique suivante dans la classification actuelle (Farjon, 1984).

Table 2:La classification systématique du pin maritime (pinus pinaster)
(d'après Farjon, 1984)

Règne	<i>Plantae</i>
Embranchement	<i>Spermaphytes(phanérogames)</i>
Sous-embranchement	<i>Gymnospermes</i>
Ordre	<i>Pinale</i>
Famille	<i>Pinaceae</i>
Genre	<i>Pinus</i>
Espèce	<i>Pinuspinaster</i>

Selon Kahlouche-Riachi, (2014), le pin maritime présente la nomenclature suivante:

Nom scientifique :*Pinus pinaster*.

Nom Français : Pin maritime.

Nom Arabe : Sanawbar bahriالصنوبر البحري.

Nom Anglais : Maritime pine.

2.4 Habitat et écologie de la plante

Originaire de l'Europe méridionale (Pauly et al, 1973), il est très répandu au sud de la côte atlantique, dans les Landes, la Charente, la Sologne et la côte méditerranéenne. Il se rencontre en France dans le massif forestier des Landes de Gascogne (massif landais du Sud-Ouest).

Il se rencontre également en Afrique du Sud où il est largement cultivé. En Afrique, la répartition du pin maritime est restreinte à l'Afrique du Nord et se présente de la manière suivante : en Algérie, il se rencontre sur le littoral constantinois, le Tell oriental et le littoral kabyle. Selon Amiouche et Rakem (2017), les plus beaux peuplements se trouvent à Collo et à Jijel, car les pinus sont généralement inclus dans la richesse floristique en raison de la nature du climat et du sol (Lucienne A, 2010). Selon Kadri et al. (2015), le Pin maritime convient parfaitement aux climats maritimes très tempérés, avec une température douce et régulière. Cependant, il nécessite une légère humidité de l'air. Cependant, il est sensible à la sécheresse estivale, aux froids prolongés et aux gelées intenses (Alissar, 2006).

2.5 Utilisation

Les Pinus sont employés dans la médecine traditionnelle algérienne, que ce soit en tant que tisane, décoction ou inhalation, car ils sont généralement recommandés comme antiseptique pour toutes les infections respiratoires, les infections urinaires et les calculs biliaires. Effectif contre les maladies pulmonaires telles que la grippe, la sinusite et les rhumatismes. La consommation d'extraits d'écorces de pin maritime est riche en flavonoïdes et en proanthocyanidines. Ces extraits ont une fonction antioxydante. Selon Celhay (2013). L'extrait d'écorce de pin a été employé par des laboratoires pharmaceutiques dans la production de produits cosmétiques contenant des polyphénols à propriétés antioxydantes et anti-inflammatoires, afin de combattre la production de radicaux libres qui nuisent à la santé et à la beauté de la peau. (Edeas, 2007).

L'écorce de pin a été employée dans diverses situations, notamment pour traiter le scorbut lié à la carence en vitamine C, qui est considérée comme bénéfique pour la cicatrisation des affections cutanées.

Les effets thérapeutiques de l'extrait d'écorce de *pin maritime* sur le diabète et les maladies inflammatoires ont été évoqués par Hippocrate, le « Père de la Médecine » (paker et al. 1999).

2.6 Composition chimique

Selon Langenhein (2003), ces composés sont des mélanges liposolubles de composés terpénoïdes volatils ou non volatils ainsi que des composés phénoliques qui sont sécrétés dans les structures spécialisées situées à l'intérieur ou à la surface.

2.6.1 Flavonoïdes

Selon une étude menée par une maître (SAADOU NINA 2007), il a été démontré que les aiguilles du pin maritime contiennent une grande quantité de flavonoïdes. Les flavonoïdes principaux isolés sont exposés ci-dessous.

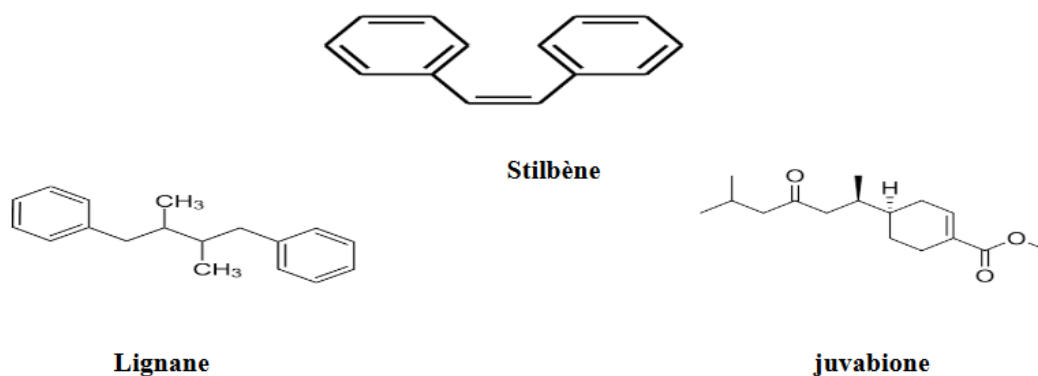


Figure 8: les principaux flavonoïdes du p. pinaster

2.6.2 Les huiles essentielles

Selon M. Zouhdi et JM Bessiere (2001), les principaux éléments de l'huile essentielle extraite des aiguilles de *Pin maritime* sont le germacrène et le β -caryophyllène. Alors que l'huile essentielle d'écorce renferme α -pinène, β -caryophyllène, germacrène D et un diterpène.

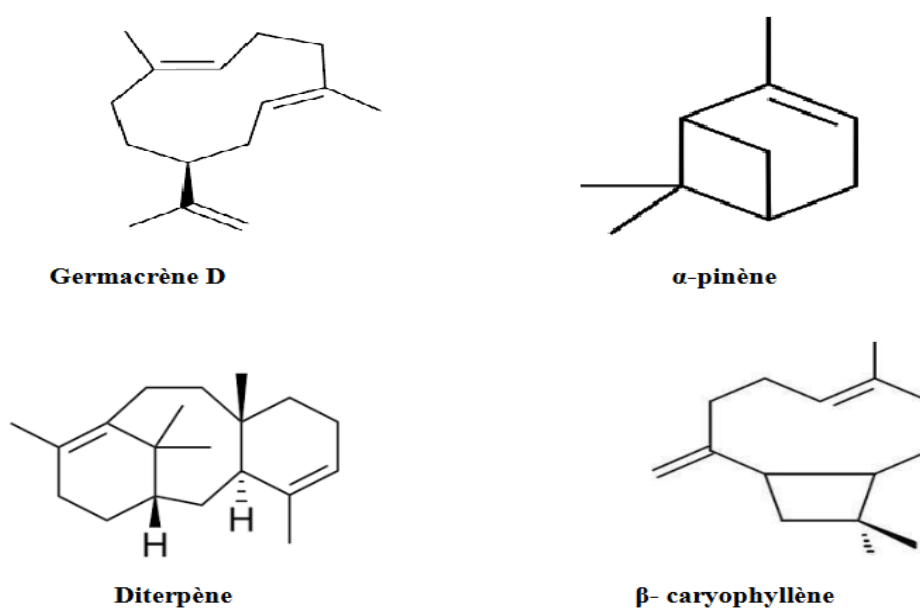


Figure 9: les principaux composants d'HE du pin maritime

2.6.3 Les principaux composants d'HE du pinus

Le pin maritime est l'origine de l'huile végétale, qui renferme 70% d'AGPI (acides gras polyinsaturés) essentiels et exceptionnels pour la réparation et le renouvellement de la peau, tels que les acides Oméga (3, 6,9), Delta 5 (acide scaïdonique) et les acides linoléiques. La présence de vitamine E, de polyphénols, de phytostérols et de tocostérols dans l'huile a également un effet

antirides, antioxydant et anti-inflammatoire. Effectue une action sur l'oxygénation des cellules profondes de la peau, lisse les rides, renforce l'épiderme, agit contre les tâches et redonne un éclat au teint.

Il convient à tous les types de peau, y compris les très sensibles, grâce à sa capacité à pénétrer rapidement et à être agréable au toucher, sans être gras, et avec une légère et délicate odeur végétale (BIZOUARD et FAVIER,1962).

Chapitre02 : les activités biologiques des plantes médicinales

3 Mode d'emploi des plantes médicinales

Les trois principes élémentaires de préparation des plantes sont : l'infusion, la décoction, et la macération.

3.1 Infusion:

Il s'agit de placer les plantes dans de l'eau bouillante pendant une durée variable, de trois à dix minutes. Selon Pierre et Lys (2007), celles-ci sont réservées aux fleurs fragiles, aux plantes très aromatiques et aux graines mucilagineuses.



Figure 10: Infusion de plante

3.2 Décoction :

On verse les plantes dans de l'eau froide et on les fait bouillir pendant un temps plus ou moins long. Les tiges, les feuilles et les fruits nécessitent deux ou trois minutes, tandis que les écorces et les racines nécessitent cinq minutes ou plus (Pierre et Lys, 2007).



Figure 11: Décoction des plantes

3.3 Macération :

L'eau, l'alcool, le vin, le vinaigre peuvent être utilisés comme liquide de macération. Les plantes sont immergées dans du liquide froid ou du tiède pendant quelques heures (10 ou 12 heures, habituellement). Il est préférable de ne pas macérer à l'eau pendant plus d'une douzaine d'heures afin d'éviter tout risque d'oxydation et de fermentation du liquide. Selon Pierre et Lys (2007), l'alcool, le vin, le vinaigre et l'huile peuvent être macérés pendant plusieurs jours sans aucun problème.



**Figure 12: Macération de tanaïsie
(*Tanacetum vulgare*)**

3.4 Les poudres :

Les plantes sont mises à sécher puis seront réduites en poudre pour être consommées saupoudrées ou utilisées en cataplasme (Mahboubi, 2014). Elle s'obtient en broyage de plantes desséchées ou de parties actives à l'aide d'un moulin ou du mortier. La poudre obtenue sert à la préparation des extraits, ou être délayées dans de l'eau ou être mélangée à une nourriture (Aribi, 2012).

Figure 13: diverses poudres des plantes



3.5 Les cataplasmes de plantes médicinales :

Les cataplasmes sont des préparations de plantes appliquées sur la peau, ce qui permet de soulager les douleurs musculaires et les névralgies, de soulager les entorses et les fractures, et d'extraire le pus des plaies infectées, des ulcères et des furoncles. Selon Isrin (2001), on fait chauffer la plante pendant 2 minutes, puis on la presse pour en extraire le liquide. Ensuite, on applique de l'huile préalablement sur la zone touchée, puis on la recouvre avec la plante encore chaude et on la couvre. On laisse agir pendant au maximum 3 heures.



Figure 14:le cataplasme de plantes medicinales

4 Les activités biologiques des plantes médicinales

La phytothérapie agit sur le corps en fonction de la composition des plantes, depuis le XVIII^e siècle, où des chercheurs ont commencé à extraire et à isoler les composés chimiques qu'elles renferment. Les plantes et leurs effets sont pris en compte en fonction de leurs composés actifs. La découverte des composés actifs issus des plantes revêt une importance primordiale car elle a donné naissance à des médicaments indispensables.

4.1 Activité anti inflammatoire

L'inflammation : Selon Iwalewa et al. (2007) et Barton (2008), l'inflammation ou réaction inflammatoire est une réponse immunitaire de l'organisme à une agression d'origine externe (brûlure, infection, allergie, traumatisme) ou interne (cellules cancéreuses ou pathologies auto-immunes). Son objectif est de préserver son intégrité, de supprimer l'agent pathogène, de réparer les lésions tissulaires et de favoriser le retour à l'équilibre et la cicatrisation du tissu lésé.

Types d'inflammation

- **L'inflammation aigue :** Il s'agit d'une réponse immédiate inflammatoire à une agression par un agent pathogène, qui est de courte durée et qui s'installe brutalement. Une guérison spontanée ou

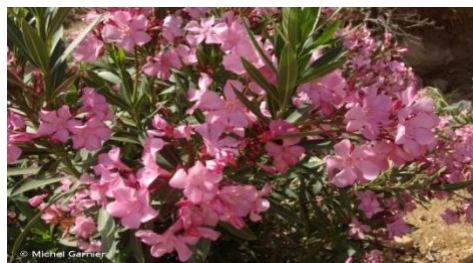
un traitement peuvent être observés, mais des conséquences de la réaction peuvent survenir si la destruction a été importante (Haïoun et Zohra, 2015).

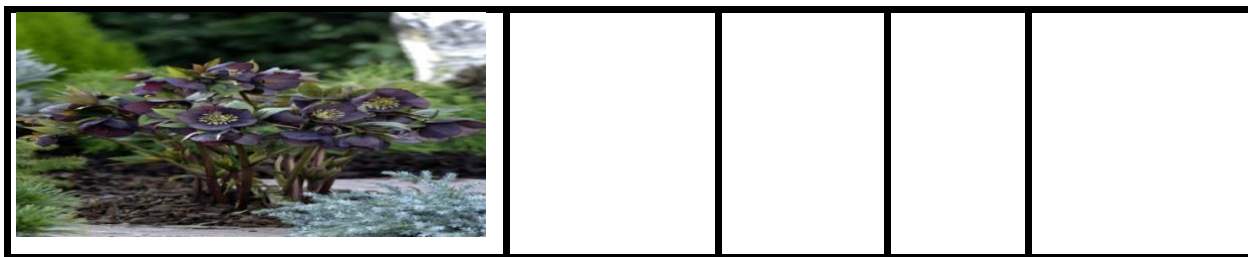
- **L'inflammation chronique :** L'inflammation chronique se produit lorsque l'agent pathogène persiste en raison de l'échec de la réponse inflammatoire prompt ou d'une réponse inadaptée.

Plantes médicinales anti inflammatoires

Les plantes médicinales fournissent de nouvelles molécules qui possèdent diverses activités biologiques, telles que l'activité anti-inflammatoire. En effet, il existe de nombreux composés phytochimiques d'origine végétale qui possèdent une variété d'activités biologiques (Kazemi et al., 2018 ; Dhingra et al., 2018). Certains d'entre eux sont anti-inflammatoires et ciblent spécifiquement la COX-1 et -2, les lipoxgénases (LOX), le NO, la phospholipase A2 (PLA2), etc. Ces substances sont très intéressantes car elles présentent des bénéfices par rapport aux anti-inflammatoires traditionnels, avec moins d'effets secondaires (Maroon et al., 2010 ; Mebirouk, 2017).

Table 3: Quelques exemples de plantes médicinales douées d'activités anti-inflammatoire (Barnes, 1998).

Nom scientifique	Famille	Nom commun	Partie utilisée	Utilisation
<i>Zingiber officinale</i> 	Zingiberaceae	Gingembre	Rhizome	Arthrose, migraine, Douleurs rhumatismales
<i>Nerium oleander L.</i> 	Apocynaceae	Laurier rose	Fleurs	Douleurs, maux de tête
<i>Helleborus orientalis</i>	Ranunculaceae	Lenten-rose	Racines	Cedème, douleurs rhumatismales



4.2 Activité antimicrobienne

On connaît les propriétés antimicrobiennes des plantes médicinales depuis l'Antiquité. Cependant, les scientifiques ont dû attendre le début du 20^{ème} siècle pour commencer à s'y intéresser (Haddouche, 2008). Un antimicrobien est un composé chimique naturel ou fabriqué qui élimine les microorganismes ou entrave leur développement. Selon LEE et al. (2010), son activité est influencée par des facteurs physiques tels que la température, le pH et l'humidité.

Les infections bactériennes sont principalement traitées par l'antibiothérapie. Selon Billing et Sherman (1998), la prescription à grande échelle et parfois inappropriée de ces agents peut conduire à la sélection de souches multi résistantes. Au cours des dernières années, la recherche de nouveaux antimicrobiens a suscité un vif intérêt en raison d'une augmentation inquiétante du nombre d'infections avec des microorganismes résistants aux antibiotiques (Sagdic et al., 2002). C'est pourquoi il est crucial de diriger les études vers la recherche de nouvelles routes qui servent de source d'inspiration pour de nouveaux médicaments à base de plantes.

La recherche de substances biologiquement actives se fait généralement par le criblage systématique des micro-organismes ou des plantes, qui sont des sources de nombreux agents thérapeutiques bénéfiques. Selon Sagdic et al. (2002), l'activité antimicrobienne des huiles et des extraits de plantes a été utilisée dans de nombreuses applications, telles que la pharmacie, la médecine, la thérapie naturelle et la préservation des aliments.

Activité antibactérienne

Les bactéries causent différentes infections dans les êtres vivants. L'espoir des chercheurs était de guérir certaines maladies grâce à la découverte des antibiotiques. Regrettant, l'utilisation massive de ces médicaments a entraîné une augmentation de la résistance des bactéries aux antibiotiques. Dans cette optique, la recherche de nouvelles substances biologiquement actives et efficaces à partir des ressources naturelles a suscité un vif intérêt. Selon Fettah (2019), les plantes médicinales peuvent être une source potentielle de composés antimicrobiens et/ou inhibiteurs des mécanismes de résistance aux antibiotiques. On sait que les huiles essentielles ont un effet antibactérien (Mourey et Canillac, 2002), et cela s'applique aux deux groupes de bactéries gram positif et gram négatif, qui ont montré une sensibilité significative in vitro (Carson et Hammer, 2011).

Selon Rahman et ses collègues (2016), une étude expérimentale a démontré que l'huile essentielle de *Premna integrifolia* présente une activité antibactérienne contre différentes souches pathogènes. Cette activité peut être attribuée à la présence de mono et sesquiterpènes oxygène. Il existe également d'autres huiles essentielles qui ont un effet antibactérien sur les entéropathogènes zoonotiques tels que la *Salmonelle* spp., *Escherichia coli* O157:H7, le *Campylobacter jejuni* et le *Clostridium perfringens*.

Selon Bharti et ses collègues (2012), une étude a révélé que plusieurs huiles essentielles de *Thymus vulgaris* et *Melaleuca alternifolia* ont inhibé la prolifération de diverses souches, notamment de *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus hominis*, *Pseudomonas aeruginosa* et *Klebsiella pneumoniae*.

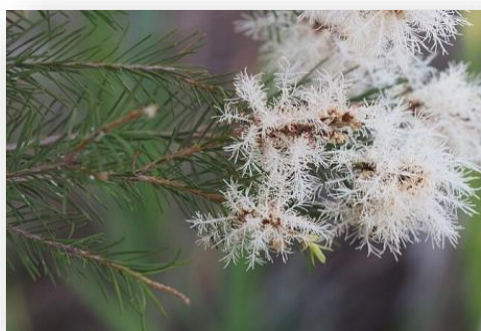


Figure 15: melaleuca alternifolia



Figure 17: premna integrifolia



Figure 16: le thymus vulgaris

4.3 Activité anticancéreuse

Le cancer est une affection causée par la mutation de cellules qui se transforment de manière anormale et se multiplient de manière excessive. Finalement, ces cellules dérégées se transforment en une masse appelée tumeur maligne. Il est courant que les cellules cancéreuses envahissent les tissus environnants et se détachent de la tumeur. Ensuite, elles se déplacent à travers les vaisseaux sanguins et les vaisseaux lymphatiques afin de se transformer en une autre tumeur (métastase).

Plusieurs recherches ont démontré l'efficacité anticancéreuse de divers composés phénoliques, tant *In vivo* qu'*In vitro*. Plusieurs études animales ont prouvé que les catéchines peuvent être utilisées pour prévenir l'apparition de cancers des poumons, du côlon, de l'œsophage, du pancréas, du foie et de la glande mammaire (Tamimi et al., 2002). Selon Petti et

Scully (2009), la cathéchine a également la capacité d'inhiber la production de métalloprotéase, ce qui entraîne l'apoptose et l'arrêt de croissance du cancer buccal et des lignées cellulaires de leucoplasie buccale. Les isomères structuraux de flavonoïdes, appelés isoflavones, ont des propriétés biologiques similaires. Ils présentent des propriétés anti-oestrogéniques, ce qui leur permettrait d'agir comme des agents chimio-préventions dans les cancers hormonogénétiques. L'apoptose in vivo peut être causée par la génistéine (Tamimi et al ,2002).

On a effectué des tests sur des cellules de cancer humains avec des alcaloïdes de type acridones et furanoacridones, qui ont été extraits de *Ruta graveolens* (HeLa, MCF7, A431). Selon Réthy et al. (2007), l'arborinine a montré une inhibition plus élevée que les autres sur les trois lignées cellulaires furacridones. Ces furacridones ont démontré une capacité à provoquer l'apoptose en fonction de leur liposolubilité, ce qui suggère qu'elles pourraient avoir des propriétés anticancéreuses.

Le cytotoxicité d'un extrait de *Ruta graveolens* a été démontrée sur des cultures cellulaires cancéreuses (DLA, EAC). Aux concentrations basses, on a observé une diminution des radicaux hydroxyles et une inhibition de la peroxydation lipidique (Preethi et al., 2006). L'extrait aqueux des feuilles d'*Arbutus unedo* a un effet inhibiteur sur l'interféron-gamma. Grâce à cette action, STAT1 (transducteur de signal et activateur de transcription), une protéine complexe qui joue un rôle dans la transcription, est activé sur la lignée cellulaire humaine du cancer du sein et les fibroblastes humains. (Mariotto et ses collègues, 2008).

4.4 Activité cicatrisante

La cicatrisation

La cicatrisation est un processus biologique naturel, complexe et inconnu, qui implique l'interaction de divers facteurs locaux et systémiques dans la réparation des tissus lésés après une agression (traumatisme direct, brûlure, blessure, maladie ou intervention chirurgicale) ou à un agent mécanique qui entraîne une cicatrice plus ou moins importante.

Selon Thakur et al. (2011), chaque tissu corporel va guérir ses blessures en fonction des capacités régénératives de ses cellules.

Types de cicatrisation

Cicatrisation de première intention ou primaire, si la lésion est causée par une blessure par objet tranchant à bords nets et que la peau est dans une zone bien vascularisée, il n'y aura pas de perte de substance importante et elle ne touche que l'épiderme et le derme, les annexes cutanées restant intactes. Ainsi, si aucune infection n'est présente, la cicatrisation est essentielle et la cicatrice sera permanente, stable et presque invisible.

Cicatrisation secondaire Elle caractérise les lésions avec épaisseur, qui touche non seulement l'épiderme et le derme mais aussi les couches les plus profondes avec présence d'une infection purulente qui empêche la réunion des bords de la plaie engendrant une perte de substance. Un tissu de granulation se forme alors pour combler cette perte (Teil., 2021 ; Ludovic., 2016).

Cicatrice

Selon Taffin (2014), une cicatrice est le résultat de la réparation tissulaire qui permet de reconstruire la barrière perméable et protectrice des couches plus profondes de la peau après une lésion, une blessure ou une brûlure, ou lors d'une intervention chirurgicale.

Les plantes et leur extrait présentent un potentiel considérable dans le traitement des blessures. Ces substances naturelles favorisent la guérison et la restauration des tissus endommagés grâce à de nombreux mécanismes. Plusieurs familles chimiques sont représentées par ces composants : alcaloïdes, flavonoïdes, tanins, terpenoïdes, saponines et composés phénoliques. Plusieurs études ont été menées sur l'activité antibactérienne, anti-inflammatoire et cicatrisante de différentes plantes, mais la plupart n'ont pas encore été découvertes (Thakur et al., 2011).

Table 4: quelques plantes médicinales cicatrisantes

Genres et espèces	Types d'étude in vitro ou in vivo	Effets	Références
Acacia nilotica (gousse) 	<i>in vivo</i>	Accélère la cicatrisation de la plaie de brûlure	(Darré et al., 2014)
Artemisia Absinthium (Les parties aériennes en fleurs) 	<i>in vivo</i>	Accélère la cicatrisation	(Benkhaled et al., 2020)
Malva sylvestris (fleurs) 	<i>in vivo</i>	Amélioration du processus de cicatrisation	(Afshar et al., 2021)
Kalanchoe crenata 	<i>in vivo</i>	Accélérer la cicatrisation.	(Ernest et al., 2019)

<i>Pistacia Lentiscus L</i> (fruits) 	<i>in vivo</i>	Accélérer la cicatrisation.	(Mirmohammadsadegh et al., 2021)
<i>Telephium imperati(L)</i> La plante 	<i>in vivo</i>	La réduction de la zone de la plaie	(Nejjari et al., 2019)

Techniques d'évaluation de la cicatrisation

Il est possible d'évaluer la cicatrisation en mesurant directement les dimensions de la plaie à la règle ou au pied à coulisse. En utilisant un calque transparent, il est possible de tracer le contour sur du papier de taille millimétrée. Ces méthodes ont le désavantage de demander un contact direct avec la lésion. Une autre méthode qui présente le même désavantage, mais qui permet de mesurer le volume des plaies en utilisant une gomme siliconée pour les mouler (Sezeret et al., 2007).

On peut aussi évaluer la cicatrisation en mesure de la surface de la plaie à l'aide d'une méthode de mesure numérique : prendre des photos des sites de la plaie à intervalles réguliers (quotidiens) et en traiter les images avec un logiciel de traitement d'images. ImageJ® (National Institute of Mental Health, Bethesda, MD, États-Unis). Selon Hemida et al. (2021), le programme calibré affichera la région de la plaie en convertissant les pixels de l'image en millimètres carrés.

4.5 Activité antioxydante

Le stress oxydatif est le résultat du déséquilibre des processus homéostatiques entre les oxydants et les anti-oxydants dans l'organisme, provoqué par les radicaux libres. On considère que le stress oxydatif est la principale raison du vieillissement et d'une grande diversité de

maladies chez l'homme, comme les cancers, le diabète, les troubles neurodégénératifs, l'athérosclérose, l'ischémie cérébrale, etc. Les antioxydants se réfèrent à des produits qui retardent, empêchent ou inhibent de façon importante les dégâts oxydatifs subis par les molécules cibles. (Lee et ses collègues, 2020).

Les radicaux libres

Selon Jacques B. et André R. (2004), un radical libre est une molécule qui possède un ou plusieurs électrons non appariés. La molécule présente une grande instabilité et peut facilement interagir avec d'autres composants afin de tenter de capturer les électrons essentiels pour maintenir sa stabilité. Une réaction en chaîne débute lorsque le radical libre attaque la molécule stable la plus proche, lui enlevant ainsi ses électrons, ce qui fait que la molécule attaquée devient elle-même un radical libre (Martinez Cayuela M, 1995).

Les antioxydants

Selon Flora (2009), les antioxydants ont la capacité d'empêcher ou de ralentir l'oxydation d'autres molécules. les antioxydants peuvent être classés en deux catégories principales : endogènes (molécules synthétisées par la biosynthèse) et exogènes (vitamines, oligo-éléments ou antioxydants synthétiques), (Thiebault et Sprumont, 2005). Le bêta-carotène (provitamine A), l'acide ascorbique (vitamine C), les tocophérols (vitamine E), la quercétine, la rutine et le pycnogénol sont les antioxydants les plus connus. Les groupes hydroxyphénols sont présents dans la structure de la plupart des antioxydants, qu'ils soient synthétiques ou naturels. Certaines de leurs propriétés antioxydantes sont attribuées au fait que ces composés naturels contiennent des radicaux libres tels que les radicaux hydroxyle (OH) et le superoxyde (O₂), qui ont la capacité de capturer les radicaux (Antolovich et al., 2002).

Origine du stress oxydant

En résumé, de multiples éléments peuvent être l'origine du stress oxydant. Parmi ces éléments :

- Intoxication aux métaux lourds (Aluminium, mercure, plomb etc.) ;
- Irradiations (UV, rayons X etc.) ;
- Phénomènes d'ischémies/reperfusion (thromboses, exercices) ;
- Carences nutritionnelles (vitamines et oligo-éléments) ;
- Anomalies génétiques (Mauvais codage d'une protéine) (Telaidji, 2018)

a- Détermination de l'activité antioxydants des plantes

En analysant notre bibliographie, il est évident qu'une seule méthode ne peut pas être suffisante pour caractériser les tendances antioxydantes *in vitro* et *in vivo*, ni pour prédire l'efficacité antioxydante de manière complète. Il est donc essentiel d'utiliser plusieurs méthodes, et nous avons opté pour le test d'ABTS et du DPPH en raison de leur facilité de mise en œuvre

pour évaluer l'activité antioxydante de nos extraits de plante. Cela nous permettra de généraliser les résultats de manière plus générale.

- **Test mesurant l'activité antioxydante contre le lysosome**

Selon Salvi (1998), il est possible de détecter l'activité antioxydante d'une substance en oxydant les lysosomes à l'aide du 2,2'-azobis, 2-amidino propane.

- **Test d'ABTS**

On fabrique les radicaux d'ABTS en utilisant la méthode de Kim et al. (2003). Dans un tampon phosphate salin PBS, on mélange l'initiateur de radicaux, AAPH (1mM), avec 2,5 mM d'ABTS (100 mM de phosphate de potassium pH 7,4 contenant 150 mM de NaCl).

On ajoute 20 µL d'extrait de plante à 980 µL de la solution radicalaire d'ABTS. Le mélange est placé dans un bain marie à 37 °C, à l'abri de la lumière, pendant une durée de 10 minutes. Chaque série d'extrait est lue avec un contrôle composé de 20 µL de 50% MeOH et de 980 µL de la solution d'ABTS. Les extraits de plante ont une capacité antioxydante totale qui est exprimée en mg de vitamine C équivalente (mg VCE) par g de plantes. La solution radicalaire d'ABTS a été récemment préparée. Au moins trois fois, tous les tests sont reproduits (Kim et al., 2002 ; 2003).

- **Test du DPPH**

Les extraits de plante ont une capacité antioxydant qui est évaluée en utilisant la méthode de Kim et al. (2002). Dans du méthanol-eau (8 : 2), on ajoute 0,1 mL d'extrait de plante à 2,9 mL de DPPH à 0,004% (P/V). Après 30 minutes d'incubation dans l'obscurité, on effectue la lecture de l'absorbance à 517 nm. La lecture de chacune des séries est accompagnée d'un blanc composé de 50 % de méthanol et de la solution de DPPH. Le composé étalon est la vitamine C (acide ascorbique) et le résultat est mesuré en mg de vitamine C équivalent (mg VCE) par g de matière sèche. Selon Kim et al. (2002), la solution radicalaire de DPPH est préparée à nouveau et les essais sont répétés au moins trois fois.

Table 5: quelques plantes a activité antioxydantes (Keïta, 2002) :

Plantes	Partie utilisée	Famille
<i>Diospyros abyssinica</i> Hiem.Fwd	Feuilles	<i>Ebenaceae</i>
<i>Psorospermum guineense</i> Spach.	Feuilles	<i>Hypericaceae</i>
<i>Burkea africana</i> Hook.	écorces tronc	<i>Caesalpiniaceae</i>

<i>Cussonia barteri</i> Seenm	écorces racines	<i>Ceasalpinaceae</i>
<i>Entada africana</i> Guill et Perr	écorces racines	<i>Mimosaceae</i>
<i>Lannea velutina</i> Rich	Feuilles, écorces (racines et tronc)	<i>Anacardiaceae</i>
<i>Guiera senegalensis</i> J.F Gmel	Feuilles	<i>Combretaceae</i>

Table 6:Exemples de plantes médicinales douées d'activité antioxydants (Reched, 2009)

Nom scientifique	Nom commun	Composés actifs
<i>Solanumlycopersicum</i> 	Tomate	Rutine, acide ascorbique, acide chlorogénique,lycopène.
<i>Thymus vulgaris</i> 	Thyme	Thymol, carvacrol, terpinène.

<i>Syzygium aromaticum</i> 	Giroflier	Eugenol, eugenyl acétate.
<i>Rosmarinus officinalis</i> 	Romarin	Acide carnosoiique.

Chapitre03 :L'évaluation de l'activité biologique de l'écorce de pin maritime

5 Évaluation de l'activité biologique

Un extrait standardisé d'écorce de *Pinus pinaster* (*Pinus maritime*) est appelé Pycnogenol®. Plusieurs polyphénols hydrosolubles sont présents dans sa composition, comme la catéchine, la taxifoline et des acides phénolcarbones. On utilise cet extrait en raison de ses propriétés cardio-vasculaires (amélioration de la microcirculation en augmentant la perméabilité capillaire) et hypocholestérolémiants.

Il est recommandé d'utiliser Pycnogenol® pour traiter l'insuffisance veineuse chronique et les microhémorragies rétinienues. Ce médicament prévient l'accumulation de plaques causée par le tabagisme et diminue la concentration de thromboxane. Il est également capable de stimuler les processus de guérison et d'inhiber les effets pro-inflammatoires des cytokines. Selon Arab et Ouchichi (2018).

L'extrait d'écorce de *Pinus pinaster* contient de nombreux composés phénoliques tels que les catéchines, la taxifoline et les acides phénoliques. Ces composés ont fait l'objet d'une attention considérable en raison de leurs activités anti-inflammatoires, antimutagènes, anticancérigènes, antimétastatiques et antioxydantes (Iravani, S., & Zolfaghari, B. (2014).

Il y a peu d'études dans la littérature scientifique qui étudient l'activité biologique des extraits de l'écorce de *Pinus pinaster*. Les rares recherches disponibles se concentrent principalement sur les propriétés potentielles antioxydantes et antimicrobiennes (antibactériennes et antifongiques) de ces derniers.

Les paragraphes suivants présentent un état de l'art exhaustif des connaissances actuelles sur l'activité antioxydante et antimicrobienne des différents extraits de l'écorce de pin maritime « *Pinus pinaster* ».

5.1 Évaluation de l'activité antimicrobienne

Les résultats obtenus par les 3 études précédentes confirment que l'écorce de *Pinus pinaster* possède une activité antimicrobienne importante. Cette dernière est due à sa richesse en composés phénoliques (Muanda Nsemi et al., 2010).

Selon les résultats de Torras (2015), Pycnogenol® (extrait hydro-éthanolique standardisé de l'écorce du pin maritime français) présente une forte activité bactériostatique contre tous les isolats bactériens (Gram + et Gram -). Aussi, Pycnogenol® a-t-il démontré son efficacité pour l'inhibition des microorganismes eucaryotes comme la levure *Candida albicans* et les moisissures. Toutefois, cela ne signifie pas qu'il ait une activité microbicide. On a conclu qu'il

n'existe aucune relation entre la composition de la membrane bactérienne et les valeurs de la dose minimale inhibitrice telle que représentée par les souches bactériennes Gram + et Gram -.

En outre, la croissance des eucaryotes est inhibée dans la même plage de valeurs que celle des procaryotes, ce qui suggère un mécanisme commun par lequel Pycnogenol® inhibe de manière réversible la croissance de tous les organismes. Les organismes microbiens étudiés. Les résultats de ces expériences ne permettent pas de déterminer la nature de l'action antimicrobienne de Pycnogenol®. Il est donc essentiel de mener davantage d'études afin de mieux comprendre le mécanisme d'action de Pycnogenol® sur les diverses souches microbiennes.

Les conclusions de Kahlouche-Riachi (2014) montrent que l'ensemble de l'extrait de l'écorce de *Pinus pinaster* a une activité antibactérienne élevée contre 3 des 4 souches testées. Il est possible que cela soit dû à sa concentration élevée en polyphénols (>90%), tels que les flavonoïdes et les triterpénoïdes, ainsi que d'autres composés de nature phénolique qui sont considérés comme des antibiotiques très actifs (Rojas et al. 1992 ; Marjorie 1999). Par contre, deux souches testées ont montré un faible effet antibactérien avec les trois phases isolées, tandis que le reste des souches n'ont pas été testées. Ainsi, il a été démontré que l'élimination de molécules à partir d'un extrait complet ne doit pas toujours être un objectif, en particulier car cela reste une opération coûteuse sans pour autant donner un produit plus prometteur. Il a été déterminé qu'il y a une synergie d'action entre les molécules présentes dans l'échantillon.

Ćurković-Perica et al. (2015) ont montré que l'extrait aqueux de l'écorce de *Pinus pinaster* présente une activité antibactérienne significative contre deux isollements cliniques multi-résistants d'*Acinetobacter baumannii* des clones Européens I (EU I) et II (EU II). Il y avait une concentration minimale d'inhibition de 200 µg/ml. Donc, des niveaux inférieurs à la CMI avaient une activité antibactérienne élevée. Par contre, les extraits de composés de base présentaient une activité antibactérienne très faible par rapport à l'extrait total testé, ce qui suggère que les proanthocyanidines, présents en assez grandes quantités dans l'extrait, auraient pu également jouer un rôle dans l'activité de l'extrait. Ces résultats sont comparables à ceux de Kahlouche-Riachi (2015), ce qui confirme la conclusion précédente selon laquelle il existe une synergie d'action entre les molécules présentes dans l'extrait. Les divers extraits de l'écorce de *Pinus pinaster* semblent être efficaces en tant qu'agents antimicrobiens, d'après les résultats obtenus.

5.2 Évaluation de l'activité antioxydante

Selon Walker et al. (1982), nos cellules peuvent être exposées à diverses agressions physiques, chimiques et métaboliques, dont la majorité entraînent une expression commune connue sous le

nom de stress oxydant. Au cours des dernières années, l'intérêt pour les antioxydants naturels a considérablement augmenté en raison de leurs propriétés thérapeutiques. Plusieurs études scientifiques ont été menées afin d'extraire, d'identifier et de quantifier ces composés à partir de diverses substances naturelles (Telaidji, 2018). Les deux recherches confirment que l'écorce de *Pinus pinaster* présente une activité antioxydante significative. La présence de flavonoïdes explique cette activité, car ils ont la capacité de capter les radicaux libres grâce à leurs groupes hydroxyles (Tourino et al., 2005,

Selon Jerez et ses collègues (2007), il a été constaté que l'extrait total et la fraction OW ont tous les deux démontré une activité antiradicalaire. Toutefois, l'activité de la fraction OW était inférieure à celle de l'extrait total. Il est probable que cette disparité soit due à la composition et à la nature des procyanidines présentes dans les deux données. On a également proposé que les oligomères procyanidiniques contenant de la catéchine sont plus hydrophobes que ceux contenant de l'épicatéchine et puissent être extraits de manière plus efficace, ce qui peut expliquer la faible quantité d'unités à activité antiradicalaire dans la phase OW.

Selon Cádiz-Gurrea et al. (2014), il a été démontré que l'extrait de l'écorce de *Pinus pinaster* possède une activité antioxydante élevée. Elle est causée par sa présence élevée de procyanidines. Les polyphénols (bien qu'ils soient considérés comme des antioxydants universels) ont également été montrés agir selon divers mécanismes en fonction de leur structure. Les procyanidines de l'écorce de *Pinus pinaster* semblent donc être des antioxydants efficaces et sécuritaires.

5.3 Évaluation Activité antivirale

Dans les expériences de culture cellulaire, l'extrait d'écorce de *Pinus pinaster* contenant des procyanidines a non seulement entravé la fixation du virus de l'immunodéficience humaine de type 1 (VIH-1) sur les cellules hôtes, mais a également inhibé la réplication virale du VIH et l'interaction des lymphocytes T (Feng WY et al ,2008). On a observé que l'extrait d'écorce de *Pinus pinaster* était responsable de l'expression d'une protéine antioxydante, la superoxyde dismutase de manganèse, ainsi que de l'inhibition de la phosphorylation de la protéine S6 ribosante. Apparemment, ces changements biochimiques provoqués par Pycnogenol ® ont un impact significatif sur ses propriétés antivirales. L'extrait d'écorce de *Pinus pinaster* présente des propriétés prometteuses pour inhiber la réplication virale de l'encéphalomyocardite, prévenir le développement de la myocardite virale et améliorer l'inflammation et la nécrose myocardique. On a observé que le pyrcnogénol ® (100 mg/kg) a des effets positifs sur la myocardite virale en inhibant la réplication virale et en supprimant les cytokines pro-inflammatoires, les gènes liés au

remodelage cardiaque et les gènes liés aux mastocytes dans le muscle cardiaque des souris (expressions de nécrose tumorale, procollagène de type 1, facteur de cellules souches et tryptase mastocytaire).

5.4 Évaluation Activités anti-inflammatoire

Plusieurs études in vitro ont révélé que l'extrait d'écorce de *Pinus pinaster* a des effets anti-inflammatoires et inhibe l'initiation de l'inflammation en empêchant la libération de médiateurs pro-inflammatoires régulés par le stress oxydatif. l'extrait d'écorce de *Pinus pinaster* inhibe les médiateurs pro-inflammatoires dans les kératinocytes (cellules alclémiques), les leucocytes et les cellules endothéliales (Peng et al, 2000). En outre, une étude in vitro a montré que l'extrait d'écorce de *Pinus pinaster* et ses métabolites inhibent la libération d'enzymes de destruction tissulaire (matrice métalloprotéine-ases) collagène, élastase et gélatinase à partir de cellules inflammatoires(Grimm T et al,2004). Il a également rapporté qu'après la prise orale de l'extrait d'écorce de *Pinus pinaster*, l'activité enzymatique de la cyclo-oxygénase (COX-1 et COX-2) dans des échantillons de sérum de volontaires humains était inhibée. La cyclo-oxygénase est responsable de la formation de médiateurs biologiques, tels que les prostaglandines, la prostacycline et le thromboxane. L'inhibition pharmacologique de cette enzyme peut soulager les symptômes de l'inflammation et de la douleur(S.A et al,2006).

L'application de Pycnogenol et de façon topique pourrait être utilisée pour une protection significative et dose-dépendante contre l'inflammation aigue induite par le rayonnement UV simulé par le soleil (SSUV), la photocarcinogénèse et l'immunosuppression lorsqu'il est appliqué après un coup de soleil et une irradiation quotidienne(Sime S et al,2004). Dans une étude, 21 volontaires caucasiens ont reçu du Pycnogenol par voie orale (1,1 mg/kg de poids corporel). En conséquence, l'effet protecteur du Pycnogenol contre les dommages cutanés induits par la lumière UV a été prouvé(Dene BA et al,2005). Il a été démontré que l'extrait d'écorce de *Pinus pinaster* a supprimé l'expression des cytokines pro-inflammatoires et a diminué l'expression du tryptase et du facteur de cellules souches apparentés aux mastocytes(Matsumori A et al ,2007). L'inhibition de l'activation NF-kappaB dans les monocytes stimulés par les lipopolysaccharides est l'une des raisons des effets anti-inflammatoires du Pycnogenol (Grimm T et al, 2006). l'extrait d'écorce de *Pinus pinaster* a inhibé l'expression d'iNOS et d'ARNm iNOS dans des macrophères murins, activés par les composants de la paroi bactérienne lipopolysaccharide et interféron (INF-') (Virgili F et el ,1998).

Dans les pays les plus industrialisés, l'arthrose des principales articulations (anomalies osseuses graves et articulaires) est un problème social diffus qui affecte la qualité de vie humaine. Parmi le supplément antioxydant à base de plantes, le pycnogénol a des effets bénéfiques sur les

symptômes de l'arthrose (Farid R et al ,2007). Une étude en double aveugle, contrôlée versus placebo, a rapporté que le cystocnogénol a diminué la douleur et la raideur et les symptômes de l'ostéoarthrite du genou (flexibilité des articulations ostéoarthritiques) (Belcaro et al ,2007).

CONCLUSION

CONCLUSION

La flore algérienne est l'une des plus riches au monde et possède de nombreuses plantes utilisées en médecine traditionnelle, parmi elles, une plante *Pinus pinaster* (maritime) .

Dans notre travail, nous évaluerons et vérifierons les études antérieures menées sur cette plante afin de connaître ses nombreuses activités biologiques.

les études de divers chercheurs ont montré que l'écorce de *Pinus pinaster* (maritime) présente une activité antioxydante significative. La présence de flavonoïdes explique cette activité, car ils ont la capacité de capter les radicaux libres grâce à leurs groupes hydroxyles . En ce qui concerne son effet antimicrobien et anti virale, l'extrait de l'écorce de *Pinus pinaster* a démontré une efficacité antimicrobienne et virale remarquable en inhibant la prolifération de diverses souches pathogènes.

En outre , Selon les conclusions de diverses activités, il semble que l'extrait de l'écorce de *Pinus pinaster* soit un agent anti-inflammatoire efficace .

Références bibliographiques

Références bibliographique

(2013) 897– 903. Doi : 10.1016/J.INDCROP.2013.06.045

(Pinus pinaster Ait.) et cartographie génétique comparée des conifères. Thèse de doctorat. 220-223-225.

- Alissar, C., 2006. Effets de la limitation croisée en phosphore et en lumière sur la croissance et la morphogenèse aérienne et racinaire de jeunes plants de pin maritime.

bark extract, augments endothelium-dependent vasodilation in humans Pycnogenol®, french bark extracts from Pinus pinaster and Pinus radiata: Antioxidant activity and procyanidin

- BETTAYEB A. AZZAOUÏ Mohamed E. Université Ibn Khaldoun Tiaret (Algérie) ingénieur d'état en agronomie 2010, étude comparative entre les propriétés physiques de base du bois de pin d'Alep et de pin maritime.

Biologie végétale. Université Henri Poincaré – Nancy, France.

- BIZOUARD, P., & FAVIER, J.C. (1962). Contribution à l'étude de la valeur nutritive de quelques plantes
- Chagné, D., 2004. Développement de marqueurs moléculaires chez le pin maritime

Characterisation of maritime pine (Pinus pinaster) bark tannins extracted under different

Chayama, K., Yoshizumi, M. and HIGASHI, Y. 2007. Pycnogenol®, french maritime pine

- Chupin, L., Motillona, C., Charrier-El Bouhtourya, F., Pizzib, A., Charrier, B., 2013.

composition. Food Chemistry 100, 439–444

conditions by spectroscopic methods, FTIR and HPLC. Industrial Crops and Products 49

- Daaboul I. (2004). La chimie des produits naturels (partie théorique). Publications Université d'Alep, page 327.
- El Hilah, F., Ben Akka, F., Dahmani, J., Belahbi, N., Zidane, L. 2015. Étude

ethnobotanique des plantes médicinales utilisées dans le traitement des infections du système

- Fleuriet A., Jay-Allemand C., Macheix J.J., 2005. Composés phénoliques des

foundation of diseases and disorders. A review of phytomedicines of South African origin used

- Ghyath Mosbah S. (1999). Principe de biochimie. Université de Damas. Page 478.
- Haïoun, A., Zohra, H.F. (2015). Activité antioxydante et anti-inflammatoire de la plante

- <http://dspace.univbouira.dz:8080/jspui/bitstream/123456789/1783/1/Etude%20de%20l%E2%80%99activit%C3%A9%20antibact%C3%A9rienne%20de%20l%E2%80%99extrait%20de%20l%E2%80%99%C3%A9corce%20de%20pinus%20pinaster.pdf>

Hypertens Research 30, 775–780

- in the alpha-and beta-subunits of ATP synthase, myosin, kinases and other ATP-requiring

International Journal of Crude Drug Research, 25, 1-3.

- Iravani, S., & Zolfaghari, B. (2011). Pharmaceutical and nutraceutical effects of Pinus pinaster bark extract. Research in pharmaceutical sciences, 6(1), 1–11.
- Iwalewa, E. O., McGaw, L. J., Naidoo, V., & Eloff, J. N. (2007). Inflammation : the

Jacques B, and André R. (2004). Biochimie métabolique Ed ellipses .Paris. pp: 217-219-

- Jerez, M., Selga, A., Sineiro, J., Torres, J.L., Nunez, M.J. 2007. A comparison between
- Kadri, N., Khettal, B., Aid, Y., Kherfellah, S., Sobhi, W., Barragan-Montero, V. 2015.
- l'extrait méthanolique de Juniperus phoenicea l. Mémoire. Biochimie/Nutrition moléculaire
- Lucienne A. Les plantes médicinales d'Algérie, 2ème Ed. Berti, Alger, 2010, p. 200-201.

maritime pine bark extract, augments endothelium-dependent vasodilation in humans.

- Maroon, JC., Bost, JW., Maroon, A. (2010). Natural anti-inflammatory agents for pain relief.

médicinale Algérienne Anethium graveolens et leur effet cardioprotectrice contre la toxicité de la
152 Anethume Graveolens. Mémoire de Master, Université des Frères Mentouri Constantine, Algérie. 29—36 p

- Mémoire de magister « étude et caractérisation des huiles essentielles du genre Pinus , dans le parc national d'El Kala (P.N.E.K)» présentée par SAADOU NINA en 2007-2008.

naturellement abondantes en Corse. Corse Historique, 3-14.

- Nelly, C.B., 2013, prise en charge des douleurs articulaires par aromathérapie et
- Nishioka, K., Hidaka, T., Nakamura, S., Umemura, T., Jitsuiki, D., Soga, J., Goto, C.,

Phytothérapie.

polytechniques et universitaires romandes pp 121-216.

respiratoire dans le plateau central marocain. Journal of Animal & Plant Sciences 25(2), 3886-3897

- Sime, S., & Reeve, V. E. (2004). Protection from inflammation, immunosuppression and carcinogenesis induced by UV radiation in mice by topical Pycnogenol. *Photochemistry and photobiology*, 79(2), 193–198. [https://doi.org/10.1562/0031-8655\(2004\)079<0193:pfiiac>2.0.co;2](https://doi.org/10.1562/0031-8655(2004)079<0193:pfiiac>2.0.co;2)

Some physicochemical characteristics of pinus (*Pinus halepensis* Mill., *Pinus pinea* L., *Pinus pinaster* and *Pinus canariensis*) seeds from North Algeria, their lipid profiles and volatile contents. *Food Chemistry* 188, 184–192

Surgical Neurology International. ; 1:80. Doi: 10.4103/2152-7806.73804.

- Telaidji, A. N., 2018. Caractérisation chimique et activités biologiques (in vitro et in vivo) de

to treat pain and inflammatory conditions. *African Journal of Biotechnology*, 6(25).

végétaux un exemple des métabolites secondaires d'importance économique. Presses

- Villar, A., Sanz, M.J., & Payo, M.(1987). Hypotensive effect of *Pistacia lentiscus* L.
- Walker ; J.E., Saraste M., Runswick M.J. & Gay N.J., 1982. Distantly related sequences
- Celhay, C., 2013. Fractionnement de coproduits de pin maritime (*Pinus pinaster*) et de peuplier (*Populus tremula*) pour l'obtention d'extraits polyphénoliques à activité antioxydante: procédé d'extraction aqueuse en extracteur bi - vis et étude des conditions subcritiques.
- Alaoui, A., Laaribya, S., Gmira, N. 2011. Production, croissance et modèles de conduite sylvicoles des principales essences (le pin maritime et le pin d'Alep) de reboisement au Maroc. *Kastamonu Univ., Journal of Forestry Faculty* 11(1), 68 – 84.