



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي



Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة محمد البشير الإبراهيمي برج بوعريريج

Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi B.B.A.

كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الارض والكون

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers

قسم العلوم البيولوجية

Département des Sciences Biologiques

Mémoire

En vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine Des Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Phytopathologie

Thème

**Screening phytochimique et analyse pédologique de la
plante « *Pinus halpensis* mill. » récolté de trois régions
(Ghilassa, Ksour, Ouacif).**

Présenté par : BEHIH Yasmina
BEN AMROUCHE Sabrina

Devant le jury :

Président : M^r SAYAH Tahar MAA (Université de Bordj Bou Arréridj)

Encadrant : M^{me} FATMI Wided MCB (Université de Bordj Bou Arréridj)

Examineur : M^{me} MANALLAH Imen. MAB (Université de Bordj Bou Arréridj)

Année universitaire : 2016/2017



Remerciements

En premier lieu et avant tout je tiens à remercier DIEU le tous puissant qui nous donné le courage, la patience et la force de terminer ce travail.

Nous tenons à exprimer nos vifs remerciements à tous

Nos professeurs qui ont contribués à notre formation

Nous désirons exprimer notre profonde et vive reconnaissance

A notre encadrant Docteur M^{me} FATMI Wided

Qui a mis tout son compétence à notre disposition

Pour ces directives et conseils judicieux et pour

Son suivi régulier à l'élaboration de ce modeste travail.

Nous tenons à présenter nos remerciements à M^{me} AOUI Hadjira et

M^{lle} BAALI Faiza pour leur aide, et leurs conseils précieux,

Nous remercions infiniment Mr SAYAH Tahar d'avoir accepté de juger

et présider notre travail. Nous exprimons nos vifs remerciements à

l'examinatrice M^{me} MANAL Imen.

Nous tenons aussi a remercié l'ensemble des techniciens de laboratoire de

biochimie et phytopathologie surtout (Khalil, Wassima, Wahiba)

Pour leur gentillesse et leur aide durant la période que nous avons passé

dans le laboratoire.

Nos derniers remerciement vont à tous ceux qui ont contribué de près ou

de loin pour l'aboutissement de ce travail.



Dédicace



Je dédie ce modeste travail :

*À la mémoire de mon cher père que DIEU le garde
dans son vaste paradis.*

À ma très chère mère.

À ma sœur Houda.

À mes grands parents.

Je suis très heureuse et fière de votre présence à mes côtés.

À mes oncles, à mes tantes et leurs petites familles.

À tous mes amis(es), en particulier Amir.

*À ma collègue « Yasmina » qui est partagées avec moi les
moments difficiles de ce travail et sa famille.*

*À tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la
réalisation de ce travail.*

♥ *Ben Amrouche Sabrina*





Dédicace

A Dieu et À son prophète Mohamed

*Je dédier ce modeste travail à ceux qui m'ont offre
la vie le soutient tout au longue de mes études,
le courage pour aller jusqu'au but, mes symboles
dans la vie mes chères parents*

« Lachter Hayet Et Abd El Allah »

*A ma Sœur et ma chère Wissem Tu restes dans
mes pensées et dans mon cœur.*

A ma grande mère, mes frères, mes sœurs,

A mes Oncles, mes Tantes

Une grande dédicace à tous Mes amis,

A ma Collègue dans ce travail Sabrina

*Je ne peux que vous direz merci de m'avoir soutenu
à bout des bras encouragé tout au long de ces années
d'études longues et difficiles... « Behih Yasmina ».*



Sommaire

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction..... 1

Partie 1 : Etude bibliographique

Chapitre I : Généralités sur la plante

1. Présentation de la plante.....	3
2. Description botanique.....	3
3. Cycle de reproduction et fructification.....	5
4. Classification.....	6
5. Nom vernaculaire.....	6
6. Répartition géographique.....	6
6.1. Répartition du pin d'Alep dans le monde.....	6
6.2. Répartition du pin d'Alep en Algérie.....	7
7. Données phytochimique.....	8
8. Les propriétés pharmacologiques biologiques de la plante.....	8
8.1. Usage traditionnel.....	8
8.2. Intérêt thérapeutique.....	9
8.3. Intérêt biologiques.....	9
9. Intérêt économique de l'espèce.....	11

Chapitre II : Les métabolites secondaires

1. Définition.....	12
2. Classification.....	12
2.1. Les composés phénoliques.....	12
2.2. Les alcaloïdes.....	14
2.3. Les terpenoïdes.....	15

Chapitre III : Généralités sur le sol

1. Définition.....	16
2. Paramètres chimique du sol.....	16
2.1. pH du sol.....	16
2.2. Conductivité électrique du sol.....	17
2.3. Calcaire.....	18
2.4. Matière organique du sol.....	18

Partie 2 : Etude expérimentale

Chapitre I : Matériel et méthodes

1. Présentation des régions d'étude	20
1.1. La wilaya de Bordj Bou Arreridj	20
1.2. La wilaya de Tizi-Ouzou.....	21
2. Analyse phytochimique	23
2.1. Méthodes d'extractions	24
2.2. Screening phytochimique qualitatif	27
2.2.1. Caractérisation des différents types d'extrait par des réactions de coloration en tubes	28
3. Analyse pédologique	28
3.1. Les échantillons du sol	28
3.2. Analyse chimique des échantillons du sol.....	29
3.2.1. Mesure du pH du sol.....	29
3.2.2. Mesure de la conductivité électrique.....	30
3.2.3. Mesure de l'humidité pondérale.....	31
3.2.4. Dosage du calcaire total.....	32
3.2.5. Mesure de la matière organique.....	34
4. Analyse statistiques des résultats.....	35

Chapitre II: Résultats et discussion

1. Analyse phytochimique.....	36
1.1. Rendements des extraits.....	36
1.2. Screening phytochimique.....	38
2. Analyse pédologique.....	40
2.1. pH.....	41
2.2. Conductivité électrique.....	43
2.3. L'humidité (teneur en eau).....	43
2.4. Calcaire total.....	45
2.5. Matière organique.....	46

Conclusion.....	47
------------------------	-----------

Références bibliographiques

Annexes

Liste des tableaux

Tableau I : Activité antimicrobienne de l'huile essentielle du <i>P.halpensis</i> Mill.....	10
Tableau II : Activité antifongique de l'huile essentielle du <i>P.halpensis</i> Mill.....	10
Tableau III : Répartition des classes des pH des sols étudiés du périmètre selon les normes Diaea/Drha/Seen (2008).....	16
Tableau IV : Echelle de salinité en onction de la conductivité électrique de l'extrait dilué1/5.....	17
Tableau V : Echelle d'interprétation de calcaire total.....	18
Tableau VI : Répartition des classes des sols selon la teneur en matière organique.....	19
Tableau VII : Rendements, aspects et couleurs des extraits obtenus par Macération.....	37
Tableau VIII: récapitulatif de la présence des substances chimiques dans les extraits aqueux.....	39
Tableau IX : récapitulatif de la présence des substances chimiques dans les extraits méthanoliques.....	39
Tableau X : récapitulatif de la présence des substances chimiques dans les extraits de l'Hexane.....	40
Tableau XI: Résultats des analyses physico-chimiques du sol.....	41

Liste des figures

Figure 1 : L'arbre du pin d'Alep (<i>Pinus halpensis</i> Mill.).....	3
Figure 2 : Aiguilles et pièces reproductrices du pin d'Alep (<i>Pinus halpensis</i> Mill.).....	4
Figure 3 : Les graines de pin d'Alep.....	4
Figure 4 : Cycle de reproduction du pin d'Alep.....	5
Figure 5 : Aire de répartition du Pin d'Alep en région méditerranéenne.....	7
Figure 6 : Aire de répartition du pin d'Alep en Algérie.....	7
Figure 7: Structure chimique des polyphénols.....	15
Figure 8: Acide cinamique.....	15
Figure 9 : Acide benzoïque.....	15
Figure10: Structure de base des flavonoïdes.....	15
Figure 11: Structure d'une molécule de coumarine.....	15
Figure 12: Localisation géographique des régions étude.....	23
Figure 13: Les échantillons de matériel végétal des trois régions.....	23
Figure 14 : Filtration des extraits avec papier filtre.....	24
Figure 15 : Séchage de l'extrait brut à l'aide de rotavapor.....	25
Figure 16 : Filtration à l'aide d'un tissu (mousseline).....	25
Figure 17 : Séchage des extraits brut dans l'étuve.....	25
Figure 18 : Protocole de préparation des extraits (hexane, méthanol) de <i>pinus halpensis mill.</i>	26
Figure 19 : protocole de préparation des extraits aqueux de <i>pinus halpensis mill.</i>	27
Figure 20: Les échantillons du sol des trois régions.....	29
Figure 21 : Tamisages du sol.....	29
Figure 22 : la mesure de pH.....	30
Figure 23 : Conductimètre.....	31
Figure 24: Calcimètre de BERNARD.....	33
Figure 25 : Le sol dans un Four à moufle.....	35
Figure 26 : les différents extraits obtenus par l'extraction de <i>pinus halpensis</i> Mill.....	37
Figure 27 : Le taux de pH eau des trois stations.....	42
Figure 28: Le taux de pH kcl(0.1N) des trois stations.....	42
Figure 29: Le taux de pH kcl(1N) des trois stations.....	42
Figure 30 : Conductivité électrique $\mu\text{s/cm}$ des trois régions.....	43
Figure 31: Taux d'humidités (%) des trois régions.....	44
Figure 32 : Taux de calcaire (%) des trois régions.....	45
Figure 33: Taux de la matière organique (%) des trois régions.....	46

Liste des abréviations

- C.E** : la conductivité électrique
- μs/cm** : micro-Siemens par centimètre
- CaCO₃** : le carbonate de calcium
- SM** : Les métabolites secondaires
- PP** : les polyphénols
- Rd** : rendement
- H** : Humidité
- MO** : matière organique
- E** : Echantillon
- CaCl₂** : Chlorure de calcium
- KCL** : chlorure de potassium
- mmoh/cm** : Millimho par centimètre
- ds/m** : DeciSiemens par mètre
- pH** : potentiel hydrogène
- MO** : matière organique
- P** : Phosphore
- K** : Potassium
- Mg** : Magnésium
- Ca** : Calcium
- Al** : Aluminium
- Fe** : Fer
- Mn** : manganèse
- N** : Normalité
- IUSS** : l'Union Internationale de la Science du Sol

Abstract

This work lies within the scope of study of the national botanical heritage especially the medicinal herbs including one great part remains still virgin and requires in-depth studies, the one that relates to our objectives will be around the phytochemical study and the pedological of the plant *Pinus halepensis* Mill., it is the only species of family of the Pinaceae, divided in the whole world and primarily around the Mediterranean coasts. They are trees or more rarely of the persistent shrubs, monoïques. In Algeria, it occupies 35% of wooded surface.

Variable outputs were obtained for the various types of extracts (extract of hexane, methanol and aqueous) prepared starting from the various bodies (seeds, sheets) of pine of Alep coming from the three studied stations. The seeds of the three areas Ghilassa, Ksour and Ouacif gave out puts extracts some with hexane more important by contribution with the other extracts from methanol and aqueous.

The screening phytochemical of the plant collected from the three stations (Ghilassa, Ksour and Ouacif) made it possible to highlight the presence of phenols, flavonoids, terpenes, tannins and coumarins.

The results of the analysis of the pH (7.64 to 8.42) of the three studied grounds, are slightly and fairly basic, it is a fork of the pH currents for the grounds in arid semi areas. This plants also preferred the grounds saline (ground of Ouacif and Ksour) with a very saline ground (ground of Ghilassa), it is resistant species has the drought (the humidity is low in the Ouacif and Ghilassa area, and average in the Ksour area), it resists very of course the Mediterranean coastline, in full sun, it appears even in areas semi-desertic. The plants analyses seem beings very rich in organic matter, and a limestone.

Keywords: *Pinus halepensis* Mill., crude extract, secondary metabolites, Ksour, Ouacif, Ghilassa, Ground.

Résumé

Ce travail s'inscrit dans le cadre de l'étude du patrimoine botanique national surtout les plantes médicinales dont une grande partie reste encore vierge et nécessite des études approfondies, alors il porte sur notre objectif sera alentour l'étude phytochimique de la plante *Pinus halpensis* Mill. et l'analyse pédologique des régions de récolte de la plante. *Pinus halpensis* est la seule espèce de famille des pinaceae, répartie dans le monde entier et essentiellement autour des côtes méditerranéennes, Ce sont des arbres ou plus rarement des arbustes persistants, monoïques. En Algérie, il occupe 35 % de la surface boisée.

Des rendements variables ont été obtenus pour les différents types d'extraits (extrait de l'hexane, méthanol et aqueux) préparés à partir des différents organes (graines, feuilles) de pin d'Alep en provenance des trois stations étudiées. Les graines des trois zones (Ghilassa, Ksour et Ouacif) ont données des rendements en extrait de l'hexane plus importants par rapport aux autres extraits de méthanol et aqueux.

Le screening phytochimique de la plante recueillie des trois stations : Ghilassa, Ksour et Ouacif a permis de mettre en évidence la présence des : phénols, flavonoïdes, terpènes, tanins, et coumarines.

Les résultats de l'analyse du pH (7.64 à 8.42) des trois sols étudiés, conformes avec les données pédologiques des régions semi arides. Ont révélé que *Pinus halpensis* semble bien s'installer dans des sols faiblement à moyennement basique. Cette plantes préféré aussi les sols salin (sol d'Ouacif et Ksour) ou très salin (sol de Ghilassa), c'est une espèce résistante a la sécheresse (des taux d'humidité faible à la station de Ouacif, Ghilassa et moyen à ksour), il résiste très bien sur le littoral méditerranéen, en plein soleil et face aux embruns, Il apparaît même en régions semi-désertiques. Les soles analysés semblent êtres très riche en matière organique, et en calcaire total.

Mots clés : *Pinus halpensis* Mill., extrait brut, métabolites secondaires, Ksour, Ouacif, Ghilassa, sol.

Introduction

Introduction

L'Algérie dispose d'une ressource forestière caractérisée par une grande variabilité associée à toute la gamme de bioclimats méditerranéens, depuis le bioclimat humide jusqu'au bioclimat saharien (**Louni, 1994**). Malgré cette diversité, les forêts algériennes sont dominées par un nombre limité d'espèces ou de groupes d'espèces de plantation ou de forêt naturelle dont certaines fortement endémiques parmi ces espèce le *pinus halepensis* mill. (**Derbal, Zerizer et al., 2015**).

Le pin d'Alep (*Pinus halepensis* mill.)appartiennent à la famille des pinaceae, répartie dans le monde entier et essentiellement autour des côtes méditerranéennes (**Ching et al., 2010**).*Pinus halepensis* est l'espèce la plus abondante en Algérie, le plus important dans le bassin méditerranéen par rapport à leurs intérêts et leurs rôles écologiques, économiques et aussi médicinaux (**Meddour-Sahar, 2012 ; FAO, 2013 ; Mellaoui, 2013**).

Les métabolites secondaires sont des molécules organiques complexes synthétisées par les plantes autotrophies (**Boudjouref, 2011**).Ce sont caractérisés généralement par de faible concentration dans les tissus végétaux (généralement quelques pourcents du carbone total, si on exclue la lignine de cette catégorie) (**Newman et Cragg, 2012**).Aussi n'exercent pas de fonction directe au niveau des activités fondamentales de la plante (**Guignard, 1996**).

Biosynthétisés à partir de métabolites primaires et jouent un rôle majeur dans les interactions de la plante avec son environnement, contribuant ainsi à la survie de l'organisme dans son écosystème (**Peeking et al., 1987**). Les plus grands groupes sont les alcaloïdes, les terpénoïdes, les stéroïdes et les composés phénoliques. Ils présentent une énorme valeur économique (en particulier pour l'industrie pharmaceutique et la cosmétique) (**Peeking et al., 1987**).

Les pinus produisent une grande variété de métabolites secondaires: tels que les phénols, terpènes, tanins, flavonoïdes, coumarines et d'autres métabolites secondaires, qui sont souvent dotées des intérêts thérapeutique et biologique (**Wong et al., 2006**).

Pour ce qui est de la nature du sol, si le Pin d'Alep préfère les sols marno-calcaires, il supporte les encroûtements calcaires et même gypseux; il tolère très mal les sols compacts et hydromorphes (limoneux et limono-argileux) et les sols à faible rétention (sable profond) (**Sghaier et Claustrioux, 2014**).

C'est ainsi que nous nous sommes intéressés à entreprendre ce travail qui a pour objectif de rechercher les différents métabolites secondaires présentés dans les différents extraits des graines et des feuilles de *Pinus halepensis* récoltée de trois stations ; ksour et

Ghilassa (wilaya de Bordj Bou Arréridj), Ouacif (wilaya de Tizi-Ouzou), et d'étudier les propriétés physico-chimiques du sol dans lequel la plante est nourrie.

Cette étude est subdivisée en deux parties essentielles, la première partie présente une synthèse bibliographique dans laquelle nous apportons un premier chapitre qui est consacré à l'étude de *pinus halepensis* mill., un second chapitre qui consiste à étudier les différents types des métabolites secondaires, le troisième chapitre traite les propriétés physico-chimiques du sol.

La deuxième partie, expérimentale, répartie en deux chapitres dans ce mémoire, le premier chapitre décrit le matériel et les méthodes utilisés (screening phytochimique des extraits de la plante et étude pédologique du sol), le deuxième chapitre expose l'ensemble des résultats obtenus et leur discussion. Et enfin, nous nous finirons par une conclusion.

Partie 1:
Etude
expérimentale

Chapitre I :
Généralités sur
la plante

Chapitre I : Généralités sur la plante

1. Présentation de la plante

Le pin d'Alep ou pin blanc de Provence (*Pinus halepensis* mill.) est un conifère de la famille des Pinacées qui regroupe environ 250 espèces. Il fût à l'origine appelé à tort pin d'Alep, par son descripteur le botaniste écossais (Philip Miller) en 1768 (Ladjal, 2012), qui croyait probablement que cet arbre était endémique à cette région. En réalité, il s'agit du pin de Calabre (*Pinus brutia*) qui pousse principalement dans la région d'Alep (Nam, 2014).

2. Description botanique

Arbre qui peut atteindre 20 à 30 m de haut, au tronc généralement tortueux droit et uniforme avec des branches larges sur sa partie médiane. Les branches poussant près de la cime sont courbées vers le haut, créant des silhouettes ovales. Dans les forêts (figure 1), le tronc du pin blanc pousse habituellement droit et sans branche sur au moins les deux tiers de sa hauteur. L'écorce lisse et grise au début, puis épaisse et crevassée tournant au rouge-brun avec les années. La figure 2 représente les aiguilles et les pièces reproductrices du pin d'Alep. Où Les aiguilles (figure 2a) sont fines et souples et groupées par deux ; elles mesurent de 5 à 10 cm de long; d'un vert clair. Chatons mâles (figure 2b) oblongs, roussâtres, longs de 6-7 mm. Les cônes (figure 2c) oblongs-coniques aigus « cônes femelles», longs de 8-12 cm, rouge-brun luisant, à pédoncule très épais. Les arbres jeunes ont une forme assez régulière. Les plus âgés, dégarnis à la base, ont un houppier plus dispersé, une cime irrégulière et peu dense (Ladjal, 2012).



Figure 1 : L'arbre du pin d'Alep (*Pinus halepensis* mill.) (Seladji, 2014).



Figure 2 : Aiguilles et pièces reproductrices du pin d'Alep (*Pinus halpensis* mill.)
a : aiguilles ; b : chatons males ; c : cône femelle (Ladjal, 2012).

Les fruits sont des cônes verticillés apparaissant à l'automne sur les arbres adultes. Les écailles s'écartent à maturité, libérant des graines (figure 3) d'environ 7mm, mates, munies d'une aile 4 fois plus longue qu'elles, persistante qui permet leur dissémination rapide (Kadari, 2012).



Figure 3 : Les graines de pin d'Alep (Bouaaza, 2013).

Le pin d'Alep, est une essence monoïque, le cône femelle à d'écailles (Figure 3), qui s'ouvrent temporairement pour recevoir le pollen, puis se referment pendant la fécondation qui se fait sous l'action de l'humidité ou suite à une immersion dans l'eau. La maturation de la graine prend 6 à 8 mois après la pollinisation dans la plupart des genres de *Pinaceae*, mais 18 à 24 mois (rarement plus) pour la plupart des pins. Les graines, triangulaires, sont de 10 à 15 mm de long, prennent des couleurs ternes tendent vers la marron, et munies d'aile longue, elles sont riches en résines (particularité des Pinacées) (Ladjal, 2012).

3. Cycle de reproduction et fructification

Le pin d'Alep se reproduit en général vers l'âge de 8-12 ans, cependant la maturité sexuelle peut être plus précoce vers 4 ans et peut même se déclencher plus tôt à l'âge de deux ans, La maturité sexuelle est très variable dans le temps ; elle dépend des conditions du milieu, et semble surtout liée à la croissance de l'arbre : plus l'arbre est vigoureux plus l'aptitude à la fructification est précoce (**Chokri, 2005**).

Le pin d'Alep est une espèce monoïque ; les organes sexuels mâles et femelles sont nettement séparés dans l'architecture de l'arbre, les inflorescences femelles (cônes) apparaissent en position terminale sur des pousses vigoureuses, alors que les inflorescences mâles (chatons) sont regroupées en un pseudo verticille généralement sur des rameaux inférieurs. La figure 4 reproduit le cycle de reproduction du pin d'Alep ; ce cycle a été établi au départ d'observations régulières sur une période de 3 ans. Mûrs l'année même de leur formation, les chatons mâles tombent après l'émission de leur pollen au printemps, alors que les cônes femelles continuent à se développer après la fécondation (mars - avril), ne mûrissent qu'à la deuxième année et ne laissent échapper leurs graines qu'au cours de la troisième année. Quant à la pollinisation, elle est assurée essentiellement par le vent.

Le pin d'Alep est une espèce diploïde qui compte 24 chromosomes ($2n$), comme c'est le cas pour la plupart des pins (**Chokri, 2005**).

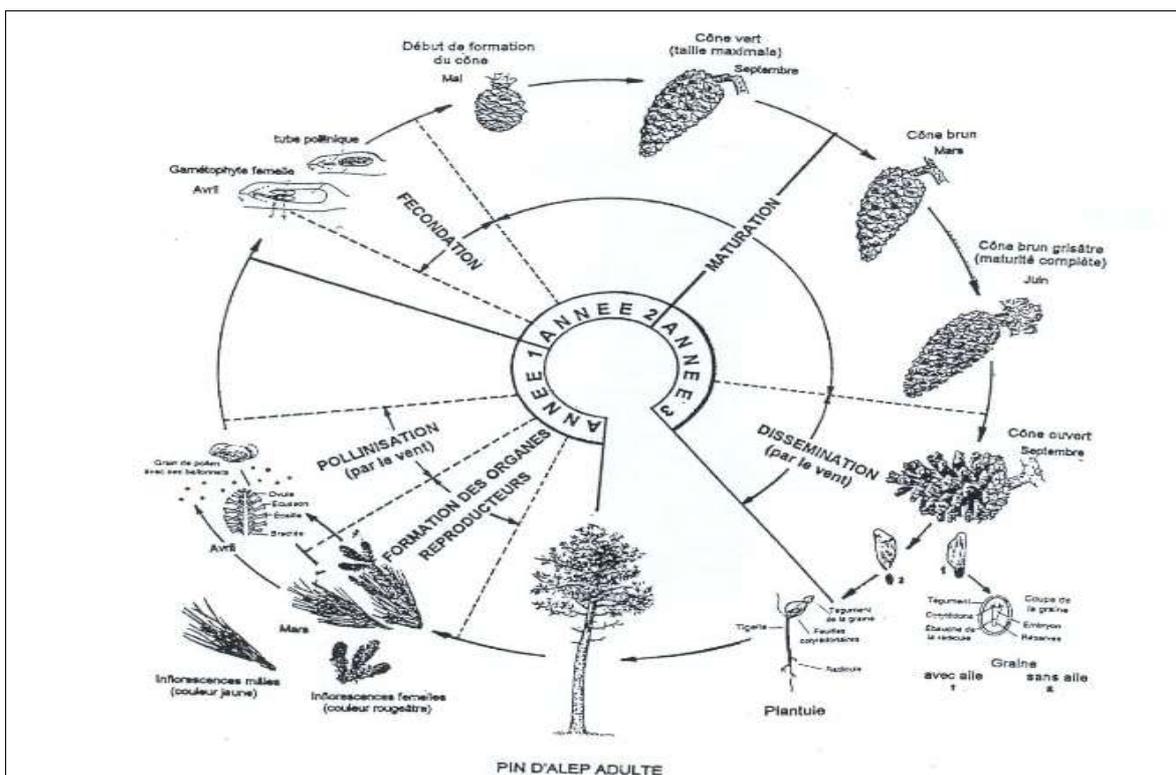


Figure 4 : Cycle de reproduction du pin d'Alep (**Chokri, 2005**).

4. Classification

Règne	: Plante
Embranchement	: Spermaphytes (Phanérogames)
Sous-embranchement	: Gymnospermes
Classe	: Pinopsida
Ordre	: Pinale
Famille	: Pinaceae
Sous-famille	: Pinoidée
Genre	: Pinus
Sous-genre	: Pinus
Espèce	: <i>Pinus halepensis</i> (Miller, 1768) (Seladji, 2014).

5. Nom vernaculaire

Français: Pin blanc, Pin d'Alep, Pin de Jérusalem.

Arabe: الصنوبر الحلبي.

Espagnol: Pi blanc, Pi bord, Pincarrasco, Pinoblanquillo.

Italien: Pino di Aleppo.

Berbère: Tayada. (**Bouazza, 2013**).

6. Répartition géographique

6.1. Répartition du pin d'Alep dans le monde

Pinus halepensis se trouve à l'état spontané autour du Bassin méditerranéen, sauf en Egypte. Il est très répandu en Afrique du Nord surtout en Algérie, Tunisie et Maroc où il constitue les massifs les plus importants. Ses forêts occupent plus de 2.5 millions d'hectares répartis dans certains pays situés sur le pourtour de la Méditerranée. Sur les rivages européens, il est présent en Espagne, France (dans la région méditerranéenne, jusqu'à 600- 800 m sur les versants sud), Italie, et en Grèce (Figure 5) (**Quézel, 2000**).

Le pin d'Alep est pourtant le seul grand arbre à pousser facilement et naturellement dans la roche calcaire au sol pauvre et sec. Il résiste très bien sur le littoral méditerranéen, en plein soleil et face aux embruns. Il apparaît même en régions semi-désertiques, notamment en Libye, où sa tolérance à la sécheresse est remarquable (il supporte des moyennes annuelles de précipitations de seulement 250 mm). Il craint en revanche les périodes prolongées de gel et se trouve très vulnérable face aux chutes de neige

importantes; ses branches sont fragiles et cassent facilement, l'arbre peut même être déraciné (Ladjal, 2012).



Figure 5 : Aire de répartition du Pin d'Alep en région méditerranéenne (Fady et al., 2003).

6.2. Répartition du pin d'Alep en Algérie

En Algérie, il occupe 35 % de la surface boisée. Il forme des peuplements dans la région de Tébessa, les plateaux constantinois et les Aurès, la région d'Alger (forêts de Médéa), à BelAbbès, à Saida et dans l'Ouarsenis, l'atlas saharien et dans la région de Djelfa, les Monts des Ouled-Nail (Figure 6) (Bentouati, 2006).

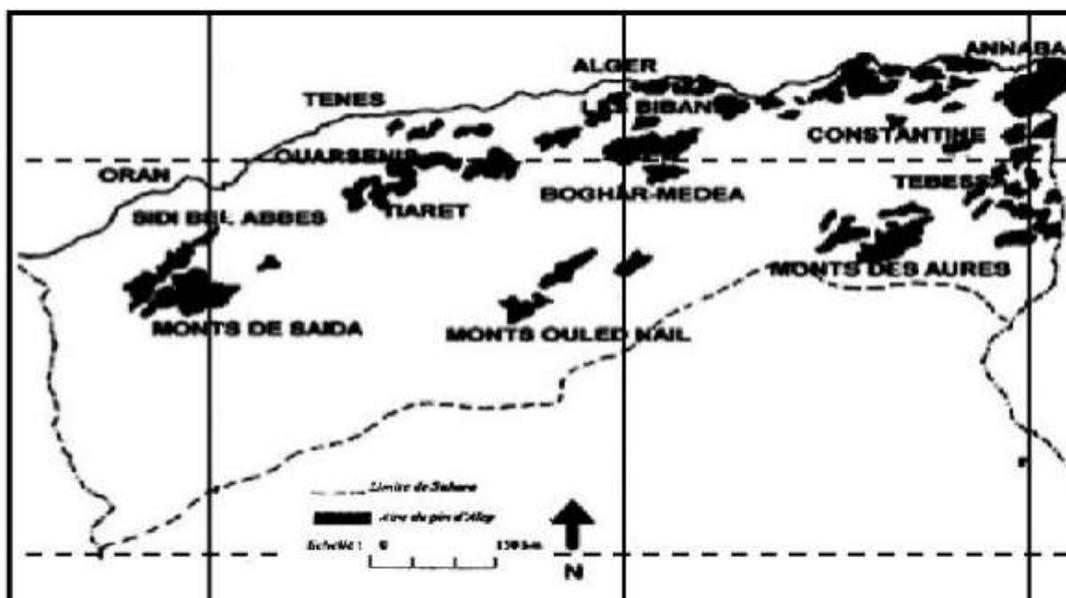


Figure 6 : Aire de répartition du pin d'Alep en Algérie (Bentouati, 2006).

7. Données phytochimiques

Différentes études ont été réalisées sur la composition chimique des extraits de *P. halepensis*. Deux types de solvants ont été utilisés. L'utilisation du cyclohexane ou de l'hexane permet l'extraction de terpènes et d'acides résiniques, tandis que le mélange acétone/eau et/ou de l'eau acidifiée par une solution d'HCl, permet d'extraire les flavonoïdes (Nam, 2014).

- Ormeño et al. (2007) ont mis en évidence la présence de terpènes contenus et émis par diverses espèces du pourtour méditerranéen (dont *P. halepensis*). Par extraction des aiguilles au cyclohexane, ils ont obtenu trois composés majoritaires: l' α -pinène (1488 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$), le (E)- β -caryophyllène (650 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) et le δ -3-carène (285 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$);

- Kaundun et al. (1998) ont étudié la variabilité géographique des flavonoïdes contenus dans les aiguilles de *P. halepensis* de plusieurs pays européens. Cette étude a été menée sur 215 arbres. Le solvant utilisé est de l'eau acidifiée par HCl. Deux types de flavonoïdes sont extraits, d'une part des anthocyanes (pigments naturels des feuilles), telles que la prodéphinidine et la procyanidine (93.6%et 6.4%, respectivement) et d'autre part des flavonols tels que la quercétine, l'isorhamnétine et le kaempférol (Pourcentages moyens respectifs: 26.2%; 26.2%et 23.2%).

- Les études environnementales sont menées par Pasqualini et al. (2003) ont permis d'établir que les composés phénoliques présents dans les aiguilles de *P. halepensis* Etaient des bio-indicateurs de la qualité de l'air (degré de pollution par dioxyde de soufre et oxyde d'azote). Les solvants d'extraction utilisés sont le méthanol aqueux à 70%acidifié par HCl pour les phénols totaux, puis l'éther diéthylique pour les phénols simples. Les trois acides phénoliques majoritaires sont les acides protocatéchique (jusqu'à 71 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$), vanilique (jusqu'à 24 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) et coumarique (jusqu'à 18 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$).

8. Les propriétés pharmacologiques biologiques de la plante

8.1. Usage traditionnel

Les *Pinus* sont utilisés en médecine traditionnelle algérienne. Ils sont le plus souvent utilisés comme :

- ✓ Antiseptique puissant à action dynamisant; recommandé dans toutes les infections des voies respiratoires, les infections urinaires, les calculs biliaires.
- ✓ Rubéfiant et balsamique, efficace dans les affections pulmonaires: la grippe, la sinusite, les rhumatismes (Seladji, 2014).

8.2. Intérêt thérapeutique

Plusieurs études visant à évaluer le potentiel biopharmaceutique de différentes espèces de pins ont été rapportées dans la littérature. Ces travaux se penchent particulièrement sur le potentiel antioxydant, antibactérien et antifongique. Il existe aussi quelques études sur le potentiel anticancéreux des extraits de pins et de composés provenant du genre *Pinus* (**Kadari, 2012**). En particulier :

8.2.1. Affection gastro-intestinale : Les maladies gastriques comme les ulcères de l'estomac et d'autres affections liées aux inflammations du revêtement gastro-intestinal.

8.2.2. Suppression de l'appétit: L'huile de pin fournit un moyen naturel pour diminuer la sensation de la faim. Ceci conduit à une réduction de la consommation calorique et à l'absorption de graisses. Donc elle peut être prescrit pour les personnes obèses sans avoir des effets secondaires, rencontrés avec la prise des produits chimiques.

8.2.3. Maladies cardio-vasculaires : L'huile contient de l'acide pinolénique, un acide gras polyinsaturé, isomère positionnel de l'acide gamma linolénique (GLA), qui régule le taux des lipides totaux du sang, en réduisant la consolidation des plaquettes, ce qui aboutit à une diminution de la pression sanguine.

8.2.4. Activité antioxydant : La plupart des composés organiques, dans les corps vivants ou non, sont susceptibles de se dégrader à des températures plus ou moins élevées en présence de l'oxygène atmosphérique. Cette oxydation est à l'origine de la détérioration des propriétés mécaniques des polymères, du rancissement des corps gras alimentaires ou de diverses pathologies. Cela fait appel à l'utilisation des antioxydants, qui sont capables de piéger les radicaux responsables de ces anomalies. L'activité antioxydante des extraits de pins a été démontrée clairement au cours des dix dernières années la présence de composés phénoliques explique en grande partie ce fort potentiel antioxydant (**Kadari, 2012**).

8.3. Intérêts biologiques

8.3.1. Activité antimicrobienne : L'essor de la chimie a permis l'apparition de nouvelles substances antimicrobiennes. Ces dernières sont définies comme étant des substances utilisées pour détruire les microorganismes ou empêcher leur croissance, y compris les antibiotiques et autres agents antibactériens et antifongiques (**Bouguerra, 2011**).

L'huile essentielle de *P. halepensis* provenant de l'ouest d'Algérie a été évaluée par la méthode de diffusion sur disque contre 11 bactéries. Les tests ont montré que l'huile a une activité antibactérienne variable contre les souches testées, la zone maximale d'inhibition a

été enregistrée contre les cinq souches mentionnées dans le tableau ci-dessous (Seladji, 2014).

Tableau I : Activité antimicrobienne de l'huile essentielle de *P.halepensis* mill. (Seladji, 2014).

Micro-organismes	Diamètres d'inhibition (mm)
<i>Enterococcusfaecalis</i>	9.0
<i>Lysteriamonocytogenes</i>	10.0
<i>Acinetobacterbaumani</i>	9.5
<i>Citrobacterfreundii</i>	8.0
<i>Klebsiellapneumoniae</i>	10.0

8.3.2. Activité antifongique : L'huile essentielle de *P. halepensis* extraite à partir des aiguilles montre une activité antifongique contre les champignons suivant mentionnées dans le tableau II (Seladji, 2014).

Tableau II : Activité antifongique de l'huile essentielle de *P.halepensis* mill. (Seladji, 2014).

Champignons	Diamètres d'inhibition (mm)
<i>Aspergillus flavus</i>	3
<i>Aspergillus Niger</i>	3.75
<i>Fusariumoxysporum</i>	9
<i>Rhizopusstolonifer</i>	3.5

8.3.3. Activité allélopathique : Le rôle des processus allélopathiques dans le cas d'espèces ligneuses constituant des éléments majeurs des successions secondaires en région méditerranéenne. Les études confirment les propriétés allélopathiques du pin d'Alep, propriétés qu'il faut nuancer en fonction des stades dynamiques et en fonction des sources d'allélochimiques (pluvioléssivats ou exsudats racinaires). Enfin la mise en évidence de phénomènes d'autotoxicité amène une réflexion sur les régulations de la dynamique populationnelle de ce pin et sur ses conséquences sur la succession végétale (Bonin et al, 2007).

9. Intérêt économique de l'espèce

Ecologiquement, *P. halepensis* est l'espèce forestière la plus importante dans de nombreux pays méditerranéens. Il est utilisé généralement dans des programmes de reboisement des sols dégradés (**Maestre et Cortina, 2004**), cas de la «ceinture verte» dans le sud de l'Algérie, où 1 million de hectares ont été plantés de pins d'Alep il y a plus de 20 ans, son bois est utilisé en construction, industrie, menuiserie, bois et pâte à papier, pour l'étaillage des mines, la construction navale et la charpenterie(**Lahouati, 2000**).

Le pin d'Alep donne environ 3 Kg de résine (la gemme) par arbre et par an, la gemme pure contient 20 à 24 % d'essence de térébenthine et 75 à 80% de cellophane, elle a aussi des usages médicaux, ses bourgeons très résineux, sont utilisés comme balsamiques et diurétique (sirops et pastilles).On extrait à partir du bois aussi par distillation du goudron de Norvège, à propriétés balsamiques et antiseptiques.

Les graines de pin sont comestibles et utilisées en pâtisserie et confiserie ou peuvent être mangées crues en cassant leur coque (**Bouazza, 2013**).

Chapitre II :
Les métabolites
secondaires

Chapitre II : Les métabolites secondaires

1. Définition

Le terme «métabolite secondaire», qui a probablement été introduit par Albrecht Kossel en 1891, est utilisé pour décrire une vaste gamme de composés chimiques dans les plantes, qui sont responsables des fonctions périphérique indirectement essentielles à la vie des plantes. Telles que la communication intercellulaire, la défense, la régulation des cycles catalytiques (**Yeza et Bouchama, 2014**).

Les métabolites secondaires (SM) sont présents dans toutes les plantes supérieures, et ayant une répartition limitée dans l'organisme de la plante. Dont plus de 200.000 structures ont été définies (**Hartmann, 2007**) et sont d'une variété structurale extra ordinaire mais sont produits en faible quantité. Ces molécules marquent de manière originale, une espèce, une famille ou un genre de plante et permettent parfois d'établir une taxonomie chimique (**Yeza et Bouchama, 2014**).

2. Classification

On peut classer les métabolites secondaires en trois grands groupes : les composés phénoliques, les terpènes et les alcaloïdes. Chacune de ces classes renferme une très grande diversité de composés qui possèdent une très large gamme d'activités en biologie humaine. Ils présentent une énorme valeur économique (en particulier pour l'industrie pharmaceutique et la cosmétique (**Aref et Heded, 2015**)).

2.1. Les composés phénoliques

Les composés phénoliques ou les polyphénols (PP) (figure7) constituent une famille de molécules très largement répandues dans le règne végétal. Sont des produits du métabolisme secondaire des plantes, depuis les racines jusqu'aux fruits. Ce qui signifie qu'ils n'exercent pas de fonctions directes au niveau des activités fondamentales de l'organisme végétal, comme la croissance, ou la reproduction (**Yusuf, 2006**).

Les polyphénols sont des produits de la condensation de molécules d'acétyl-coenzyme A et de phénylalanine. Cette biosynthèse a permis la formation d'une grande diversité de molécules qui sont spécifiques d'une espèce de plante, d'un organe ou d'un tissu particulier (**Nkhili, 2009**).

Ils ont largement distribués et comportant au moins 9000 structures connues différentes, ces corps jouent un rôle fondamental car sont des éléments importants de qualités sensorielles (couleur et caractères organoleptiques) et nutritionnelles des végétaux,

tels que les légumes, les fruits, les céréales ou les fruits secs, ainsi que dans les boissons, le café, le cacao ou le thé. Une alimentation équilibrée fournit à l'Homme environ un gramme de polyphénols chaque jour, soit dix fois plus que de vitamine C et 100 fois plus que de caroténoïdes ou vitamine E (Scalbert *et al.*, 2005).

2.1.1. Polyphénols monomériques

2.1.1.1. Les acides phénoliques

Ces composés sont dérivés de deux sous groupes distingués : Les acides hydroxycinnamiques (figure8), dont les plus abondants sont l'acide caféique, l'acide férulique, l'acide chlorogénique. Et les acides hydroxybenzoïque (figure9), mais les plus répandus sont l'acide salicylique et l'acide gallique. Sont contenus dans un certain nombre de plantes agricoles et médicinales et présents chez toutes les céréales (Yezza *et Bouchama*, 2014).

Ils sont considérés comme substances phytochimiques avec des effets prebiotique, antioxydant, de chélation et anti-inflammatoire. Leur toxicité est très faible car ils sont considérés non toxiques (Yezza *et Bouchama*, 2014).

2.1.1.2 Les flavonoïdes

Le terme flavonoïde (de flavus, «jaune» en latin) désigne une très large gamme de composés naturels appartenant à la famille des polyphénols (figure 10) (Bouakaz, 2006). Ils constituent des pigments responsables des colorations jaune, orange et rouge de différents organes végétaux (Havasteen,2002).En 2003, environ de 4000 composés flavoniques sont connus (Edenharder *et Grünhage*, 2003).

Ces diverses substances se rencontrent à la fois sous forme libre (aglycone) ou sous forme de glycosides. On les trouve, d'une manière générale, dans toutes les plantes vasculaires (Erlund, 2004), où ils peuvent être localisés dans divers organe : racine, tiges, bois, feuilles, fleurs et fruits et jouent un rôle important dans la protection des plantes (Yezza *et Bouchama*, 2014).

Les flavonoïdes se trouvent également dans plusieurs plantes médicinales. Des remèdes à base de plantes renfermant ces composés sont utilisés en médecine traditionnelle à travers le monde entier (Yezza *et Bouchama*, 2014).

2.1.2. Polyphénols sous forme de polymères

2.1.2.1. Les coumarines

Les coumarines tirent leur nom de « coumarou », nom vernaculaire de fève tonka (*Dipterixodorota* Wild., Fabaceae) dont les fèves contiennent 1 à 3% de coumarine, d'où

fut isolée en 1982, le squelette de base des coumarines est constitué de deux cycles accolés avec neuf atomes de carbone (figure 11) (**Ford et al., 2001**).

Les coumarines constituent une classe importante de produits naturels, elles donnent une odeur caractéristique semblable à celle du foin fraîchement fauché, à l'exception des algues, ces composés sont les constituants caractéristiques du règne végétal chlorophyllien, les familles les plus riches en coumarines sont : Légumineuse, Rutacées, Apiécées et Thymeleacées. Elles se trouvent dans toutes les parties de la plante et notamment dans les fruits et les huiles essentielles des graines (**Deina et al., 2003 ; Booth et al., 2004**).

Les coumarines ont des effets différents sur le développement des plantes suivant leur concentration et aussi selon l'espèce. Dans la cellule végétale elles sont principalement présentes sous forme glycosylée (**Hofmann, 2003**), Cette glycosylation est une forme de stockage permettant d'éviter les effets toxiques de ces molécules. Elles sont considérées comme des phytoalexines, c'est-à-dire de métabolites que la plante synthétise en grande quantité pour lutter contre une infection causée par des champignons ou par des bactéries. Les coumarines peuvent également se trouver dans le règne animal (les glandes à sécrétion odoriférante du castor) et chez certains microorganismes (**Hofmann, 2003**).

2.1.2.2. Les tannins

D'un point de vue biochimique, une première définition a été proposée par Bate-Smith, (1973) c'est que les tanins sont des composés phénoliques hydrosolubles ayant un poids moléculaire (PM) compris entre 500 et 3000 Da (**Bruneton, 2009**).

Les tannins se caractérisent par leur faculté à se combiner aux protéines et à d'autres polymères organiques tels que des glucides, des acides nucléiques, des stéroïdes et des alcaloïdes pour former un précipité (**Yezza et Bouchama, 2014**).

Ils sont très répandus dans le règne végétal, mais ils sont particulièrement abondants dans certaines familles comme les conifères, les Fagacée, les Rosacée (**Ghestem et al., 2001**). Ils peuvent exister dans divers organes: l'écorce, les feuilles, les fruits, les racines et les grains (**Khanbabae et Ree, 2001**). En général, ils sont subdivisés en deux groupes distincts en fonction du type de l'acide phénolique et du type de liaisons qui déterminent la taille et la réactivité chimique de la molécule (**Rira, 2006**).

2.2. Les alcaloïdes

Le terme «alcaloïde» a été introduit par W. Meisner au début du XIX^{ème} siècle, la définition admise des alcaloïdes est celle donnée par Winterstein et Trier en 1910 .Un

alcaloïde est une substance organique azotée d'origine végétale a caractère alcalin et présentant une structure moléculaire hétérocyclique complexe (**Badiaga, 2011**).

Généralement, les alcaloïdes sont produits dans les tissus en croissance : jeunes feuilles, jeunes racines. Puis, ils gagnent ensuite des lieux différents et, lors de ces transferts, ils peuvent subir des modifications. Chez de nombreuses plantes, les alcaloïdes se localisent dans les pièces florales, les fruits ou les graines, ces substances sont trouvées concentrées dans les vacuoles (**Krief, 2003**). Ce sont des composés relativement stables qui sont stockés dans les plantes en tant que produits de différentes voies biosynthétiques (**Mauro, 2006**).

2.3. Les terpenoïdes

Le terme terpène inventé par Kekulé, vient de leur origine historique de l'arbre de térébinthe : «*Pistacia Terebinthus*» (**Ayad, 2008**).

Le terme de terpénoïde est attribué à tous les composés possédant une structure moléculaire construite d'un monomère à 5 carbones appelé isoprène, ces composés sont majoritairement d'origine végétale (**Malecky, 2005**). Synthétisés par les plantes, organismes marins, les champignons et même les animaux (**Benaïssa, 2011**).

L'exploitation de ces composés s'effectuait sous forme d'huiles extraites de plantes (huiles essentielles) par le moyen de la distillation (**Malecky, 2005**).

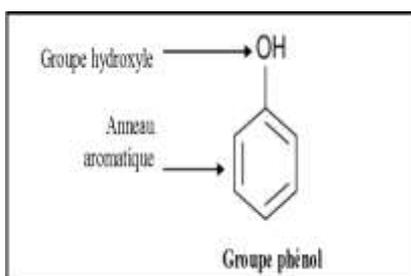


Figure 7: Structure chimique des polyphénols (**Yezza et Bouchama, 2014**).

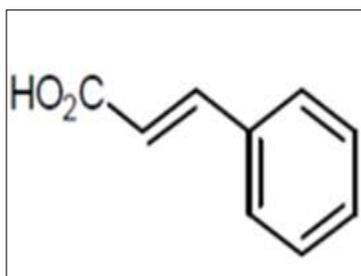


Figure8: Acide cinamique (**Aref et Heded, 2015**).

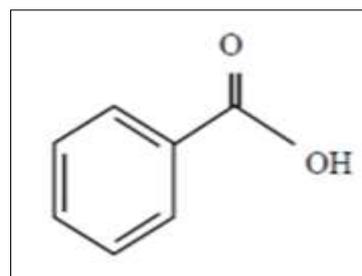


Figure 9 : Acide benzoïque (**Aref et Heded, 2015**).

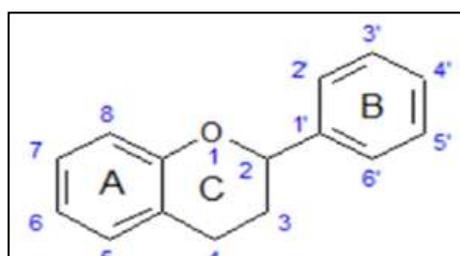


Figure10:Structure de base des flavonoïdes (**Dacosta, 2003**).

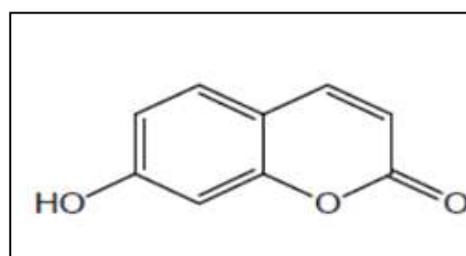


Figure 11: Structure d'une molécule de coumarine (**Djemoui, 2012**).

Chapitre III :
Généralités sur
le sol

Chapitre III : Généralités sur le sol

1. Définition

Le sol correspond à la couche supérieure de la croûte terrestre. D'épaisseur variable (quelques décimètres à quelques mètres), il est constitué de particules minérales de matières organiques, d'eau, d'air et d'organismes vivants (racine, faune, micro-organismes). Extrêmement lente, sa formation résulte principalement de processus complexes d'altération des roches et de décomposition des matières organiques. Selon la nature de la roche initiale, de l'action des climats et des activités biologiques et humaines, les couches successives qui le composent, ont des caractéristiques physiques, chimiques et biologiques variées (Laboubee, 2007).

2. Paramètres chimiques du sol

2.1. pH du sol

Définitions : Le pH est défini comme le logarithme décimal de la concentration d'une solution en ion H^+ . Il permet d'approfondir les modalités d'interaction entre les ions et les surfaces absorbantes du sol (tableau III) (Nemer, 2015).

Tableau III : Répartition des classes des pH des sols étudiés du périmètre selon les normes Diaea/Drha/Seen (2008)

Classe du sol	pH
Acide	<6
Faiblement acide	6-6.5
Neutre	6.5-7.3
Faiblement basique	7.3-7.8
Moyennement basique	7.8-8.5
Tendance alcaline	8.5-9
Très alcaline	>9

2.1.1. Acidité potentielle et l'acidité actuelle

L'acidité d'échange est quantifier par titrations ou évaluée par la mesure du pH_{kcl} mais on détermine aussi le pH_{eau} par analyse d'un échantillon placé dans de l'eau distillée.

Dans ce cas, l'électrode ne mesure que les protons de la solution du sol, puisque aucun échange n'est effectué, on parle alors d'acidité actuelle, active ou réelle. Le pH_{eau} est ainsi toujours un peu plus élevé que le pH_{ksl} de 0.2 à 1.5 unité selon les cas (**Gobat et al., 2004**).

2.2. Conductivité Electrique du sol

Définition de la conductivité électrique : elle renseigne sur la capacité de l'eau à conduire le courant électrique. On se sert d'un appareil appelé conductimètre muni de deux électrodes. La mesure de la conductivité renseigne sur la teneur en matières dissoutes dans l'eau sous forme d'ions chargés électriquement. La température de l'eau influence la conductivité qui sera d'autant plus importante que la température est élevée. Les résultats de mesure de la conductivité sont toujours présentés en termes de conductivité équivalente à 20 ou 25°C. La conductivité doit être mesurée dans le terrain. Elle est très utile pour mettre en évidence la qualité de l'eau. La conductivité est généralement mesurée en micro-Siemens par cm ($\mu\text{ S/cm}$) (**Bendada et Boulakradeche, 2011**).

La détermination de la conductivité électrique (C.E.) des sols a été réalisée à partir d'un extrait 1/5ème (un volume de sol pour cinq volumes d'eau). La conductivité électrique d'un sol est influencé par plusieurs paramètres tel que : la présence (ou non) d'un fluide ; la minéralisation du fluide ; la minéralogie du sol et la structure du sol.

Les paramètres dominants sont la présence d'un fluide et sa salinité, La structure du sol est intrinsèquement prise en compte par les mesures de teneur en eau et porosité ou indice de vide. La mesure de conductivité électrique sur un extrait aqueux, à partir d'un sol sec, est « indépendante » du fluide initialement présent dans le sol (tableau IV) (**Gallier, 2011**).

Tableau IV : Echelle de salinité en onction de la conductivité électrique de l'extrait dilué 1/5.

CE dS/m à 25C° (Aubert, 1978)	Degrés de salinité	CE dS/m à 25C° (Diaea et al., 2008)	Degrés de salinité
$CE \leq 0.6$	Non salin	< 4	Non salin
$0.6 \leq CE \leq 1.2$	Peu salin	$4.8 < CE < 8$	Peu salin
$1.2 \leq CE \leq 2.4$	Salin	$8 < CE < 16$	Salin
$2.4 \leq CE \leq 6$	Très salin	$16 < CE < 32$	Fortement salin
$CE > 6$	Extrêmement salin	< 32	Très fortement salin

2.3. Calcaire

Le constituant essentiel du calcaire est le carbonate de calcium (CaCO_3), cristallisé sous forme de calcite à symétrie rhomboédrique (**Djili, 2000**).

Les sols calcaires contenant du calcaire actif c'est-à-dire du carbonate de calcium à l'état de particules si fines que leur solubilisation continue par les acides de sol entretient dans la solution une concentration importante d'ions Ca^{+2} . Le complexe adsorbant de ces sols est en général bien pourvu, si non saturé en calcium (**Lozet et Mathieu, 2002; Soltner, 2005**).

Les raisons qui font exclure un apport en solution du carbonate de calcium comme mécanique explicatif de la formation des croûtes est à vérifier. En milieu semi-aride et subaride, les transferts de matière ont lieu de façon dominante à l'état solide : galets, sables, et suspensions, que ce soit dans l'eau ou dans l'air. C'est par des apports éoliens que l'on peut expliquer des accumulations calcaires importantes dans des régions où les roches carbonatées sont absentes ou en très faible proportion ; des poussières ont pu y être déposées par le vent et la végétation (essentiellement microflore) (tableau V) (**Vogt, 1984**).

Tableau V : Echelle d'interprétation de calcaire total
(**Baize, 2000**)

CaCO_3 (%)	Classe du sol
$\text{CaCO}_3 < 1$	Non calcaire
$1 < \text{CaCO}_3 < 5$	Peu calcaire
$5 < \text{CaCO}_3 < 25$	Modérément calcaire
$25 < \text{CaCO}_3 < 50$	Fortement calcaire
$50 < \text{CaCO}_3 < 80$	Très fortement calcaire
$\text{CaCO}_3 > 80$	Excessivement calcaire

2.4. Matière organique du sol

Définition : Les matières organiques des sols rassemblent tout ce qui vit ou a été vivant dans les sols, c'est à dire des résidus végétaux et animaux à divers stades de décomposition, la faune et la flore du sol ainsi que les racines (**Gregorich, 2003**).

La fraction solide de terre fine comprend généralement 1 à 5 % de matière organique et 95 à 99 % de matière minérale (tableau VI). La matière organique comprend tous les constituants du sol formés d'hydrates de carbone, d'hydrogène, d'oxygène et, le plus souvent, d'azote (**Laboubee, 2007**).

Elles comprennent également toutes les substances secrétées par les racines, telles que des petites molécules, des sucres, des acides organiques exsudés ou excrétés, du mucilage et des cellules. C'est la rhizodéposition, qui est une source majeure de matières organiques dans les sols, car elle se poursuit pendant toute la croissance des plantes. Une fois bien décomposée, les matières organiques forment l'humus, un matériau brun foncé, poreux et spongieux qui dégage une agréable odeur terreuse (Laboubee, 2007).

Composition : Le climat, la végétation, la roche mère, la topographie, l'utilisation des terres et les pratiques agricoles sont tous des facteurs qui influent sur la composition des matières organiques du sol. On utilise souvent de façon indifférenciée les expressions « matières organiques du sol » ou « carbone organique du sol », car le carbone est la principale composante de ces matières organiques. En effet, le carbone constitue 40 % des matières organiques végétales sèches et non décomposées ou 50 % des matières organiques du sol, lesquelles contiennent également 40 % d'oxygène, 5 % d'hydrogène, 4 % d'azote et 1 % de soufre. Elles contiennent aussi des éléments secondaires tels que P, K, Ca ou Mg (Gregorich, 2003).

Tableau VI : Répartition des classes des sols selon la teneur en matière organique.

MO(%) (Diadea et al., 2008)	Classe du sol	MO(%) (Hafouda, 2005)	Classe du sol
MO<1	Très pauvre	MO<1	Très pauvre
1<MO<2	Pauvre	1<MO<2	Pauvre
2<MO<4	Moyennement pauvre	2<MO<4	Moyen
MO>4	Riche	MO>4	Riche
MO>6	Très riche		

Chapitre I :
Matériel
et méthodes

Chapitre I: Matériel et méthodes

1. Présentation des régions d'étude

La forêt Algérienne fait partie des forêts méditerranéennes ou l'essence la plus rependue est le Pin d'Alep (*Pinus halepensis* mill.).

1.1. Wilaya de Bordj Bou Arreridj

La wilaya de bordj bou arreridj est située sur le territoire des hautes plaines, à cheval sur la chaîne de montagne des Bibans, la wilaya de Bordj Bou Arreridj occupe une place stratégique au sein de l'Est algérien. En effet, elle se trouve à mi-parcours du trajet séparant Alger de Constantine. Elle est délimitée : à l'ouest par la wilaya de Bouira ; au sud par la wilaya de M'sila ; à l'est par la wilaya de Sétif; au nord par la wilaya de Bejaia (**Site web 1**).

- **Le couvert végétal**

Riche de par son relief naturel varié avec ses montagnes, ses forêts, ses hautes plaines et sa steppe, la wilaya de Bordj Bou Arreridj héberge d'une faune et une flore diversifiée. La flore est composée des forêts naturelles de pins d'Alep du nord et de l'ouest de la wilaya et les cédraies du sud-est, notamment celles de Ras El Oued, ainsi que des chênes (**Site web 2**).

- **Climat**

La Wilaya de Bordj Bou Arreridj se caractérise par un climat continental, qui offre des températures chaudes en été et très froides en hiver avec parfois de fortes chutes de neige. Celui du commun est semi-aride sec et froid. La pluviométrie annuelle est de 300 à 700 mm (**Site web 2**).

1.1.1. Ksour

Ksour est une ville algérienne (figure12), située dans le daïra d'El Hamadia de la wilaya de Bordj Bou Arreridj. La ville compte 11814 habitants depuis le dernier recensement de la population. Entourée par El Ach, Mansoura et EL Achir, Ksour est située à 9Km au nord-ouest d'El Ach la plus grande ville à Proximité. Situé à 943 mètres d'altitude, la ville de Ksour a pour coordonnées géographiques, latitude : 35°59'28'' nord, longitude : 4°35'52'' est (**Site web 3**)

1.1.2. Ghilassa

Ghilassa est une ville algérienne (figure 12), située dans le daïra de bordj Ghedir de la wilaya de bordj Bou Arréridj. La ville compte 11 044 habitats depuis le dernier recensement de la population. Entourée par Bordj Ghedir, Maadid et Taglait. Ghilassa est située à 3 km au sud-est de Bordj Ghedir la plus grande ville de Ghilassa a pour coordonnées géographiques, latitude : 35°52'18'' nord longitude : 4°54'23'' est (**Site web 4**).

1.2. La wilaya de Tizi-Ouzou

La wilaya de Tizi-Ouzou est une wilaya algérienne située dans la région de la Kabylie en plein cœur du massif du Djurdjura. Elle est divisée administrativement en 67 communes et 21 dairas (**Site web 5**).

La wilaya de Tizi-Ouzou s'étend sur une superficie de 2 992.96 km². La population résidente telle qu'évaluée lors du recensement de 2008 est de 1 127 607 habitants. La densité atteint 381.21 habitants au km² (**Site web 5**).

La wilaya de Tizi-Ouzou est située au Nord de l'Algérie, dans la région de la Kabylie, elle est délimitée : à l'ouest par la wilaya de Boumerdès ; au sud par la wilaya de Bouira ; à l'est par la wilaya de Béjaïa et au nord par la mer Méditerranée (**Site web 5**).

- **Le couvert végétal**

La végétation actuelle est comme le reste de la végétation caractérisant le bassin méditerranéen, le résultat de plusieurs centaines d'années de dégradation des forêts de la chaîne littorale. Il est de plus en plus rare de rencontrer des forêts proprement dites dans notre région d'étude. Des stades régressifs (sous appellation globale de Matorral), sont le type de végétation le plus fréquemment rencontré (**Belkaid , 2016**).

Mais malgré cet aspect dominant de végétation dégradée, plusieurs types de formations végétales s'y rencontrent ; à savoir des forêts à base de Chêne-liège (*Quercus suber*) et des maquis (>2m) constitués d'un mélange d'espèces du groupement Chêne-liège, sur sol siliceux (acide), ainsi que des formations broussailleuses constituées de ligneux bas (< 2 m) qui se développent sur sol calcaire ou sur sol légèrement acide (**Belkaid , 2016**).

Les essences principales rencontrées sont les suivantes : Le Chêne liège (*Quercus suber*), essence dominante, présente sur tout le massif côtier et gréseux. Le Chêne Zeen

(*Quercus faginea*) et Chêne Afarès (*Quercus afares*), sont répandues sur les hauteurs des massifs littoraux. Le Pin d'Alep (*Pinus halepensis*), se développe dans les reboisements des zones littorales (**Belkaid , 2016**).

- **Climat**

Lors de la dernière décennie, la pluviométrie annuelle moyenne de la Wilaya a varié entre 500 et 800 mm. Les étés sont très chauds, les hivers sont doux et pluvieux, l'ensoleillement est très élevé (**Site web 6**).

Tizi-Ouzou se situe dans la zone du climat méditerranéen. En raison des massifs montagneux qui entourent la ville, il neige chaque année en hiver entre décembre pour les hautes altitudes (600 m et plus), et février pour les basses altitudes (**Site web 6**).

En été, la chaleur peut être suffocante car l'air marin se heurte au relief montagneux qui l'empêche d'atteindre la ville. À partir de novembre les températures sont de 5 °C au minimum. Quelques hivers à Tizi-Ouzou sont marqués par des records de chaleur (**Site web 6**).

1.2.1. Ouacif

Est une ville algérienne, située dans le daïra d'Ouacif et la wilaya de Tizi-Ouzou (figure 12). La ville s'étend sur 17.2km² et compte 10 313 habitants depuis le dernier recensement de la population .La densité de population est de 600.3 habitants par km² sur la ville. Entourée par Iboudraren ,Yatafen et Ait Toudert (**Site web 7 ,2017**).

Ouacif est située à 8km au nord-ouest de Sidi Aissa la plus grande ville des environs. Située à 589 mètres d'altitude, la ville d'Ouacif a pour coordonnées géographiques, latitude : 36°31'60'' nord, longitude : 4°13'0'' est (**Site web 7 ,2017**).

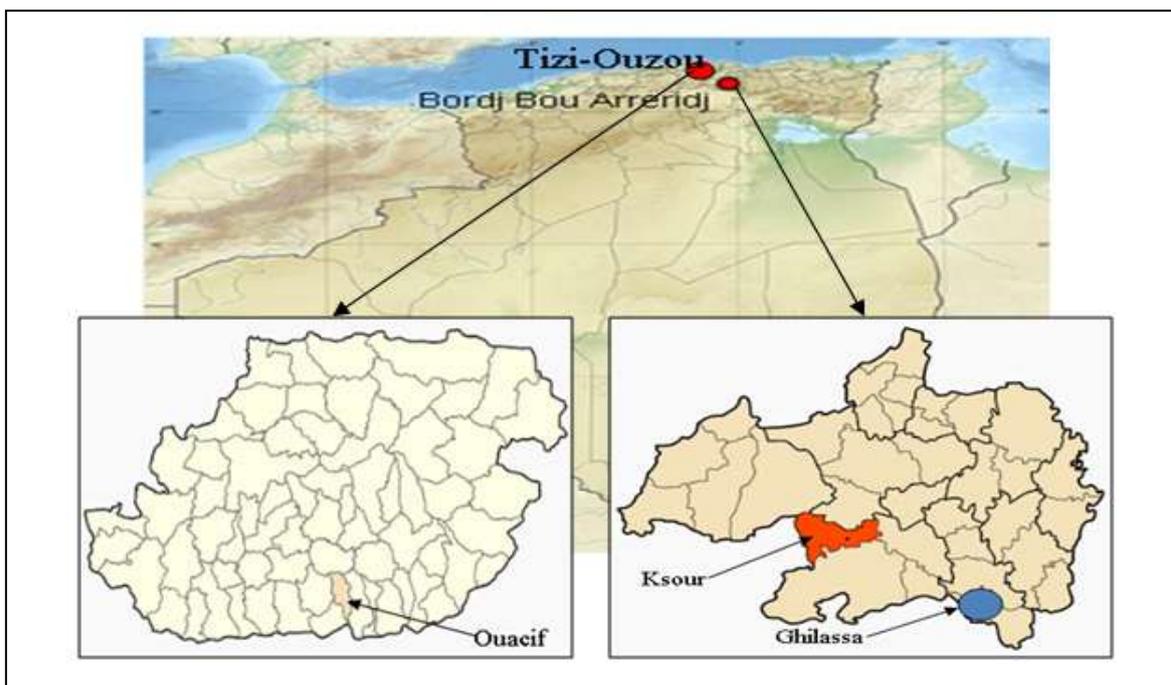


Figure 12: Localisation géographique des régions étudiées (Site web 2; Site web 6).

2. Analyse phytochimique

2.1. Matériel biologique

Le matériel végétal est la plante *pinus halepensis* mill, récolté de trois stations : « Ghilassa et ksour, wilaya de Bordj bou Arreridj » et « Ouacif wilaya de Tizi-Ouzou », la récolte de la plante s'effectue les mois (janvier, février et mars) 2017.

Les différents organes du matériel végétal (figure 13) ont été nettoyés des impuretés, séchées à température ambiante et à l'ombre, les graines obtenus à partir des cônes sont couvertes d'une couche difficile à décortiquer, après décortiquage ont broyées toutes à l'aide d'un mixeur pour avoir une poudre à partir de laquelle les extraits ont été réalisés.



Figure 13: Les échantillons de matériel végétal des trois régions. (a) : les feuilles ;(b) : les graines.

2.2. Méthodes d'extractions

L'extraction veut dire la séparation des parties actives de tissus végétaux ou animaux des composants inactifs ou inertes à l'aide de solvants sélectifs, traditionnellement l'eau, les huiles végétales ou les graisses animales. Les produits ainsi obtenus sont relativement impures sous forme de liquides, semi-solides ou poudres exclusivement destinés à un usage oral ou externe. Il s'agit de préparations connues comme les tisanes et les huiles médicinales (**Handas, 2008**).

Dans notre étude, l'extraction est effectuée par l'utilisation des solvants, deux méthodes d'extraction ont été requises pour l'extraction des principes actifs à partir de plante de *pinus halepensis* mill.

Durant cette étape, trois types d'extrait ont été préparés : un extrait d'hexane, méthanol, et un extrait aqueux, à partir de la plante *pinus halepensis* mill. en provenance des trois stations et pour chaque partie de la plante (graines et feuilles).

Les extraits ont été obtenus par la macération de 50g de poudre des graines et des feuilles dans 100ml de solvants (hexane, méthanol) selon la technique du **Markham(1982)** avec quelques modifications (figure 18).

Le mélange a été agité pendant 72heurs sur un agitateur magnétique. Après une période de décantation durant quelques heures, le surnageant a été filtré sur papier filtre (figure 14). Le filtrat est récupéré et le même volume de solvant est ajouté pour faire une 2^{ème} macération dans les mêmes conditions. Après la deuxième filtration les deux filtrats sont mélangés et évaporés à 45°C à l'aide d'un rotavapor de type BÜCHI (figure 15).



Figure 14 : Filtration des extraits avec papier filtre.



Figure 15 : Séchage de l'extrait brut à l'aide de rotavapor.

Les extraits obtenus ont été séchés dans une étuve à une température égale à 45°C, et après ont été conservés dans des boîtes pétries en verre étiquetés au réfrigérateur jusqu'à son utilisation.

Et pour les extraits aqueux on prend 30g de poudres des graines et des feuilles dans 150ml d'eau distillée. Après 48h d'agitation, l'extrait récupéré filtré à l'aide d'un tissu mousseline (figure 16) puis au papier filtre. L'évaporation de l'eau est réalisée à l'aide d'un rotavapor puis l'extrait est totalement séché dans une étuve (figure 17) à une température égale à 37°C. L'extrait est conservé dans des flacons étiquetés à basse température (4°C) jusqu'à son utilisation (figure 19) (Handas, 2008).



Figure 16 : Filtration à l'aide d'un tissu (mousseline).



Figure 17 : Séchage des extraits brut dans l'étuve.

Les rendements de différentes extractions sont déterminés par rapport au poids de la matière végétale sèche.

- Poids des boites pétries vide..... (1) } (2)-(1)
- Poids des boites pétries remplis..... (2) }

$$\mathbf{Rd\% = (m_1 \times 100) / m_0}$$

m_1 =masse en gramme de l'extrait sec,

m_0 =masse en gramme de la matière végétale sèche.

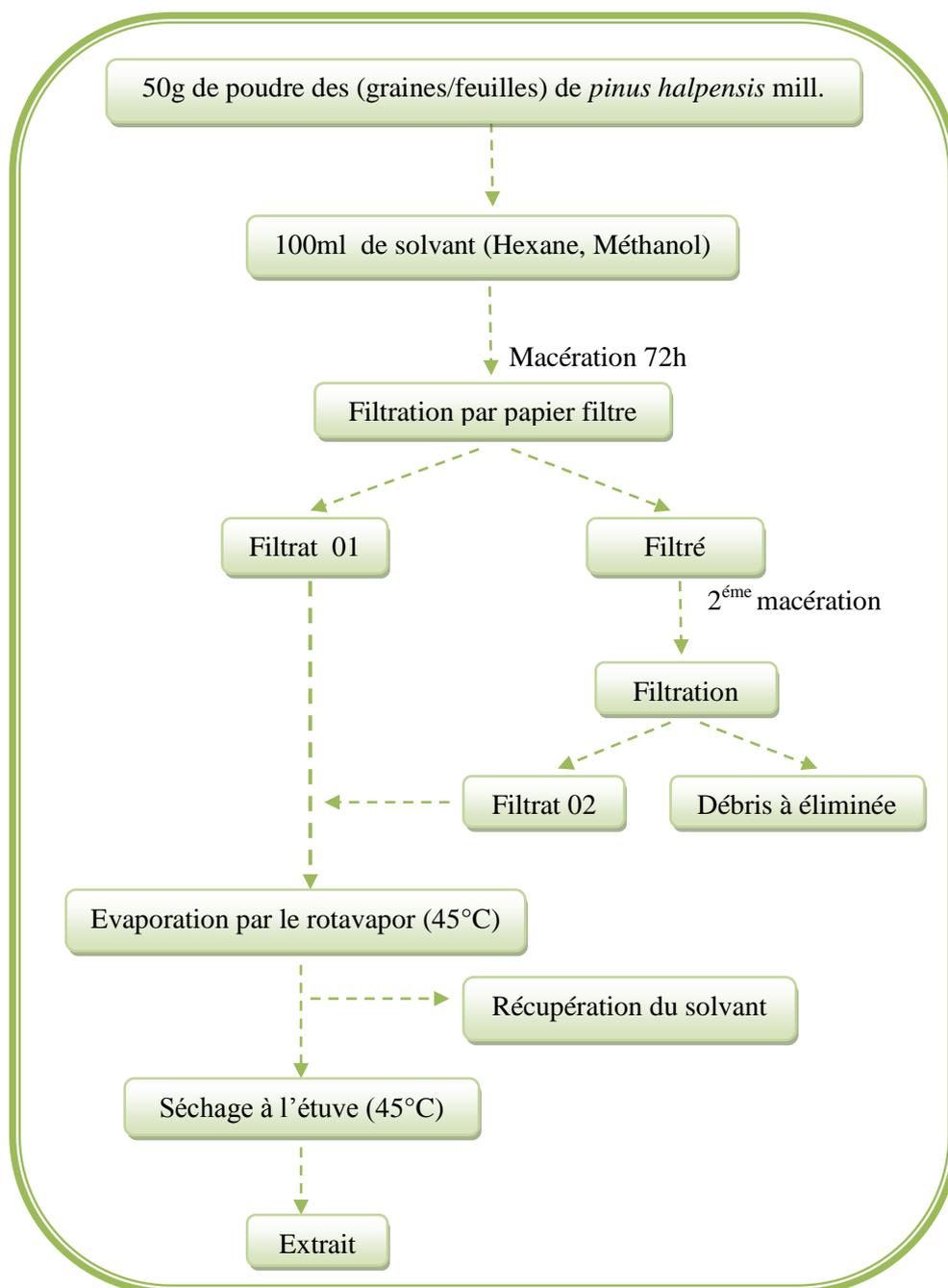


Figure18 : Protocole de préparation des extraits (hexane, méthanol) de *pinus halepensis* mill.

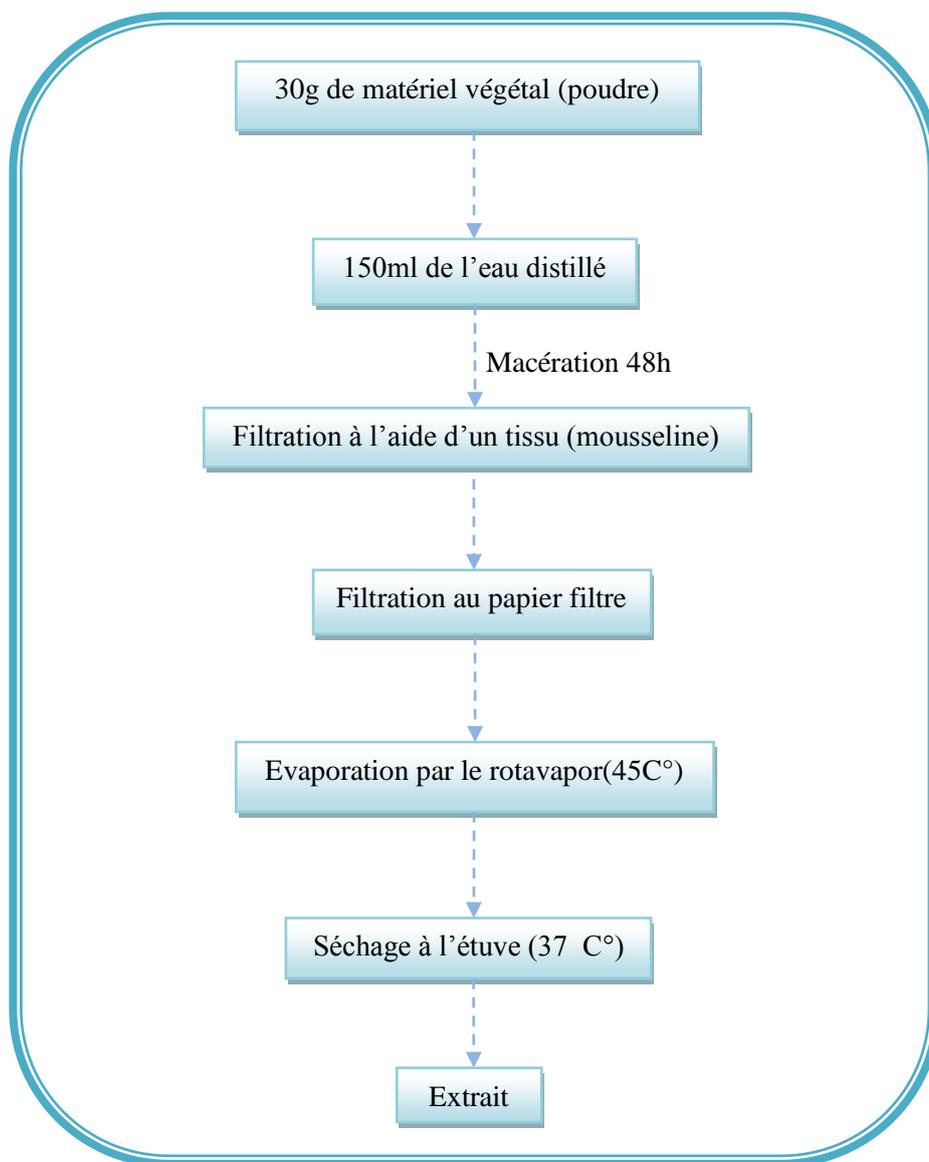


Figure 19: protocole de préparation des extraits aqueux de *pinus halepensis* mill.

2.3. Screening phytochimique qualitatif

Cette étude permet de mettre en évidence la présence de quelques groupes chimiques (les phénols, flavonoïdes.....etc.) dans notre plante. Le matériel végétal pulvérisé est épuisé successivement par macération dans des solvants (hexane, méthanol, eau) (figure 19). Les tests phytochimiques pour les phénols, les flavonoïdes, terpènes, coumarines, tanins et sucres réducteur ont été réalisés par différentes méthodes. Les résultats ont été évalués comme suit :

2.3.1. Protocole

- Caractérisation des différents types d'extrait par des réactions de coloration en tubes

✓ **Phénols** : Deux millilitres d'extrait sont traités avec 1ml de FeCl_3 à 1%, l'apparition d'une coloration bleu-noirâtre ou verte plus ou moins foncée est un signe de la présence des phénols (**Rasool et al., 2010**).

✓ **Flavonoïde** : Quelques gouttes d' AlCl_3 à 1% sont additionnées à 2ml d'extrait, le développement d'une coloration jaune dans le tube indique la présence des flavonoïdes (**Békro et al., 2007**).

✓ **Tanins** : L'extrait de chaque organe (2ml) est traité avec quelques gouttes de FeCl_3 à 2%. L'apparition d'une coloration noir bleuâtre et d'un précipité indique la présence de ces composés (**Bennehdi et al., 2012**).

✓ **Terpènes** : À 5ml de chaque extrait sont prudemment additionnés 2ml de chloroforme et 3ml H_2SO_4 concentré pour former une couche. L'apparition d'une coloration brune rougeâtre à l'interface démontre un résultat positif de la présence des terpénoides (**Edeoga et al., 2005**).

✓ **Coumarines** : Dans 2 tubes à essais, sont introduits 2ml d'extrait, dans un des tubes à essais, sont additionnés 0.5ml de NaOH à 10%, puis les tubes à essais sont chauffés au bain marie jusqu'à ébullition. Après refroidissement, sont ajoutés dans chaque tube à essais 4ml d'eau distillée. Si le liquide du tube à essais dans lequel l'on a ajouté la solution alcaline est transparent ou plus transparent par rapport au liquide du tube témoin (sans solution alcaline), la réaction est positive. En acidifiant la solution transparente avec quelques gouttes de HCl concentré, elle perd sa coloration jaune, se trouble ou il se forme un précipité (**Békro et al., 2007**).

✓ **Sucre réducteurs** : À 5ml d'extrait sont additionnés 5 ml de liqueur de Fehling. La formation d'un précipité rouge brique après 2 à 3 min de chauffage au bain marie à une température de 70°C indique une réaction positive (**Békro et al., 2007**).

3. Analyse pédologique

La production de métabolite secondaire dépend d'une grande partie des facteurs écologiques. L'étude de certains paramètres physico-chimiques du sol, nous permet de voir les conditions dans lesquelles l'espèce peut évoluer :

3.1. Les échantillons du sol

Pour l'étude du sol on a adopté la méthode suivante :

- Prélèvement de trois échantillons du sol des trois stations précédentes (Ksour, Ghilassa et Ouacif) sans tenir compte de la profondeur (prélèvement autour des racines) qui mis dans des sacs plastique codés (figure 20). Il s'agit d'un échantillonnage exhaustif qui a été effectué en choisissant les habitats les plus riches.
- Les échantillons du sol mis à sécher à l'air libre pendant quelques jours sans aucune manipulation.
- Le sol à analyser doit être fin, pour cela, on procède à deux tamisages successifs sur deux tamis différent, 1^{er} sur tamis dont la largeur des mailles est de 2 mm qui permet de séparer la terre des pierres et de la végétation, le second de 1 mm afin d'homogénéiser les particules du sol qui ont presque le même calibre (figure 21).



Figure 20 : Les échantillons du sol des trois régions.



Figure 21: Tamisages du sol.

3.2. Analyse chimique des échantillons du sol

Les analyses suivantes ont été effectuées sur les échantillons : pH_{Eau} et pH_{KCL} , conductivité électrique, taux d'humidité, teneur en matière organique et le taux de calcaire.

3.2.1. Mesure du pH du sol

Dans le sol, les phénomènes de fixations et d'échanges sont le fait de la fraction colloïdale et de l'humus. Dans les conditions normales, ces colloïdes sont électronégatifs et manifestent une aptitude prédominante à échanger des cations.

* **les cations métalliques :** Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , Al^{+++} , Fe^{++} , Mn^{++}

* **les cations hydrogène :** H^+

L'acidité du sol est due à la présence de ces ions H^+ .

Le pH est d'autant plus bas que le complexe est plus riche en ions H^+ échangeables, c'est-à-dire plus désaturé. Il n'y a pas de proportionnalité rigoureuse entre le pH et le taux de saturation du complexe adsorbant. On exprime l'acidité à l'aide du potentiel d'hydrogène ou pH :

$$pH = \frac{1}{\log H^+} = -\log H^+$$

Il est important de savoir que le pH d'un sol n'est pas une valeur stable, le pH de la solution qui entoure les particules de terre est sujet à des variations en fonction des changements motivés par le climat, la culture, la croissance des végétaux, et d'autres facteurs.

Pour ces raisons, en plus du pH réel ou pH eau, on détermine le pH potentiel ou pH_{KCl} qui correspond à la concentration des ions H^+ non associés, adsorbés sur le complexe mais pouvant être libérés dans la solution du sol.

pH mètre : On utilise un pH mètre à électrode en verre préalablement étalonné à l'aide de solutions tampons de pH connus (figure 22). La réaction du sol se détermine sur une suspension aqueuse dans laquelle le rapport sol/eau est de 1/2.5 ou (1/5).

❖ Mode opératoire

On prépare 3 béchers, dans chacun on introduit 5g de sol fin et sec, on ajoute dans le 1^{er} bécher 25ml d'eau distillée, dans le second 25ml de KCL (0.1N) et dans le 3^{ème} 25ml de KCL (1N). On attend 30 minutes avant d'effectuer les mesures, en agitant vigoureusement plusieurs fois le contenu des béchers. Après chaque mesure on doit nettoyer vigoureusement l'électrode en la rinçant plusieurs fois à l'eau distillée. L'opération est refaire 3 fois (McLean, 1982).



Figure 22 : la mesure de pH des trois sols.

3.2.2. Mesure de la conductivité électrique

Elle traduit la concentration saline totale de la solution. Elle est directement proportionnelle à la somme des ions en solution. D'après l'Union Internationale de la Science du Sol (IUSS), la relation entre la CE et la somme des cations ou anions est la suivante :

$$\text{Charge saline (g/l)} = \text{CE (mmohs/cm)} \times 0.58$$

❖ Mode opératoire

Après étalonnage du conductimètre (figure 23), la température et la conductivité électrique d'une solution de KCl 0.02N sont enregistrés. La conductivité électrique de l'échantillon a été calculée avec un rapport sol/solution de 1/5. La méthode consiste à peser 5g du sol, y ajouter 25 ml d'eau déminéralisée et mesurer à l'électrode une heure après, en ayant mélangé la suspension toutes les 20 minutes. Rincer l'électrode, mesurer la température et la conductivité de la solution extraite (McLean, 1982).

La conductivité électrique de la solution (CE₃) à analyser lue sur l'appareil à la température « T » est calculée par la formule :

$$CE \text{ (à } 25C^{\circ}\text{)} = CE_3 \times F(t) / K \text{ où :}$$

F(t) : Coefficient de correction de l'effet de la température.

K : Constante de la cellule de l'électrode de mesure, sa valeur est inférieure à 1, il est calculé par la formule :

$$K = CE_1 \times F(t) / CE_2, \text{ avec :}$$

CE₁ : conductivité électrique de la solution de KCl à la température « T ».

CE₂ = 2.76 mmohs/cm : conductivité électrique de la solution de KCl (0.02N à 25°C°).



Figure 23 : Conductimètre.

3.2.3. Mesure de l'humidité pondérale

Le taux d'humidité, dans nos échantillons (1g du sol), a été déterminé par le procédé de dessiccation à une température de 105°C, dans une étuve isotherme ventilée à la pression atmosphérique jusqu'à l'obtention d'un poids constant (toute une nuit). La masse des creusets vides et en présence de l'échantillon hydraté puis déshydraté est notée (Linden et Lorient, 1994 ; Baize, 2000). Le pourcentage d'humidité relative au poids est calculé par la formule suivant:

$$\text{Humidité pondérale \%} = ((PF-PS)/PF) \times 100 \text{ ou } H\% = ((P1-P2)/P1) \times 100. \text{ Où :}$$

H : humidité au champ (%)

PF = P1 : poids frais de l'échantillon (avant séchage) (en g).

PS = P2 : poids sec de l'échantillon (après séchage) (en g).

3.2.4. Dosage du calcaire total

Parmi les différents éléments chimiques qui entrent dans la composition du sol, le «calcaire» joue un rôle essentiel non seulement dans la nutrition des plantes mais encore dans la pédogénèse (**Duchauffour, 1994**).

Les carbonates sont des constituants naturels de nombreux sols, notamment ceux qui se sont développés en climat aride et semi-aride. Ils se présentent sous forme peu soluble comme le CaCO_3 (calcite), ou $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ (dolomite).

Leur présence peut provenir soit :

- De la roche mère donc par héritage ;
- De la formation par précipitation à la suite d'apport dans la solution du sol (néoformation).

Le calcaire peut se trouver en partie ou sur la totalité du profile. Il peut se présenter sous plusieurs formes : diffuse, pseudo mycélium, amas friables, nodules, concrétions, encroutements et croutes calcaires.

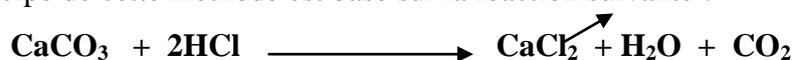
Le calcaire joue un rôle important aussi bien sur les propriétés du sol (stabilité structurale, amélioration du pH, floculation des argiles) que dans la nutrition des végétaux, où il entre dans la composition des pectines des membranes cellulaires dont il assure la rigidité, il contribue également à la croissance des plantes, à l'absorption des cations monovalents, il ralentit l'absorption de l'eau et favorise la transpiration etc...

Cependant, lorsqu'il est en excès, il peut être nocif et provoque des chloroses par insolubilisation du fer, précipitation du phosphore par formation de phosphates calciques insolubles.

La plupart des carbonates présents dans le sol sont rapidement décomposés par les acides, mis à part la dolomite qui se décompose très lentement.

❖ Principe de la méthode

Le principe de cette méthode est basé sur la réaction suivante :



On procède d'abord à un étalonnage du calcimètre avec une quantité de CaCO_3 pur, on détermine le volume du CO_2 dégagé, ensuite on évalue le volume du CO_2 dégagé par l'échantillon de terre à analyser, puis on détermine la quantité de CaCO_3 contenue dans l'échantillon par correspondance.

Il faut noter que les conditions de pression et de température sont identiques.

❖ Appareillage

On utilise le calcimètre de BERNARD qui est constitué d'une colonne graduée contenant une solution saturée de NaCl, pour éviter toute diffusion du CO_2 dégagé dans l'eau, et colorée afin de faciliter la lecture (figure 24).

Cette colonne est munie de deux tubes souples, l'un relié à une ampoule, l'autre à un erlenmeyer contenant l'échantillon à analyser. L'erlenmeyer possède un orifice à l'air libre contrôlé par une pince et un tube destiné à acheminer le CO_2 dégagé dans la colonne graduée.



Figure 24: Calcimètre de BERNARD.

❖ Mode opératoire

▪ Etalonnage de l'appareil

- ✓ On pèse une quantité de CaCO_3 pur et sec (0.3g) ;
- ✓ On l'introduit dans l'erlenmeyer de 100 ml ;
- ✓ On l'humecte avec quelques gouttes d'eau distillée ;
- ✓ On introduit avec précaution à l'intérieur de l'erlenmeyer, un tube contenant l'HCl, on ferme hermétiquement l'erlenmeyer en laissant la pince ouverte, on ajuste la position de l'ampoule jusqu'à ce que le niveau du liquide soit à zéro.
- ✓ On maintient l'ampoule à ce niveau, on ferme la pince, puis on verse l'acide sur l'échantillon ;
- ✓ On agite pour favoriser la réaction ;

- ✓ Le CO₂ dégagé se comprime dans la colonne et déplace la solution contenue dans la colonne ;
- ✓ On abaisse l'ampoule mobile pour suivre la dénivellation ;
- ✓ Une fois l'attaque terminée, on ajuste les niveaux et on note le volume de CO₂ dégagé (V).

▪ **Analyse de l'échantillon**

On procède de la même manière mais en remplaçant le calcaire pur par l'échantillon de terre à analyser en prenant une quantité de terre connue (1, 2, 5, ou 10g) et on note le volume du CO₂ dégagé (V').

▪ **Expression des résultats**

Le taux de calcaire dans le sol est calculé selon la formule suivante :

$$\% \text{ de CaCO}_3 \text{ de l'échantillon} = V' \times 0.3 \times 100 / V \times P. \text{ Avec :}$$

V (ml) : volume du CO₂ dégagé par 0.3g de calcaire pur ;

V' (ml): volume du CO₂ dégagé par l'échantillon de terre ;

P (g) : poids de l'échantillon de terre.

3.2.5. Mesure de la teneur en matière organique

Le taux de matière organique (MO%) est mesuré sur des échantillons de 5g du sol sec mis dans des creusets préalablement pesés. Le poids du creuset rempli de l'échantillon est noté avant et après de l'introduire dans un four à moufle (figure 25) à une température de 1050°C où il reste 6 heures.

Le taux de matière organique (MO%) est calculé à partir du taux de calcaire déjà déterminé sur les échantillons du sol sec et de la différence du poids du creuset avant four à moufle et après four à moufle (**Houba et al.,1995**), suivant la formule:

$$\text{MO}\% = (Z \times 100) / 5. \text{ Où :}$$

Z : différence du poids des creusets-Y ;

Y : $(X \times 42.5) / 100$;

X : $(\% \text{CaCO}_3 \times 5) / 100$.



Figure 25 : Le sol dans un Four à moufle.

4. Analyse statistique des résultats

Les résultats ont été présentés sous forme des moyenne avec leur écart-type, (moyenne \pm écart-type), les moyennes sont comparées par un test T de student grâce au logiciel Excel (version 2007). Les différences sont considérées comme:

- Significatives lorsque (* $p < 0.05$);
- Hautement Significatives lorsque (** $p < 0.01$);
- Très hautement Significatives lorsque (***) $p < 0.001$).

Avec p : degré de signification.

Chapitre II :
Résultats
et discussion

Chapitre II: Résultats et discussion

1. Analyse phytochimique

1.1. Rendements des extraits

La première quantification à faire est celle du rendement des extraits (figure 26) bruts des graines et des feuilles de *Pinus halepensis* préparés dans l'hexane, le méthanol et l'eau distillé obtenus par la technique de macération.

La macération a permis d'obtenir un résidu sec brut avec des rendements variables présentés dans le tableau VII.

Les résultats de rendement des extraits bruts des feuilles et des graines à partir de 50 g (pour l'extrait d'hexane et de méthanol) et 30 g (pour l'extrait aqueux) de matière végétale de *Pinus halepensis* en utilisant la méthode de macération, a permis d'obtenir des extraits brut de couleur différentes (graine: jaune, jaune claire, beige ; feuille: vert foncé, marron claire), avec des rendements variables selon le type de solvant et la région de récolte. En effet, le calcul du rendement par rapport au poids total de la matière sèche des graines et des feuilles de *Pinus halepensis* mill. montre que l'extraction par macération à l'Hexane produit la plus grande quantité de masse extraite principalement au niveau des graines de Ouacif (23.89 %), Ghilassa (19.22 %), et Ksour (12.1 %), un rendement moyen enregistré pour les feuilles de région de Ksour (9.02 %) et faible pour les autre régions.

L'extraction au méthanol a permis d'obtenir des bons rendements particulièrement au niveau des feuilles de Ksour (16.78 %), Ouacif (15.64 %) et moyen pour la région de Ghilassa (10.34 %) et des faibles rendements sont enregistrés pour les graines.

En outre, l'extraction aqueuse pendant 24heures a permis de parvenir des rendements moyens pour les feuilles de Ghilassa (10.46%) et Ksour(7.43 %) et relativement faibles pour les graines des trois régions.

La différence de rendement entre les trois extraits est due à la nature du solvant utilisé, qui est totalement différente, et à la composition chimique qui diffère d'un extrait à l'autre, puisque l'effet chimique des solvants sur la matière végétale induit une meilleure pénétration du solvant dans les cellules, ce qui améliore ainsi le transfert de masse et augmente le rendement d'extraction et la cinétique d'extraction (**Marstona, 2011**).

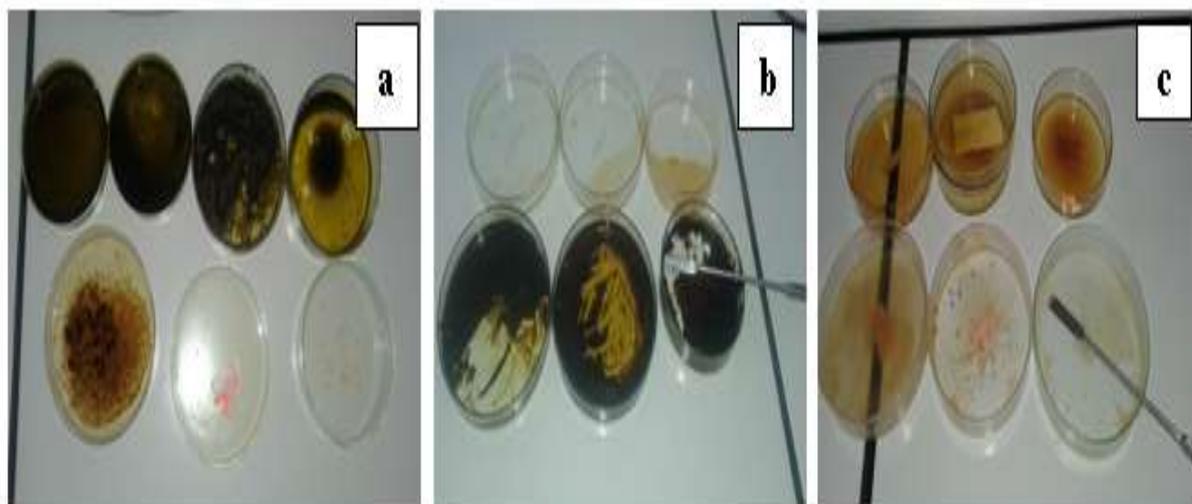


Figure 26 : les différents extraits obtenus par l'extraction de *pinus halepensis* mill.
(a : extraits d'hexane, b : extraits méthanoïque, c : extraits aqueux)

Tableau VII : Rendements, aspects et couleurs des extraits obtenus par Macération.

Extrait	Régions	Rendement(%)		aspect		couleur	
		graines	feuilles	Graines	feuilles	graines	feuilles
Hexane	Ghilassa	19.22	02.78	Pâteux	Pâte collante	Jaune claire	Vert foncé
	Ksour	12.1	09.02	Pâteux	Pâte collante	Jaune claire	Vert foncé
	Ouacif	23.89	06.07	Pâteux	Pâte collante	Marron	Vert foncé
méthanol	Ghilassa	02.52	10.34	poudre	Pâte collante	Beige	Vert foncé
	Ksour	02.12	16.78	poudre	Pâte collante	Beige	Vert foncé
	Ouacif	02.18	15.64	poudre	Pâte collante	Beige	Vert foncé
Eau distillée	Ghilassa	03.93	10.46	poudre	poudre	Beige	Marron clair
	Ksour	02	07.43	poudre	poudre	Beige	Marron clair
	Ouacif	05.83	02.37	poudre	poudre	Beige	Marron clair

1.2. Screening phytochimique

Les tests phytochimiques consistent à détecter les différentes familles de composés existantes dans la plante par les réactions qualitatives de caractérisation a savoir : des phénols, flavonoïdes, coumarines, tanins, terpènes, et des sucres réducteurs. Ces réactions sont basées sur des phénomènes de précipitation ou de coloration par des réactifs spécifiques.

Les résultats obtenus révèlent que les trois régions ont presque la même composition chimique pour toutes les parties des plants (feuilles et graines).

L'interprétation des résultats, montre que l'extrait aqueux des graines des trois régions contient des phénols et terpènes avec des teneurs différentes. Cependant, les extraits aqueux des feuilles de pin d'Alep sont très riches en phénols et terpènes, riches en tanins, faiblement riches en flavonoïdes et sucre réducteur et pauvre en Coumarines (tableau VIII).

De sa part, l'analyse des résultats de caractérisation de l'extrait méthanolique, révèle la présence de tous les composés (phénols, flavonoïdes, tanins et terpènes) avec une certaine abondance dans les feuilles et parfois dans les graines pour les trois régions et des résultats faiblement positif à la présence des coumarines a Ghilassa et Ksour, et l'absence des sucre réducteur dans les trois régions (tableau IX).

En outre, les extraits d'hexanes, ont montré des résultats négatifs de la présence des tanins et de sucre réducteur dans les graines et les feuilles des trois régions, et des résultats fortement et moyennement positifs de la présence des terpènes et coumarines presque dans toutes les régions. La présence des phénols, flavonoïdes sauf dans les feuilles récoltés de Ghilassa, Ksour et Ouacif avec des faibles quantités (tableau X).

De ce fait, il peut être considéré que le méthanol constitue un bon solvant pour ce type d'analyses photochimiques.

L'ensemble des groupes chimiques ainsi identifiés, ayant des propriétés pharmacologiques diverses (**Ouedraogo et al, 2001**).Ce qui justifier l'utilisation multiple de *Pinus halepensis* mill. en tradi-thérapeutique.

Le potentiel d'une plante médicinale est attribué à l'action de ses constituants phytochimiques. Ils sont produits comme métabolites secondaires, en réponse au stress environnemental ou pour assurer un mécanisme de défense aux agressions provoquant des maladies chez les végétaux (**Mohammedi, 2013**).

Tableau VIII: récapitulatif de la présence des substances chimiques dans les extraits aqueux.

Substances chimiques	Ghilassa		Ksour		Ouacif	
	Graines	Feuilles	Graines	Feuilles	Graines	Feuilles
Phénols (FeCl₃ à 1%)	+	+++	+	+++	++	+++
Flavonoïdes (AlCl₃ à 1%)	-	+	-	+	-	+
Tanins (FeCl₃ à 2%)	-	++	-	++	+	+
Terpènes	+	+++	++	+++	++	+++
Coumarines (NaOH à 10%)	-	-	-	-	-	-
Sucre réducteur	-	+	-	-	-	+

(-)Négative; (+) Faiblement positif ; (++) Positif; (+++) fortement positif.

Tableau IX : récapitulatif de la présence des substances chimiques dans les extraits méthanoliques.

Substances chimiques	Ghilassa		Ksour		Ouacif	
	Graines	Feuilles	Graines	Feuilles	Graines	Feuilles
Phénols (FeCl₃ à 1%)	+	++	++	++	+	++
Flavonoïdes (AlCl₃ à 1%)	-	+++	-	+++	+++	+++
Tanins (FeCl₃ à 2%)	-	+++	+++	+++	-	+++
Terpènes	++	+++	++	++	+	++
Coumarines (NaOH à 10%)	+	+	++	+	-	-
Sucre réducteur	-	-	-	-	-	-

(-)Négative; (+) Faiblement positif ; (++) Positif; (+++) fortement positif.

Tableau X : récapitulatif de la présence des substances chimiques dans les extraits de l'Hexane.

Substances chimiques	Ghilassa		Ksour		Ouacif	
	Graines	Feuilles	Graines	Feuilles	Graines	Feuilles
Phénols (FeCl₃ à 1%)	-	+	-	++	-	+
Flavonoïdes (AlCl₃ à 1%)	-	+	-	+	-	+
Tanins (FeCl₃ à 2%)	-	-	-	-	-	-
Terpènes	++	-	+++	+++	++	-
Coumarines (NaOH à 10%)	+	++	+	+++	+	++
Sucre réducteur	-	-	-	-	-	-

(-)Négative; (+) Faiblement positif ; (++) Positif; (+++) fortement positif.

2. Analyse pédologique

Les analyses chimiques nous renseignent sur l'ambiance dans laquelle les principaux paramètres du sol vont guider à la révélation des relations existantes entre la composition du sol et la distribution des espèces notamment l'espèce *Pinus halepensis* mill. autour du Bassin méditerranéen et il est très répandu en Afrique du Nord surtout en Algérie.

Dans cette étude, certaines caractéristiques chimiques (pH, conductivité électrique, taux d'humidité, de calcaire et de matière organique) de trois échantillons de sols ont été étudiées (tableau XI).

Tableau XI: Résultats des analyses physico-chimiques du sol.

Région Analyse	Ghilassa	Ksour	Ouacif
pH eau distillé	8.21 ^{**} ± 0.041	# 7.745 ^{***} ± 0.012	8.42 ± 0.055
pH KCl(0.1N)	7.72 ± 0.063	7.78 ^{***} ± 0.012	7.64 ± 0.0008
pH KCl(1N)	7.849 ^{***} ± 0.010	7.84 ^{**} ± 0.010	7.94 ± 0.010
Conductivité (µs/cm)	2433.33 ^{***} ± 11.54 T°=20.46	# 1805 ^{**} ± 128.64 T° = 20.33	1342 ± 26.51 T°=20.43
Humidité (%)	7.56%	21.66%	2.37%
Calcaire total (%)	45.25%	24.25%	15.25%
Matière organique (%)	9.027 %	18.42 %	7.76 %

(*) Différence significatif par rapport à Ouacif ($p < 0.05$).

(**) Différence hautement significatif par rapport à Ouacif ($p < 0.01$).

(***) Différence très hautement significatif par rapport à Ouacif ($p < 0.001$).

(#) Différence hautement significative comparant au Ksour par Ghilassa.

2.1. pH

Le pH est un paramètre important de la dynamique du sol, c'est un clé en agronomie car leur degré d'acidité ou de basicité joue un rôle très important sur l'assimilation des éléments nutritifs par la plante, il a une influence sur trois composantes importantes de la fertilité d'un sol : la biodisponibilité des nutriments, l'activité biologique et la stabilité structurale. La variation du pH dépend aux variations saisonnières et le pouvoir tampon de sol (le nombre d'ions en réserve sur le complexe argilo-humique), l'état hydrique du sol, sa température et la présence ou non d'une culture en période de croissance active.

Les résultats de l'analyse du pH sont présentés dans le tableau XI et les figures (27,28 et 29). On remarque que les mesures du pH eau et pH KCL de toutes les régions sont faiblement et moyennement basiques, il est compris entre (7.6 – 8.4).

Selon les normes d'interprétation du pH du sol, cité par **Mathieu (2003)**, le pH de nos échantillons des sols caractérisé par une alcalinité faible a modérée. C'est une fourchette des pH courants pour les sols en régions semi arides (**Madani, 2008**).

La dégradation des sols par alcalinisation apparaît comme toile de fond à tous les aménagements forestiers en zone aride ou semi-aride. Ce sont les types de dégradations les plus fréquentes, et souvent liées à la désertification.

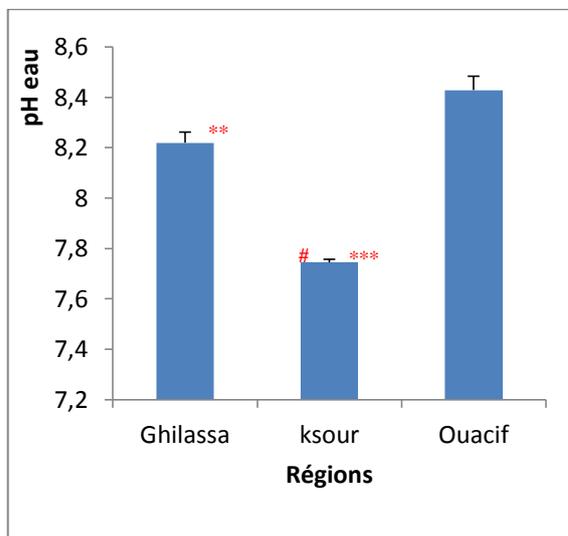


Figure 27 : Le taux de pH eau des trois.

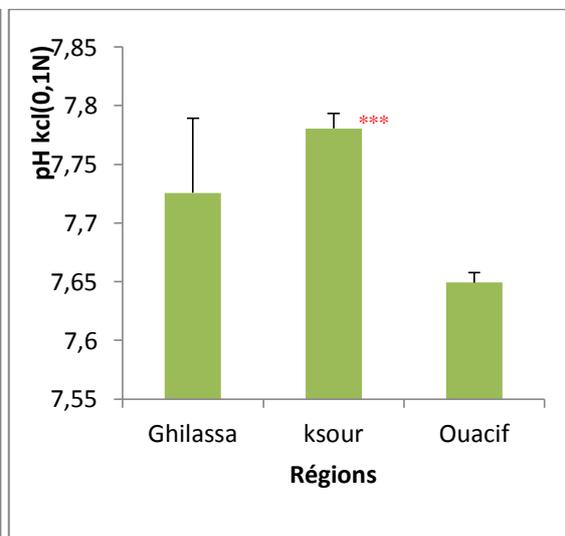


Figure 28 : Le taux de pH kcl (0.1N) des

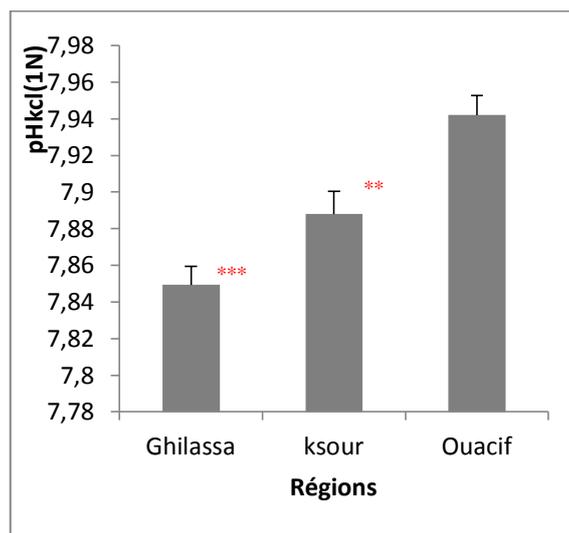


Figure 29: Le taux de pH kcl (1N) des trois régions.

(*) Différence significatif par rapport à Ouacif ($p < 0.05$).

(**) Différence hautement significatif par rapport à Ouacif ($p < 0.01$).

(***) Différence très hautement significatif par rapport à Ouacif ($p < 0.001$).

(#) Différence hautement significative comparant au Ksour par Ghilassa.

2.2. Conductivité électrique

La conductivité électrique des sols détermine leur degré de salinité, qui se traduit par un comportement différent des cultures vis-à-vis des classes de salinité. L'échelle de **Aubert(1978)** illustré dans le tableau IV a été utilisée pour indiquer la classe de salinité des sols sur un extrait 1/5 et l'effet sur le rendement des cultures.

En se basant sur l'échelle de salure, l'analyse des résultats de la conductivité électrique trouvée (tableau XI, figure 30), reflète que toutes les stations sont classées dans la catégorie saline.

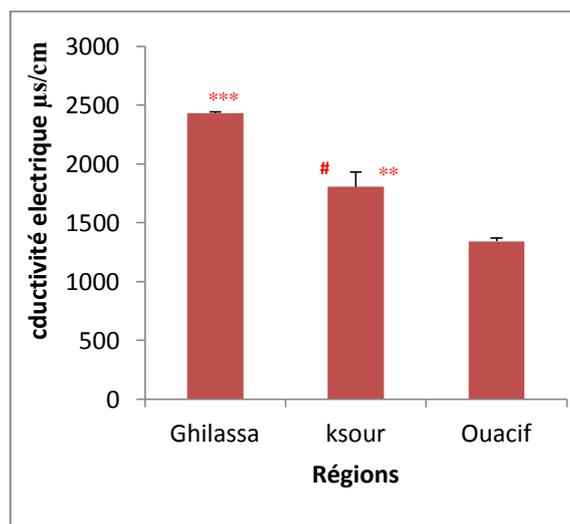


Figure 30 : Conductivité électrique μs/cm des trois régions.

(*) Différence significatif par rapport à Ouacif ($p < 0.05$).

(**) Différence hautement significatif par rapport à Ouacif ($p < 0.01$).

(***) Différence très hautement significatif par rapport à Ouacif ($p < 0.001$).

(#) Différence hautement significative comparant au Ksour par Ghilassa.

Certain auteurs ont montré qu'à très faible concentration, certains sels présent à l'état naturel dans le sol sont absorbés comme élément nutritifs par les végétaux (**Wiebe, 2001**) donc on peut dire que le taux important de la salinité dans la région de Ghilassa est dû à l'absence d'une végétation dense.

2.3. L'humidité (teneur en eau)

L'humidité du sol est liée à deux paramètres, la texture et la conductivité du sol, est nos résultats de l'humidité résiduelle sont harmonisés avec la conductivité électrique. Plus

le sol est lourd plus l'humidité est grande, et l'humidité tend à croître avec l'élévation de la salinité.

La figure 31 et le tableau XI représentent le taux d'humidité résiduelle dans nos échantillons du sol, dont le taux se révèle très faible à la station de Ouacif, moyen à Ghilassa et très élevé à Ksour.

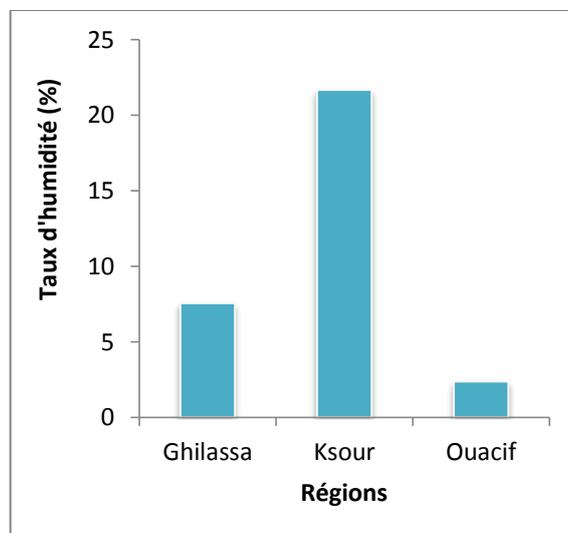


Figure 31: Taux d'humidités (%) des trois régions.

L'humidité du sol joue un rôle important dans le maintien de la vie sur la terre, sa première "utilisation" est de permettre la croissance de la végétation. Elle conditionne également la mise en place du peuplement végétal (germination des semences, émergence, implantation du système racinaire, etc...). Son évaluation est donc importante car elle constitue un paramètre d'alerte pour la désertification. L'humidité de surface du sol conditionne les échanges avec l'atmosphère par l'intermédiaire du bilan d'énergie à la surface du sol (très différent sur une surface sèche ou sur une surface humide), elle est importante en raison de son impact sur l'évaporation du sol et de sa transpiration. Ce qui conditionne les transferts de masse et de chaleur entre la terre et l'atmosphère.

Douguedroit (1774), a montré que le sol perd souvent et rapidement son humidité en surface quelque soit la saison dans une pinède en France et témoigne d'un assèchement périodique, surtout en surface sous cette futaie très claire à la végétation herbacée rare (10% de taux de recouvrement) entre les plaques calcaires.

Borsali (2013), a exposé que la teneur en eau gravimétrique des sols dépend en premier lieu des conditions climatiques (températures et précipitations) précédant les prélèvements et que cette diminution des teneurs en eau pourrait être une conséquence des

impacts du dernier feu sur certaines propriétés physico-chimiques des sols et sur la végétation.

2.4. Calcaire total

Selon les résultats de nos analyses (tableau XI), et en comparaison avec la classification de **Baize(2000)**, toutes les régions sont marquées par des taux élevés de calcaires (figure 32). Cependant, le sol de Ksour et Ouacif est modérément calcaire et le sol de la région de Ghilassa est fortement calcaire. Ce taux élevé de calcaire peut être expliqué par la présence de croute calcaire.

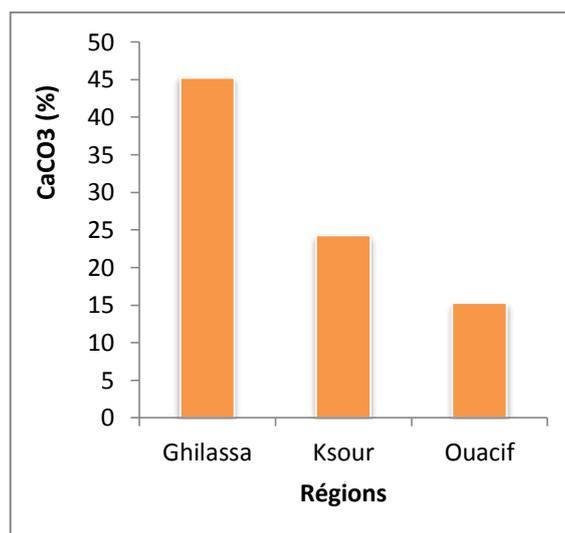


Figure 32 : Taux de calcaire (%) des trois régions.

La présence de certaines plantes peut indiquer si le sol est calcaire ou acide. Par exemple, la présence du chêne liège et de la bruyère arborescente avec une bonne croissance est le signe d'un sol plutôt acide. En plus la nature de la roche mère est un bon indicateur, les sols situés sur roche calcaire sont généralement basiques, leurs horizons superficiels sont souvent décarbonatés.

Ainsi, le pH qui est un coefficient caractérise l'acidité (présence d'ion H^+) ou la basicité d'un sol (généralement due à l'abondance d'ion calcium) (**Smaïhi, 2009**). Il définit la concentration d'ion H^+ dans la phase liquide du sol et varie de 0 à 14, on peut alors classer les sols selon leurs acidités comme suit :

- Sols très acides : $pH < 4.5$;
- Sols faiblement acide : $4.5 < pH < 6$;
- Sols équilibrés permettant une bonne alimentation minérale : $6 < pH < 7$;
- Sols calcaire et/ou salés : $pH > 7$ (**Smaïhi, 2009**).

2.5. Matière organique

La matière organique du sol est un indicateur important de la dégradation de la qualité des sols de part sa contribution dans la stabilité du sol, l'augmentation de la capacité de rétention en eau du sol, la fixation des éléments minéraux, et le substrat pour les microorganismes du sol.

Le contenu en matière organique des sols est influencé globalement par les facteurs climatiques, la végétation, la texture du sol, les conditions topographiques, influençant le microclimat et le drainage et les pratiques culturales.

D'après la classification de **Diadea et al.(2008)**, l'interprétation des résultats montre que les trois échantillons du sol étudié sont très riches en matières organiques (tableau XI, figure 33).

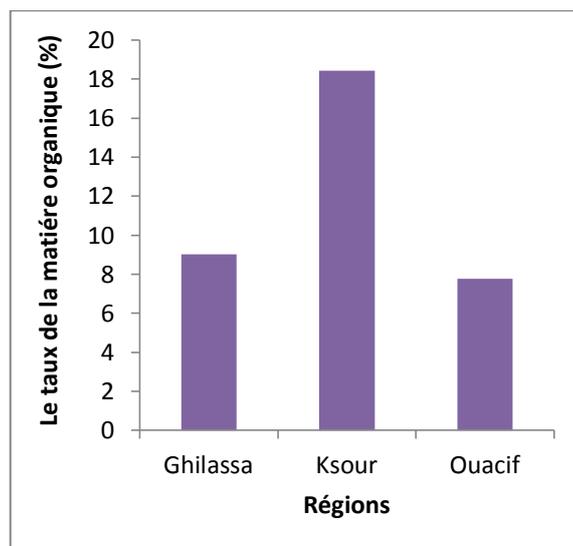


Figure 33 : Taux de la matière organique (%) des trois régions.

La matière organique est considérée comme un composant vital d'un sol sain; sa réduction donne un sol dégradé. La matière organique se décompose plus rapidement à des températures plus élevées, si bien que les sols des climats plus chauds tendent à contenir moins de matière organique que ceux des climats plus frais (**S.A.S.C, 2009**).

Conclusion

Conclusion

Le présent travail est consacré à l'étude phytochimique des extraits bruts préparés par méthode macération (Hexane, méthanol et l'eau distillée) d'une espèce médicinale *Pinus halepensis* mill. de la famille Pinaceae collectée dans deux wilayas Bordj Bou Arreridj et Tizi-Ouzou, cette plante largement distribuée autour du Bassin méditerranéen et elle est utilisée dans la pharmacopée traditionnelle et moderne, pour le traitement de plusieurs pathologies.

Nos résultats montrent que la préparation des extraits à partir des feuilles et graines de *Pinus halepensis* a permis d'obtenir des rendements différents en fonction des solvants d'extraction utilisés.

Le screening phytochimique réalisé, a révélé la richesse de notre plante en métabolite secondaires notamment : phénols, flavonoïdes, tanins et terpènes.

La présence des composants précédents due à leur rôle important dans la plante, dont ils sont des produits considérés comme métabolites secondaires, en réponse au stress environnemental ou pour assurer un mécanisme de défense aux agressions provoquant des maladies chez les végétaux.

L'ensemble des résultats obtenus constitue une étape vers la compréhension des effets affectant les sols sur la composition chimique de *Pinus halepensis* mill.

Le sol est un milieu vivant et fragile, qui abrite d'intenses échanges et transformations biologiques et physico-chimiques. Il est à ce titre une interface biologique et géochimique déterminante dans le maintien du fonctionnement des écosystèmes.

La présente étude implique que les caractéristiques chimiques et physiques du sol affectent significativement les types de végétation dans la zone étudiée. En effet, la caractérisation physico-chimique des sols étudiée a révélé quelques caractères communs aux trois sols, à savoir : un pH à alcalinité faible à modérée, une salinité moyenne (sol d'Ouacif et Ksour) à élevée (sol de Ghilassa), une humidité résiduelle très faible à la région de Ouacif, moyenne à Ghilassa et très élevée à Ksour, un taux élevée en calcaire et en matière organique.

Perspectives

Face à la richesse de cette espèce en substances phytochimiques susceptibles d'avoir des propriétés pharmacologiques intéressantes, il s'avère intéressant d'approfondir ces conclusions par :

- Evaluation de l'activité antioxydant in vitro des différents extraits de la plante ;
- Evaluation des propriétés microbiennes de la plante ;

- Etude d'autres effets biologiques tels que l'effet anti-inflammatoire, anti-hémolytique et anti-arthritique ...etc ;
- Evaluation du risque toxicologique de la plante.

*Références
bibliographiques*

Références bibliographiques

-A-

Aref M. et Heded M., 2015 : Contribution à l'étude phytochimique, les activités biologique (Antioxydante et Antibactérienne) d'une plante médicinale *Cleome arabica* L (Région d'Oued Souf). Université echahid hamma lakhdar d'el-oued faculté des sciences de la nature et de la vie département de biologie cellulaire et moléculaire. 59 pages.

Aubert G., 1978 : les sols sodiques en Afrique du Nord .Annale de l'INA, Alger, 185-195.

Ayad R., 2008 : recherche et détermination structurale des métabolites secondaires de l'espèce *zygophyllum cornutum*, Mémoire magister En Chimie Organique, université Mentouri Constantine. P35-39, 40, 47.

-B-

Badiaga M., 2011 : Etude ethnobotanique, phytochimique et activités biologiques de *Nauclea Latifolia* Smith une plante médicinale africaine récoltée au Mali, thèse de doctorat, université de Bamako. 10 p.

Baize D., 2000 : Guide des analyses en pédologie, technique et pratique : expression, présentation, interprétation, 2^e éd, INRA-paris 255.

Békro Y.A., Békro J., Boua B.B., Fézah H., Tra B., Ehilé EE., 2007 : Etude ethnobotanique et screening phytochimique de *Caesalpinia benthamiana* (Baill.) Herend. et Zarucchi (Caesalpiniaceae). *Sci.NAT.* 4(2) : 217-225.

Benaissa O., 2011 : Etude des métabolismes terpénique et flavonique d'espèces de la famille des composées, genres *Chrysanthemum* et *Rhantherium*. Activité Biologique, Thèse Doctorat, université Mentouri Constantine. 63p.

Bendada K. et Boulakradeche M-W, 2011 : Optimisation des conditions de dosage par spectroscopie d'absorption atomique (SAAF et SAAET) : Application à la détermination de la pollution et de la bioaccumulation des métaux lourds, université des sciences et de la technologie houari boumediene (u.s.t.h.b). Pp 28/58.

Bennehdi H., Hasnaoui O., Benali O., Sahl F., 2012 : Phytochemical investigation of leaves and fruits extracts of *Chamaerops humilis* L. *J.Mater. Environ. Sci.* 3(2) : 320-237.

Bentouati A., 2006 : Croissance, productivité et aménagement des forêts de pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) du massif de de Ouled Yagoub (Khenchla-Aurès). Thèse Doctorat, Univ. Batna, 115p.

Bonin G., Anne B-m., benjamin L., Voiriot S., Solène N., et Fernandez C., 2007 : Expansion du pin d'Alep Rôle des processus allélopathiques dans la dynamique successione. forêt méditerranéenne et .XXVIII, n°3, septembre 2007. Pages 210-218.

Booth, N.L., Dejan, N., Richard, B., Stoci, E. 2004 : New lanthanide complexes of 4 methyl 7hydroxy coumarin and their pharmacological activity. *Clinical Pharmacology and Therapeutics.* p50, 120-123.

Borsali., 2013 : Contribution à l'étude des caractères physico-chimiques des sols des pinèdes (*Pinushalepensis*) de la wilaya de Saïda (Humidité au champ), Université Abou-Bekr Belkaid –Tlemcen, Pp 51 / 71.

Bouakaz I., 2006 : Etude phytochimique de la plante *Genista Microcephala*. Mémoire de magister, Batna.

Bouazza F., 2013 : Intérêt de la mycorhization contrôlée du Chêne vert (*Quercus ilex* L.) et du Pin d'Alep (*Pinus halepensis* Miller) par deux espèces de Terfez, en conditions gnotoxéniques et axéniques. Université d'Oran Es-Senia Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie Département de Biotechnologie. 99 pages

Boudjouref M., 2011 : Etude de l'activité antioxydante et antimicrobienne D'extraits d'*Artemisia campestris* L. Thèse de Magister en Biochimie. Université Ferhat Abbas, Sétif. Algérie. 99 p

Bouguerra A., 2011 : Etude des activités biologiques de l'huile essentielle extraite des graines de *Foeniculum vulgare* Mill. En vue de son utilisation comme conservateur alimentaire, 2011, p.10.

Bruneton J., 2009 : Pharmacognosie - Phytochimie, plantes médicinales. 4 e éd., revue et augmentée. Paris, France : Tec & Doc - Éditions médicales internationales, 1288 p.

-C-

Ching P.L., Jen P.H., Chung-S W., Chih Y.H., Chaw S.M., 2010 : Comparative Chloroplast Genomics reveals the evolution of Pinaceae Genera and Subfamilies. *Genome Biology*, 2010, 504–517.

Chokri M., 2005 : Etude de l'effet de l'irradiation sur la conservation de pin d'Alep et sur les mycotoxines. Mémoire pour l'obtention du diplôme de mastère en industries alimentaires. École supérieure des industries alimentaires de Tunis. 133 pages

-D-

Dacosta E., 2003 : Les phytonutriments bioactifs. Yves Dacosta (Ed). Paris, 317p.

Deina, M., Rosa, A., Casu, V., Cottiglia, F., Bonsignore, L., 2003 : Natural product: their chemistry and biological significance. *Journal of the American Oil Chemistry Society*. 80:65-70.

Derbal W., Zerizer A., Gérard J., Guibal D., 2015 : Caractérisation d'aboutages à entures multiples pour trois essences d'Algérie, Bois et forêts des tropiques, 2015, n° 325 (3) Bois aboutés en algérie, Université M'Hamed Bougara Faculté des Sciences de l'Ingénieur, Pp61.

Diaea, Drha, Seen, 2008: Direction de l'irrigation et de l'aménagement de l'espace agricole, Service des Expérimentation, des Essais et de la Normalisation-Rabat.

Djemoui D., 2012 : Contribution à l'étude de l'activité antioxydante et antibactérienne de quelques coumarines synthétisées. Mémoire Master Académique, Spécialité : Chimie Appliquée. 53p.

Djili K., 2000 : Contribution à la connaissance des sols du Nord de l'Algérie. Thèse doc. INA, Alger, 243p.

Dougedroit., 1774 : Contribution à l'étude des caractères physico-chimiques des sols des pinèdes (*Pinushalepensis*) de la wilaya de Saïda (Humidité au champ), Université Abou-Bekr Belkaid –Tlemcen, Pp51 / 71.

Duchaufour P., 1994 : Pédologie : sol, végétation, environnement. MASSON éditeur 120, boulevard Saint germain 72380 paris cedex 06.

-E-

Edenharder, R., Grünhage, D., 2003 : Free radical scavenging abilities of flavonoids as mechanism of protection against mutagenicity induced by tert-butyl hydroperoxide or cumene hydroperoxide in *Salmonella typhimurium* TA102. *Mutat. Res.* p540, 1–18.

Edeoga HO., Okwu DE., Mbaebie BO., 2005 : Phytochemical constituents of some Nigerian medicinal plant. *African J. Biotechnology*, 4(7) :685-688.

Erlund., 2004: *Nut. Res.* p24, 851-74.

-F-

Fady B., Semerci H., Vendramin G., 2003 : Euforgen Technical Guidelines for genetic conservation and use for Aleppo pine (*Pinus halepensis*) and Brutia pine (*Pinus brutia*). International Plant Genetic Resources Institute, Rome (Italy),6p.

FAO (Food and Agriculture Organization), 2013 : FAOSTAT, Annuaire statistique de la FAO, Algérie. Rome, Italie, FA.

Ford R.A., Hawkins D.R., Mayo B.C., Api A.M. ,2001 : The in vitro dermal absorption and metabolism of coumarin by rats and by human volunteers under simulated conditions of use in fragrances. Food and Chemical Toxicology, p39, 153-162.

-G-

Ghestem A., Seguine., Parism., Orecchionia M., 2001 : Le préparateur en Pharmacie. 2èmed. Ed. Tec et Doc, Paris. France. 275p.

Gobat J-m. Argno m. et Matthey W., 2004 : Le sol vivant Bases de pédologie –Biologie des sols,3ème revue et augmentée.82 pages.

Gregorich EG., 2003 : Modification de la matière organique du sol,
http://res2.agr.ca/publications/hs/chap05_f.htm

Guignard JL., 1996 : Biochimie végétale. Ed. Masson, Paris. France. 274 p.

-H-

Hoffmann L., 2003 : Etude du métabolisme des phénylpropanoïdes. Thèse de doctorat. Strasbourg. 245p.

Hafouda L., 2000 : Caractérisation et quantification de la salinisation du sol et de nappe dans la vallée de Oued Rhir ,Thèse de magister INA .Alger.

Handas S., 2008 : An Overview of Extraction Techniques for Medicinal and Aromatic Plants. (Eds) Extraction Technologies for Medicinal and Aromatic Plants. International Centre For Science and High Technology, Trieste. Italy. Pp 21-54.

Hartmann T., 2007 : From waste products to ecochemicals: fifty years research of plant secondary metabolism. Phytochemistry. p68, 2831–2846.

Havsteen B.H., 2002 : The biochemistry and medical significance of the flavonoids. Pharmacol. Therapeut. p96, 67–202.

Houba V.J.G, Van Der, J.J ., Novozamsk I.,1995 :Soil and plant analysis ,a series of syllabi .Part 5B : Soil analysis procedures ,other procedures.Wageningen :Department of Soli Science and Plant Nutrition,Agricultural University.

-K-

Kadari A., 2012 : Etude exploratoire des acides gras polyinsaturés des aiguilles de pin, université aboubakr belkaid –tlemcen. Page 25.

Kaundun SS, Lebreton P, Fady B. 1998 : Geographical variability of *Pinus halepensis* Mill. As revealed by foliar flavonoids. Biochemical Systematics and Ecology. 26: 83–96.

Khanbabae K., Ree T.R., 2001 : Tannins: Classification and Définition. Journal of Royal Society of Chemistry. Vol. (18): 641-649.

Krief S., 2003 : Métabolites secondaires des plantes et comportement animal, thèse doctorat, muséum national d'histoire naturelle. 32p.

-L-

Laboubee C., 2007 : Retour au sol des matières organiques nécessaire a leur maintien en état en sols agricoles.

Ladjal S., 2012 : Activité antimicrobienne des métabolites secondaires des champignons endophytes isolés du pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) de la région de M'sila, Université Ferhat Abbas-Sétif. 76pages.

Lahouati R., 2000 : Expérience des Plantations en Climat Aride. Cas de la Ceinture Verte en Algérie. Direction Générale des forêts, Ministère de l'Agriculture, Alger.

Louni D., 1994 : Les forêts algériennes. Forêt méditerranéenne, 15 (1) : 59-63.

Lozet J. et Mathieu C., 2002 : Dictionnaire de sol.4eme Ed. Lavoisier, Paris, 575.

-M-

Madani D., 2008 : Relation entre le couvert végétal et les conditions édaphiques en zone à déficit hydrique». Thèse Mag, Univ. Batna, 118 p.

Maestre F.T., Cortina J., 2004 : Insights into ecosystem composition and function in a sequence of degraded semiarid steppes. Restoration Ecology 12: 494-502.

Malecky M., 2005 : Métabolisme des terpenoïdes chez les caprins, thèse Pour obtenir le grade de docteur de l'Institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement, AgroParisTech. p 9, 13-19, 20, 27.

Markham K.R., 1982 : Chapitre 1 and 2. Techniques of flavonoid identification. Academic press, (london).. Pp1-113.

Marstona., 2011 : Thin-layer chromatography with biological detection in phytochemistry. Journal of ChromatographyA. Vol. (19): 2676-2683.

Mathieu C., 2003 : Analyse chimique des sols. Paris, 387 p., 30 fig., 40 tab

Mauro N.M., 2006 : Synthèse d'alcaloïdes biologiquement actifs : la (+)-anatoxine-a et la (±)-camptothécine, thèse doctorat, l'université Joseph Fourier Grenoble, p13, 16-28.

McLean E.O., 1982 : Soil pH and line requirement. Pp : 199-224. In methods of soil analysis. Eds. Al Page et al. part 2. 2nd Ed.

Meddour-Sahar O., 2012 : Bilan des feux de forêts en Algérie : analyse spatio-temporelle et cartographie du risque (période 1985-2010). Science et Changements Plané-taires /Sécheresse, 23 (2) : 133-14

Mellaoui F., 2013 : Analyse de la politique du secteur forestier et des secteurs connexes. Rapport technique du Projet Régional Silva Mediterranea – PCFM. Algérie, Direction Générale des Forêts (DGF), Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural –81 p.

Mohammedi., 2013 : Etude Phytochimique et Activités Biologiques de quelques Plantes médicinales de la Région Nord et Sud Ouest de l'Algérie. Thèse de Doctorat en Biologie. Université Abou Bekr Belkaid, Tlemcen. Algérie. 169 p.

-N-

Nam A-M., 2014 : Contribution de la RMN 13C a l'analyse des huiles végétales, huiles essentielles et résines (*Olea europaea*, *Pinus halepensis* et *Cedrus atlantica*). Chimie analytique. Université Pascal Paoli, 2014. Français. <NNT : 377>. <tel-00978825>. 177 pages

Nemer W., 2015 : Étude pédologique et floristique de différents sols selon un gradient de pollution. Thèse (MAG). Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. Pages 88.

Newmand J., Cragg M., 2012 : Natural Products As Sources of New Drugs over the 30 Years from 1981 to 2010. J. Nat. Prod. Vol. (75): 311-335.

Nkhili, Ez., 2009 : Polyphénols de l'Alimentation : Extraction, Interactions avec les ions du Fer et du Cuivre, Oxydation et Pouvoir antioxydant. Diplôme de Doctorat, Spécialité: Sciences des Aliments. Université Cadi Ayyad. Marrakech Université D'avignon Et Des Pays De Vaucluse Ecole Doctorale 306 –SPSA, Montpellier. 378p.

-O-

Ormeño E, Fernandez C, Mévy JP. 2007 : Plant coexistence alters terpène émission and content of mediterranean species. Phytochemistry. 68: 840–52.

Ouedraogo Y., Nacoulma O., Guissou I.P., Guede guina F., 2001 : Evaluation in vivo et in vitro de la toxicité des extraits aqueux d'écorces de tige et de racines de *Mitragyna inermis* (willd).o.ktz (rubiaceae). Pharm. Méd. Trad. Vol. (11). 13-29.

-P-

Pasqualini V, Robles C, Garzino S, Greff S, Bousquet-Melou A, Bonin G. 2003 : Phenolic compound content in *Pinus halepensis* Mill. needles: a bioindicator of air pollution. Chemo sphere. 52: 239–48.

Peeking A., Picand B., Hacene K., Lokiec F., Guerin P., 1987 : Oligimères procyanidoliques (Endotélon) et système lymphatique. Artères et Veines. Publications médicales AGCF. Vol. (6): 512-513.

-Q-

Quezel P., 2000 : Taxonomy and biogeography of Mediterranean pines (*Pinus halepensis* And *Pinus brutia*). In : Ecology, Biogeography and Management of *Pinus halepensis* And *P. Brutia* Forest Ecosystems in the Mediterranean Basin. Eds., Néeman G., Trabauds L., Backhuys Publishers, Leiden, pp. 1-12.

-R-

Rasool R., Ganai B.A., Akbar S., Kamili A.N., Akbar M., 2010 : Phytochemical screening of *prunella vulgaris* L. an important medicinal plant of Kashmir. Pak J. Sci. 23 : (4) : 399-402.

Rira M., 2006 : Effet des polyphénols et des tanins sur l'activité métabolique du microbiote ruminal d'ovins. Thèse de Magister en biochimie et microbiologie appliquées, Université Mentouri Constantine, Algérie. 94 p.

-S-

S.A.S.C., 2009 : L'agriculture durable et la conservation des sols Processus de dégradation des sols, Réduction du taux de matière organique. 2p

Seladji D., 2014 : compositions chimiques, propriétés antimicrobiennes et antioxydantes des huiles essentielles des racines de trois pinaceae d'Algérie, université abou bekr belkaïd de Tlemcen. page 33.

Scalbert A., Manach C., Morand C., Rémésy C., 2005 : Dietary Polyphenols and the Prevention of Diseases. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. p45, 287–306.

Sghaier T., Claustriax J.J., 2014 : Intérêt des modèles des plus proches voisins pour le contrôle de l'hétérogénéité spatiale : application à un essai de provenances de pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) en Tunisie. Revue de l'INAT, 19(2), 5-22.

Smaïhi A-H., 2009 : Influence du type de pineraies (pineraie, pineraie chenaie) sur la mobilisation de n, p et le comportement de plantules de pin d'alep dans des sols forestiers de la region de batna,Thèse(MAG), université el hadj lakhdar–batna,Pp 28/79.

Soltner D., 2005 : Les bases de production végétale. 24 éditions. Tome I, paris, 472 p.

-V-

Vogt T., 1984 : Problèmes de genèse des croûtes calcaires quaternaires, Questions on the genesis of quaternary calcretes. Laboratoire de géographie physique en milieu tempère, université Louis-Pasteur, Strasbourg, pp : 210-220.

-W-

Wang L., Weller C.L., 2006 : Recent advances in extraction of nutraceuticals from plants.Trends in Food Science & Technology. Vol. 17(6): 300-312.

Wiebe b-H., 2001 :L'agriculture écologiquement durable au Canada: Série sur les indicateurs agroenvironnementaux -Rapport n° 2.

-Y-

Yeza S., et Bouchama S., 2014: index des métabolites secondaires végétaux, université kasdi merbah, Ouargla faculté des sciences de la nature et de la vie département des sciences biologiques.47 pages.

Yusuf Y., 2006 : Trends Food Sci. Tech. p17, 64-71.

- Sites d'internet -

Site web 1:

Annuaire marie « Bordj bou arreridj » 26/05/2017 :<ahref="http://www.annuaire-mairie.fr/ville-bordj-bou-arreridj.html" title="Ville de BordjBou Arreridj">Bordj Bou Arreridj.

Site web 2:

Wikipédia Bordj-Bou-Arreridj, 26/05/2017, https://fr.wikipedia.org/wiki/Wilaya_de_Bordj_Bou_Arreridj.

Site web 3:

Annuaire marie « Ksour » 26/05/2017. <ahref="http://www.annuaire-mairie.fr/ville-ksour.html" title="Villedes Ksour">Ksour.

Site web 4:

Annuaire marie « Ghilassa » 26/05/2017.<ahref="http://www.annuaire-mairie.fr/ville-ghilassa.html" title="Ville deGhilassa">Ghilassa.

Site web 5 :

Annuaire marie « Tizi-Ouzou »,26/05/2017.<ahref= http://www.annuaire-mairie.fr/ville-tizi-ouzou.html title = "Ville de Tizi-Ouzou"> Tizi-Ouzou .

Site web 6 :

Wikipédia,Tizi-Ouzou, 26/05/2017, /https://fr.wikipedia.org/wiki/Tizi_Ouzou.

Site web 7:

Annuaire marie « Ouacif » 26/05/2017 <ahref="http://www.annuaire-mairie.fr/ville-ouacif.html" title="Ville d'Ouacif">Ouacif.

Annexes

Annexes

Annexe 1 : liste des produits utilisée dans laboratoire.

N°	Nom	Formule brute	Masse molaire
01	Hexane	C_6H_{14}	86,18 g/mol
02	Méthanol	CH_3OH	32,04g/mol
03	Chloroform	$CHCl_3$	119 g/mol
04	Acide sulfurique	H_2SO_4	98,079 g/mol
05	Acide chlorhydrique	HCl	36,46094 g/mol
06	Hydroxyde de sodium	$NaOH$	40 g/mol
07	Aluminium chloride hexahydrate	$AlCl_3 \cdot 6H_2O$	241,43 g/mol
08	Chlorure de fer	$FeCl_3$	162,2 g/mol
09	Potassium chloride	KCl	74,5513 g/mol
10	Calcium Carbonate	$CaCO_3$	100,087 g/mol
11	Liqueur de fehling		
12	Eau distillée	H_2O	18,016 g/mol

Annexe 2 : Matériels de laboratoire.

Principaux équipement de laboratoire	
<p>Agitateur magnétique</p> 	<p>L'agitateur magnétique, elle peut être couplée avec une plaque chauffante afin d'assurer une homogénéisation efficace du contenu d'un récipient (il s'agit en général d'une solution).un chauffage sous agitation peut favoriser la dissolution de certains sels.</p> <p>Le barreau aimanté se met dans le récipient qui contient le mélange à homogénéiser et le récipient se met sur l'agitateur, une tige dont l'extrémité est aimantée permet de retirer le barreau aimanté du mélange.</p>
<p>Bain-marie</p> 	<p>Il désigne un appareil contenant du liquide et pouvant chauffer un récipient contenant le matériel de laboratoire à stériliser ou bien l'échantillon à étudier.</p> <p>Cette technique a comme avantage d'éviter à la préparation ou aux matériaux à stériliser un apport de chaleur parfois trop brutal, ainsi pour éviter toute destruction de molécules par contact direct avec la paroi trop chaude.</p>

<p>Etuve</p> 	<p>Une étuve de laboratoire est un appareil de chauffage, convenant pour toutes les applications de culture de bactéries, de séchage, de conservation à chaud, de stérilisation, de séchage de verrerie....</p>
<p>pH mètre</p> 	<p>Un pH-mètre est un appareil, souvent électronique, permettant la mesure du pH d'une solution, il est généralement constitué d'un boîtier électronique permettant l'affichage de la valeur numérique du pH et d'une sonde de pH.</p>
<p>Agitateur vortex</p> 	<p>Spécialement conçu pour le mélange de liquides dans des tubes à essais ($\phi < 30\text{mm}$) ou dans des petits flacons.</p>
<p>Balance de précision</p> 	<p>Elle permet d'effectuer des pesées de haute précision.</p>
<p>Conductimètre</p> 	<p>Appareil de mesure de la conductivité d'une solution. Il est composé d'un générateur basse fréquence (courant alternatif), d'un ampèremètre et d'un voltmètre.</p>
<p>Calcimètre</p>  <p>Ampoule eau saturee à saturation Tubo gradué Fiasco pour l'échantillon</p>	<p>Un calcimètre permet de mesurer le volume de CO_2 dégagé par action de l'acide chlorhydrique (HCl) sur le carbonate de calcium (CaCO_3) d'un échantillon de sol ou de roche.</p> <p>On peut fabriquer un calcimètre avec :</p> <ul style="list-style-type: none"> une ampoule, un tube gradué de 100 cm^3, un erlenmeyer de 100 cm^3, un petit tube en verre environ deux fois moins haut que l'erlenmeyer, deux bouchons à 1 trou adaptés au tube gradué et à l'erlenmeyer et $1,5\text{ m}$ de feuille anglaise

Four à moufle



Température maximum 1200°C, arrêt automatique à l'ouverture de la porte, Résistant à l'usure, sans poussière, moufle en céramique, cloison doublée pour garder les parois extérieures froides et choix du contrôleur de température.

Ces fours sont faits de moufles en céramique enveloppés extérieurement par l'élément chauffant. L'intérieur de la chambre de chauffe reste totalement libre, sans l'encombrement des résistances. Cela évite d'endommager les éléments chauffants en chargeant les échantillons, mais cela les protège également de la corrosion par l'évaporation éventuelle de produits provenant des échantillons. Cette méthode permet aussi d'avoir une parfaite stabilité de température à l'intérieur de la chambre.

La hotte



Une hotte de laboratoire est un dispositif qui permet l'extraction des vapeurs toxiques des produits utilisés lors de manipulations. Sa fonction première est de protéger le manipulateur. Les vapeurs sont extraites du volume de travail puis, soit traitées par une filtration, soit rejetées vers l'extérieur.

Réfrigérateur



les réfrigérateurs de laboratoire permettent un stockage sûr et fiable des substances volatiles ou inflammables, des réactifs, des produits chimiques, des produits dangereux et des échantillons, pourvu qu'ils disposent d'un intérieur sans étincelle, pour réduire le risque d'explosions internes.

Rotavapor



Rotavapor ou « Buch » est un appareil de laboratoire utilisé généralement en chimie organique pour évaporer rapidement des solvants après avoir été utilisés dans une extraction ou dans un milieu réactionnel.

Il est composé de plusieurs parties :

- un réfrigérant en spirale, équipé d'une prise de vide et d'un robinet pour casser le vide.
- un ballon de recette pour le distillat, situé dans la partie basse du réfrigérant.
- un moteur qui assure la rotation du ballon évaporateur, par l'intermédiaire d'un tube rotatif d'admission des vapeurs. le ballon évaporateur contient la solution dont on doit chasser le/les solvant(s).
- un bain marie, chargé de chauffer le ballon évaporateur.

Verrerie courante au laboratoire

Becher



Le bécher est probablement l'élément de verrerie le plus utilisé en laboratoire : agitation, préparation et stockage temporaire (avant un prélèvement par exemple) de solutions et de mélanges, chauffage, faire certains dosages (pH-métriques notamment), etc.

Erlenmeyer (Erlen)



L'erenmeyer remplit à peu près les mêmes fonctions que le bécher à la différence que sa forme évite les projections .il est donc préféré au bécher pour : conserver provisoirement des produits chimiques volatils, réaliser des réactions chimiques avec des composés volatils ou lorsque la réaction peut se révéler fortement exothermique, faire certains dosages (volumétrie notamment).

Eprouvette graduée



L'éprouvette graduée permet de mesurer le volume d'un liquide avec une précision moyenne (moins importante que la verrerie jaugée ou verrerie volumétrique de précision).il faut choisir une éprouvette dont le volume est le plus proche du volume à mesurer .pour lire le volume de liquide, il faut poser l'éprouvette sur un support horizontal et placer l'œil au niveau de la graduation.

Fiolle jaugée



La fiole jaugée permet de mesurer un volume avec une bonne précision .Elle est utilisée pour la préparation de solutions de concentrations données : par dissolution, ou par dilution.

Tube à essais



Le tube à essais servant pour des essais sur de petites quantités. un tube à essais ne doit jamais être rempli plus qu'au tiers et il peu recevoir un bouchon, il repose traditionnellement dans un porte bouchon ou portoir.

Entonnoir



L'entonnoir permet de verser un liquide, une poudre, un granulé dans un récipient de petite ouverture en évitant les pertes.il est aussi utilisé dans les montages de filtration.

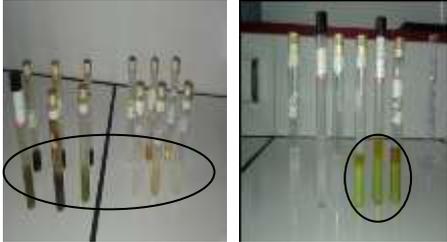
<p>Boite de Pétri</p> 	<p>Boite plate et transparente peu profonde (en verre ou en plastique) servant à la culture de micro-organismes qui sont protégés de toute contamination par un couvercle.</p>
--	--

<p style="text-align: center;">Accessoires divers</p>	
<p>Micropipette</p> 	<p>La pipette automatique est un outil de précision permettant de délivrer des microvolumes variables avec une grande précision. On l'appelle aussi micropipette ou pipetman. La pipette automatique est une pipette à piston. Très utilisée, elle doit être manipulée dans de bonnes conditions et doit être contrôlée régulièrement.</p> <p>On fixe à l'extrémité de la pipette un cône à usage unique. Le liquide aspiré par relâchement du piston est entraîné dans le cône. On l'expulse en appuyant sur un bouton poussoir.</p>
<p>creuset</p> 	<p>Un creuset est un pot en matériau réfractaire ou en métal servant à la fusion ou la calcination. La qualité d'un creuset est d'être capable de résister à des températures supérieures aux températures de fusion des alliages que le métallurgiste va y déposer, sans s'altérer ni polluer le métal en fusion.</p> <p>Dans certains cas, le creuset porté à ces températures très élevées doit être suffisamment résistant pour supporter d'être déplacé afin de couler les pièces.</p>
<p>Tamis</p> 	<p>Un tamis est une grille de maillage plus ou moins fin, servant à trier les particules solides, fixée sur un cadre.</p>
<p>Pissette</p> 	<p>La pissette, principalement utilisée avec de l'eau distillée, permet : de rincer la verrerie, de rincer les électrodes et les sondes (pH-mètre), de compléter les fioles jaugées jusqu'au trait de jauge.</p>
<p>Spatule</p> 	<p>La spatule permet de prélever un solide en poudre fine en copeaux, etc...., de manière à éviter le contact direct entre la peau et le solide.</p>

<p>Papier filtre</p> 	<p>Papier de cellulose, à fines pores, utilisé pour la filtration des suspensions au laboratoire.</p>
<p>Parafilm</p> 	<p>Bandes exempt de plastifiant : flexible, résistante à l'humidité et perméable aux gaz. Utilisées comme feuille de bouchage pour laboratoire, pour sceller de la verrerie (tubes à essais, éprouvettes, fioles, cultures etc.)</p>
<p>Papier aluminium</p> 	<p>La feuille d'aluminium est une feuille mince, d'environ 0,02mm d'épaisseur, composée d'aluminium de grande pureté. A cause de cette minceur et de la ductilité du métal, elle est très flexible, ce qui lui permet d'épouser pratiquement toutes les formes. Le papier aluminium sert à la fois de barrière à la lumière (qui dégrade les gras), aux odeurs, à l'eau (prévenant les variations d'humidité) et aux bactéries.</p>
<p>Etiquette</p> 	<p>Petit bout de papier (collant ou non) ou de tissus servant à l'identification ou à donner des informations complémentaires comme nom d'un produit etc.....</p>

Annexe 3 : Résultats de coloration de screening phytochimique.

Métabolite secondaire	couleur	observation
Phénol	bleu noirâtre ou verte plus ou moins foncée.	Présence des phénols dans tous les extraits sauf dans les graines de l'extrait d'hexane. 
Flavonoïde	coloration jaune.	la présence des flavonoïdes dans tous les extraits des feuilles 
Tanins	Coloration noir bleuâtre et d'un précipité.	Présences dans les extraits aqueux et méthanoïque des feuilles. 
Terpène	coloration brune rougeâtre à l'interface.	la présence des terpénoïdes dans nos extraits sauf dans les feuilles de l'extrait d'hexane de Ghilassa et Ouacif. 

<p>coumarine</p>	<p>Coloration transparent ou plus transparent par rapport au liquide du tube témoin (perde sa coloration jaune, se trouble ou il se forme un précipité).</p>	<p>présence de coumarine dans l'extrait de l'hexane et extrait méthanoïque de Ghilassa et Ksour.</p> 
<p>Sucre réducteur</p>	<p>formation d'un précipité rouge brique.</p>	<p>coloration rougeâtre dans les graines (Ghilassa et Ouacif) de l'extrait aqueux mais avec une faible quantité.</p> 

هذا العمل هو جزء من دراسة الموروث النباتي الوطني للنباتات وخاصة الطبية و الذي يبقى جزء كبير منها غير معروف ويتطلب دراسات عميقة. إذن هدفنا سيكون حول الدراسة الكيميائية النباتية لنبات الصنوبر الحلبي «*Pinus halepensis mil.*» وتحليل التربة للمناطق التي تحصلنا فيها على هذه النبتة. *Pinus halepensis* هو النوع الوحيد من عائلة الصنوبريات الموزعة في جميع أنحاء العالم و خاصة حول البحر الأبيض المتوسط, وهو أشجار أو شجيرات دائمة الخضرة نادرا, وحيدة المسكن. تحتل في الجزائر 35% من نسبة الغابات. تم الحصول على مردودية متفاوتة للمستخلصات(الهكسان, الميثانول و المائي) التي أعدت من مختلف أجزاء النبات (بذور، أوراق) الصنوبر الحلبي المتحصل عليه من المناطق الثلاثة المدروسة. أعطت بذور المناطق الثلاث غيلاسة، قصور و واسيف مردودية كبيرة مع مستخلص الهكسان مقارنة مع مستخلص الميثانول والمائي. يمكن الفحص الكيميائي للنبات المحصل عليه من المناطق المدروسة: غيلاسة، قصور و واسيف من تسليط الضوء على وجود: الفينولات, الفلافونويدات, العفص, التربينات والكومارين. كشفت نتائج اختبار درجة الحموضة pH (7.64- 8.42) المناطق الثلاث المدروسة, أنها تتماثل مع معطيات تربة المناطق شبه القاحلة. و كشف أن *Pinus halpensis* يبدو أنه يستقر في تربة منخفضة إلى معتدلة قاعديا. هذا النوع من النباتات يفضل أيضا التربة المالحة (تربة القصور و واسيف) والتربة المالحة جدا (غيلاسة) و هو نوع مقاوم للجفاف (معدل الرطوبة منخفض في منطقة واسيف و غيلاسة ومعتدل في منطقة القصور). إنها تقاوم بشكل جيد جدا على ساحل البحر الأبيض المتوسط، أشعة الشمس و الرذاذ ، وتظهر حتى في المناطق شبه الصحراوية. نتائج التحاليل التربة المدروسة أظهرت أن كل المناطق غنية جدا بالمواد العضوية, وبالجر الجيري الكلي. الكلمات المفتاحية : صنوبر حلبي، مستخلص إجمالي، المركبات الثانوية، قصور، واسيف، غيلاسة، التربة.

Abstract

This work lies with in the scope of study of the national botanical heritagee specially the medicinal herbsincluding one great part remains still virgin and requires in-depth studies,the nit relates to our objectives will be around the phytochimic study and the pedological of the plant *pinushalpensis* Mill.,it is the only species of family of the pinaceae ,divided in the whole world and primarily around the mediterranean coasts, They are trees or more rarely of the persistent shrubs, monoïques. In Alegria, it occupies 35% of wooded surface.

Variable outputs were obtained for the various types of extracts (extract of hexane,méthanol and aqueous) prepared starting from the various bodies (seeds, sheets) of pine of Alep coming from the three studied stations. The seeds of the three areas Ghilassa,Ksour and Ouacif gave out puts extracts some with hexane more important by contribution with the otherextracts from methanol and aqueous.

The screening phytochimic of the plant collected from the three stations (Ghilassa,Ksour and Ouacif) made it possible to high light the presence of phenols, flavonoides, terpenes, tannins and coumarins.

The results of the analysis of the pH (7.64 to 8.42) of the three studied grounds, are slightly and fairly basic,it is a fork of the pH currents for the grounds in arid semi areas. This plants also preferred the grounds saline(ground of Ouacif and Ksour)with avery saline ground (ground of ghilassa),it is resistant species has the drought (the humidity is low in the Ouacif and Ghilassa area, and averagein the Ksour area),it resists very ofcoursz the mediterranean coastline,in full sun, it appears even in areas semi-desertiques. The plants analyses seem beings very rich in organi matter, and a limestone.

Keywords: *Pinus halpensis* Mill. , crudeextract, secondary metabolites, Ksour, Ouacif ,Ghilassa, Ground.