

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE SAAD DAHLAB - BLIDA 1
Faculté des Sciences de la Nature et de Vie



Département de Biotechnologie et Agro-écologie



Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master domaine SNV

Filière Sciences Agronomiques
Spécialité : système de production Agroécologie

Thème

Essaie de germination et étude phytochimique d'une plante endémique la Germandrée Tomenteuse (*Teucrium polium* L) de l'Hoggar

Présenté par :

- Chibani Mohamed. - Dib Mouataz Billah Tarek. - Ahchoule Amina

Devant le jury :

C. CHAOUIA	Professeur, U. Blida 1	Présidente
Y. MOUAS	MCA, U. Blida 1	Examinatrice
Y. HAMIDI	MCB, U. Blida 1	Promoteur
S. LAKEHAL	Attaché de recherche	Co-promotrice
S. OUAREK.	Ingénieur de laboratoire CRD Saida.	Invité d'honneur

2021-2022



Remerciements



Avant tout, nous tenons à remercier Dieu « ALLAH » le tout Puissant de nous avoir donné la foi et de nous avoir permis d'en Arriver là.

Merci également à nos familles pour leur courage, les Sacrifices qu'ils ont consentis pendant la durée de nos études et pour leur soutien aussi bien moral que financiers.

Madame **CHAOUIA C.** Professeur à U. Blida 1 qui m'a fait l'honneur d'assurer la présidence du jury.

Madame **MOUAS Y.** Maître de conférences A à U. Blida 1 d'avoir accepté d'examiner ce travail.

Notre promoteur Monsieur **HAMIDI Y.** Maître assistant A à U. Blida 1 pour tout son aide ses orientations et ses conseils.

Notre Co-promotrice Madame **LAKEHAL S.** Attaché de recherche à U. Blida 1 pour l'effort fourni, les conseils prodigués, sa patience et sa persévérance dans le suivi.

Notre Co-promotrice Madame **OUAREK S.** Chef de laboratoire microbiologie à CRD. Saidaïa de constantine et Madame **SOUNIA** et tout équipe de laboratoire.

Notre chère frère **WALID.** Responsable de laboratoire d'amélioration des plantes pour tout son aide.

Nos remerciements sont adressés, à tous nos enseignants, qui nous ont donné les bases de la science.



Dédicaces



Louange au Dieu Tout-Puissant de sa miséricorde, c'est lui qui nous a créés et il nous a étant donné la connaissance, c'est à travers lui que le fruit de mon labeur est dans vos mains et je le dédie à :

- La plus belle femme au monde, celle qui m'a offert sa générosité, celui qui m'a enseigné à pardonner, à aimer et à donner le meilleur de moi-même ; *MAMAN*
- Mon père qui m'a soutenu pendant toutes mes années d'études, et qui m'a appris à compter sur moi-même, afin qu'on me permette aujourd'hui de t'assurer de mes sentiments les plus profonds amours et ma grande reconnaissance ; *Papa*
- À mon frère et ma sœur que Dieu les préserve.
- À l'âme de mon grand-père *AHMED*, que dieu l'accueille dans son vaste paradis.
- À toutes la famille *Chibani* et la famille *Mechouche*.
- Cadeau spécial à tous mes fidèles amis et tous mes camarades de promotion pour ces années passées ensemble, dans les meilleurs moments comme dans les pires
- A tous ceux qui m'ont encouragé et m'ont apporté leur soutien.
- A tous mes enseignants qui m'ont enseigné durant mes années d'études.

Mohamed

Au nom de celui qui nous a créés et à lui nous retournons, qui a illuminé mon chemin, c'est à travers lui je dédie ce travail à :

À l'âme de mon premier enseignant dans ma vie, mon seul héros et homme qui se sent en paix à côté de lui. Je suis arrivé à ce point où je peux te remercier devant le monde de m'avoir si bien élevé, avoir appris la vie et d'avoir fait de moi un homme, que Dieu t'accueille dans son vaste paradis **PAPA**.

À ma porte du paradis, la femme qui m'a vraiment aimé et s'est sacrifiée pour moi : **MAMAN**.

À mes frères et mes sœurs que Dieu les protège.

À toute la famille et mes amis fidèles ceux qui m'ont encouragé et m'ont apporté leur soutien.

À Mes camarades de promotion pour ces années passées ensemble, tous mes enseignants qui m'ont enseigné, merci de faire partie de ma vie.

Mouataz

C'est avec une grande gratitude et des mots sincères, que je dédie ce modeste travail à ceux qui sont toujours présents dans mon cœur. A mes **chers parents** .

A ma chère mère source de tendresse et d'amour pour son soutien tout au long de ma vie.

A mon cher père, qui m'a toujours soutenu et qui a fait tout son possible pour m'aider.

A mon adorable frère, **MOUAD** et mes sœurs **KHADIDJA. FADOUA** et **AYA** les mots ne peuvent résumer mon amour à votre égard que dieux tout puissants les protègent.

A mes amies, mes sœurs, **BADIAA, SANAA** mes moitiés que je les aime beaucoup.

A mon homme **ABDOU** pour son soutien qui m'a aidé et supporté dans les moments difficiles.

A mes adorables amis **AYOUB** et **MOUATAZ** pour son soutien moral, encouragement, que dieu vous garde heureux.

Sans oublier mon binôme **MOHAMED** pour leur compréhension tout au long de ce travail

AMINA



Résumés



RESUME

Ce travail avait pour but lutté contre le recul du couvert végétal et la biodiversité de la flore végétale saharienne par la résolution des problèmes de régénération de certaines plantes, notamment *Teucrium polium* subsp. *geyrii* Maire de la région du Hoggar, la wilaya de Tamanrasset en réalisant des essais de germination. Ainsi que l'évaluation de l'activité antimicrobienne et la toxicité des composés phénoliques de cette dernière. Les essais de germination des graines ont été réalisés en appliquant une scarification chimique par l'acide sulfurique à différentes concentrations et temps d'immersion. Les résultats obtenus montrent que la concentration 50% à 15min appliqué est la plus adéquate pour augmenter le pouvoir germinatif des graines avec un taux de 48%. L'extraction des composés phénoliques a été effectuée par macération des feuilles séchées de *Teucrium polium* subsp. *geyrii* dans différents solvants. Le rendement de l'extraction des composés phénoliques le plus élevé est obtenu avec le méthanol (18,95%). Les résultats de l'activité antibactérienne des différents extraits, vis-à-vis de huit micro-organismes à savoir : six bactéries, une champignon et une levure, ont montré une bonne activité antimicrobienne contre les souches testées avec une Supériorité de l'extrait butanolique avec un taux de 11,81%. L'étude de la toxicité Aiguë par voie orale de l'extrait butanolique, évaluée expérimentalement sur les souris, a montré une faible toxicité de l'extrait étudié avec une $DL_{50} > 850$ mg/kg.

Mots clés : *Teucrium polium*, germination, acide sulfurique, les extraits, activité antibactérienne, toxicité

ABSTRACT

This work was aimed at the study of an endangered relic plant, the *Teucrium polium geryy* mayor of a region of southern Algeria the Hoggar wilaya of Tamanrasset, by carrying out germination tests with seeds, extraction of the aerial part, the evaluation of their antimicrobial activity and the toxicity study.

Seed germination tests were carried out by applying scarification of different doses of sulphury acid. The results obtained from this study reflect that the treatments applied increased the germinating power of the seeds.

The sample was macerated in methanol, ethanol, acetone, butanol, and ether. The yield of extraction of phenolic compounds per 10g of plant material was obtained differently for each extract with majority for methanol 18.95%.

The antibacterial activity was studied in relation to the extracts obtained on eight microorganisms represented by bacteria, fungus and yeast. The effect of this study showed a significant antimicrobial activity against strains tested with a Superiority of butanol 11.81%.

The action of butanol extract with different concentrations was experimentally evaluated to make Degree of toxicity known in female mice Albino Wistar during four weeks of treatment. The Acute oral toxicity study showed low toxicity of the plants studied with an LD50 >850 mg/kg.

Keywords: *Teucrium Polium*, germination, sulphury acid, extracts, antibacterial activity, strain, toxicity

المخلص

الهدف من هذا العمل هو دراسة نبتة من النباتات المهدهة بالانقراض و اثارها ، النبتة المعروفة بالجعدة في منطقة جنوب الجزائر ولاية تمنراست في هغار ، من خلال إجراء اختبارات الإنبات بالبذور واستخراج المستخرجات من الجزء الهوائي و تقييم نشاطها المضاد للميكروبات ودراسة السمية

تم إجراء اختبارات إنبات البذور عن طريق تطبيق ندبات لجرعات مختلفة من حمض الكبريتيك .تعكس النتائج التي تم الحصول عليها من هذه الدراسة أن العلاجات المطبقة زادت من قوة الإنبات للبذور.

للحصول و التعرف على اثار مستخلصات النبتة ، تم تقشير العينة في الميثانول، الإيثانول ، الأسيتون ، البوتانول والإثير .تم الحصول على محصول استخراج المركبات الفينولية لكل 10 جرام من المواد النباتية بشكل مختلف لكل مستخلص بأغلبية الميثانول %18.95.

تمت دراسة النشاط المضاد للبكتيريا فيما يتعلق بالمستخلصات التي تم الحصول عليها على ثمانية كائنات دقيقة ممثلة بالبكتيريا والفطريات والخميرة .أظهر تأثير هذه الدراسة نشاطاً مهماً ضد هذه الكائنات المجهرية ضد السلالات التي تم اختبارها بتفوق البوتانول %11.81

تم تقييم عمل مستخلص البوتانول بتركيزات مختلفة بشكل تجريبي لجعل درجة السمية معروفة في إنبات الفئران ألبينو ويستار خلال أربعة أسابيع من العلاج .أظهرت دراسة السمية الفموية الحادة سمية منخفضة لمستخرج النبتة التي تمت دراستها .ملجم/كجم $LD50 > 850$ بجرعة

الكلمات الرئيسية : إنبات، حمض الكبريتيك، مستخلصات، نشاط مضاد للبكتيريا، سلالة، سمية ، . الجعدة.

Liste des figures et tableaux :

Figure 1.1 : A : Aspect morphologique B : Fleurs C : feuilles de <i>Teucrium polium</i> L .subsp. <i>geyrii</i> Maire.....	5
Figure 1.2. Courbe théorique de germination	10
Figure 1.3 : Grandes lignes de la biosynthèse des principaux groupes de composés phénoliques.....	14
Figure 1.4: synthèse biologique des flavonoïdes	15
Figure 1.5 : Structure des Coumarines.....	18
Figure 1.6: Squelette de base des Flavonoïdes.....	19
Figure 1.7: Structure des hétérosides flavoniques.....	20
Figure 1.8 : Structure des Flavones.....	21
Figure 1.9: Structure des Flavanones.....	22
Figure 1.10 : Structure des Flavonols.....	22
Figure 1.11 : Structure des Chalcones.....	23
Figure 1.12: Structure des Aurones.....	23
Figure 1.13: Structure des Anthocyanidols.....	23
Figure 2.1 : Localisation géographique de la zone d'étude (wilaya de Tamanrasset).....	30
Figure 2.2 : Diagramme ombrothermique de la région de Tamanrasset de 2018 à 2019 la saison de récolte.....	31
Figure 2.3 : Les graines de <i>Teucrium polium</i> L. subsp. <i>Geyrii</i> Maire. (Original).....	32
Figure 2.4 : La partie aérienne de <i>Teucrium polium</i> L. subsp. <i>Geyrii</i> Maire. (Original).....	32
Figure 2.5 : Conditions d'installation les souris au niveau de l'animalerie de l'institut Pasteur. (Original).....	34
Figure 2.6 : Des graines de <i>Teucrium polium</i> L. subsp. <i>Geyrii</i> Maire mises à germer. (Original).....	35
Figure 2.7 : Technique de gavage de l'extrait butanoliques de <i>Teucrium polium</i> L. subsp. <i>Geyrii</i> Maire aux souris. (Original).....	38
Figure 3.1 : Les différents stades de germination des graines de <i>Teucrium polium subsp geyrii</i> Maire. (Original).....	40
Figure 3.2 : Germination des graines par scarification à l'acide sulfurique. (Original).....	41
Figure 3.3 : Variation du taux de germination (TG) des graines de <i>Teucrium polium subsp geyrii</i> Maire par scarification à l'acide sulfurique.....	41

Figure 3.4 : Histogrammes montrant le rendement d'extraction de <i>Teucrium polium</i> subsp <i>geyrii</i> Maire.....	43
Figure 3.5: Activité antibactérienne des extraits de <i>Teucrium polium</i> subsp <i>geyrii</i> Maire sur <i>Staphylococcus aureus</i>	46
Figure 3.6 : Activité antibactérienne des extraits de <i>Teucrium polium</i> subsp <i>geyrii</i> Maire sur <i>Bacillus subtilis</i>	47
Figure 3.7: Activité antibactérienne des extraits de <i>Teucrium polium</i> subsp <i>geyrii</i> Maire sur <i>Staphylococcus epidermidis</i>	48
Figure 3.8 : Activité antibactérienne des extraits de <i>Teucrium polium</i> subsp <i>geyrii</i> Maire sur <i>Escherichia coli</i>	48
Figure 3.9 : Activité antibactérienne des extraits de <i>Teucrium polium</i> subsp <i>geyrii</i> Maire sur <i>Salmonella typhimurium</i>	49
Figure 3.10 : Activité antibactérienne des extraits de <i>Teucrium polium</i> subsp <i>geyrii</i> Maire sur <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	50
Figure 3.11: Activité fongicide des extraits de <i>Teucrium polium</i> subsp <i>geyrii</i> Maire sur <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	50
Figure 3.12: Activité fongicide des extraits de <i>Teucrium polium</i> subsp <i>geyrii</i> Maire sur <i>Candida albicans</i>	51
Figure 3.13 : Résultats d'efficacité des extraits de <i>Teucrium polium</i> subsp <i>geyrii</i> Maire sur les microorganismes.....	52
Figure 3.14 : Nombre de mortalité de souris.....	55

Liste des tableaux

Tableau 1.1 : Principales classes de composés phénoliques	16
Tableau 1.2 : Représentation des groupes d'acides phénols dérivants de l'acide hydroxybenzoïque.....	17
Tableau 1.3 : Représentation des groupes d'acides phénols dérivants de l'acide hydroxycinnamique	18
Tableau 1.4: principaux anthocyanidols entrant dans la structure des Anthocyanes	24
Tableau 2.1 : Les micro-organismes testés.....	33
Tableau 3.1 : Échelle de toxicité des produits chimiques pour les souris.....	54.

TABLE DE MATIERE

REMERCIEMENTS

RESUME

LISTE DE FIGURES, LISTE DES TABLEAUX, LISTE DES ABREVIATIONS.

INTRODUCTION.

CHAPITRE 1 : RAPPELS BIBLIOGRAPHIQUES

1.1. Germandrée tomenteuse (<i>Teucrium polium</i> L. subsp. <i>geyrii</i> Maire).....	4
1.1.1. Origine et étymologie	4
1.1.2. Systématique.....	4
1.1.3. Noms vernaculaires.....	4
1.1.4. Description botanique de la plante.....	5
1.1.4. Ecologie et répartition géographique.....	5
1.1.5 Propriétés et Utilisation.....	6
1.2. LA GERMINATION.....	7
1.2.1. Condition de germination.	8
1.2.2. Physiologie de germination.....	9
1.3. LES COMPOSES PHENOLIQUES.....	12
1.3.1. Rôles et importance.....	12
1.3.2. Biosynthèse.....	13
1.3.3. Classification des composés phénoliques.....	16
1.3.4. Techniques d'extraction des composés phénoliques.	25
1.3.5. Rôle et intérêt des composés phénoliques.....	26
1.4. DEFINITION D'UN TOXIQUE.....	27
1.4.1. La toxicité des plantes.	28

CHAPITRE 2 : MATÉRIEL ET MÉTHODE

2.1. Etude de la région.....	30
2.1.1. Localisation géographique.....	30
2.1.2. Sol et végétation.....	31
2.1.3. Climat.....	31
2.2. MATERIEL UTILISE.....	32
2.3. METHODES.....	34
2.3.1. Etude de la germination.....	34
2.3.2. Préparation de l'extrait.....	35
2.3.3. Rendement de l'extraction.....	35
2.3.4. Etude de l'activité antimicrobienne.....	36
2.3.5. Etude de la toxicité	37
2.3.6. Analyses statistiques.....	38

CHAPITRE 3 : RESULTATS ET DISCUSSION

3.1. Etude de la germination.....	40
3.1.1 Effet d'acide sulfurique sur le taux de la germination.....	40
3.2. Rendement de l'extraction.....	43
3.3. Activité antimicrobienne.....	45
3.4. Etude toxicologique	54
CONCLUSION.....	56
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE.....	61
Annexes.....	78



Introduction



L'historique des plantes aromatiques et médicinales est lié à l'évolution de civilisations. Partout dans le monde, l'histoire des peuples montre que ces plantes ont toujours joué un rôle important en médecine, en composition des parfums et aux préparations culinaires. (**AMARTI et al., 2011**).

La flore du Sahara central est restée jusqu'en 1928 seulement connue par des récoltes des Touaregs. En raison de son altitude élevée, le Hoggar, moins chaud et moins aride que la plaine désertique, a servi de refuge à des plantes aromatiques avec un taux d'endémisme élevé (**CHENOUNE, 2005**).

Au cours des dernières décennies, à un recul rapide de sa couverture végétale naturelle associé à une érosion de la diversité biologique cette dégradation est imputée principalement aux conditions environnementales stressantes, au défrichement et au surpâturage (**DIRECTION GENERALE DES FORETS, 2006**).

Pour mieux lutter contre ce phénomène, il faut chercher les solutions qui permettent d'améliorer le couvert végétal et résoudre les problèmes de régénération de certaines plantes en zones arides, notamment la *Teucrium polium* subsp. *geyrii* Maire de la famille des lamiacées, poussant spontanément dans les massifs pierreux des Oueds et dans les rochers de Hoggar. (**KENNENNI et al., 1990**).

La conservation et l'amélioration de cette flore dépendent de l'amélioration des connaissances et l'approfondissement des recherches sur la multiplication de ses espèces. *Teucrium polium* subsp. *geyrii* Maire a un tégument dur. Suite à la dormance, le pourcentage de germination de cette espèce est très faible. Des travaux antérieurs relatifs ont mis l'accent sur l'intérêt des solutions qui doivent être recherchées pour résoudre les problèmes posés par la germination de ces semences (**BIO YANDOU et al., 2019**).

Face à l'apparition de formes résistantes de plusieurs bactéries à certains antibiotiques. La recherche de nouvelles molécules actives à large spectre d'action est devenue une nécessité (**HADDOUCHI et al., 2013**). Une des stratégies pour cette recherche consiste à explorer les plantes utilisées en médecine traditionnelle (**CHAUCHE et al., 2013**).

La valorisation de ces espèces passe essentiellement par l'extraction des composés phénoliques (**AMARTI et al., 2011**). Ces dernières, sont d'intérêt croissant pour les industries pharmaceutiques, cosmétiques, agroalimentaires et la recherche scientifique en raison de leurs activités antibactériennes et plusieurs utilisations (**DUNG et al., 2008**).

Les termes « nature » ou « naturel » ne sont pas nécessairement synonymes de sécurité. En fait, notre belle nature abrite une foule de plantes toxiques qui sont capables de causer des symptômes graves à savoir les perturbations des métabolismes de différents organes et éventuellement provoquer la mort. (MANAHAN, 2002).

Dans ce contexte, pour la conservation et valorisation de notre richesse saharienne, nous nous sommes intéressés à l'étude de *Teucrium polium* subsp *geyrii* Maire. Elle représente une source potentielle pour la découverte de nouvelles molécules naturelles bioactives.

En se servant de données ethno-pharmacologiques, le choix de cette espèce végétale s'est basé sur, d'une part, son endémisme (est une sous-espèce endémique de la région de Tamanrasset), et d'autre part, son application importante dans nos traditions locales, par les Touaregs comme moyen incontournable de médication.

Le travail qui nous a été confié se décompose en trois chapitres :

- Le premier chapitre est un aperçu bibliographique sur la plante étudiée à savoir : le (*Teucrium polium* subsp *geyrii* maire), la germination, des généralités sur les composés phénoliques et la toxicité
- Le deuxième chapitre concerne la partie expérimentale de notre travail : le matériel utilisé et les méthodes où on a décrit les techniques de germination et l'extraction des extraits, le protocole utilisé au cours de test biologique concernant l'activité antimicrobienne et une essaie de toxicité d'un extrait méthanoïque.
- Une discussion des résultats obtenus lors cette étude est établie au dernier chapitre.

Le manuscrit est complété par une conclusion générale concernant tous les résultats obtenus ainsi que les perspectives identifiées.

SYNTHESE

BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE 1

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUES

1.1. GERMANDRÉE TOMENTEUSE (*Teucrium polium* L. subsp. *geyrii* Maire).

1.1.1. Origine et étymologie :

Le genre *Teucrium* comprend plus de 300 espèces généralement aromatiques poussant à l'état spontané. Il est largement présent dans le bassin méditerranéen et plus particulièrement en Algérie où sont recensées respectivement 21 espèces (QUEZEL et SANTA, 1963).

Le genre *Teucrium* fait partir des genres les plus importants de la famille des Lamiaceae (Labiées) du Latin Labia : lèvre signifiant que les fleurs ont une forme caractéristique à deux lèvres (NAGHIBI et al., 2005 ; COUPLAN, 2000).

Il désigne en Latin : Teucrion, en grec "τευκρίον" ou "teucros" : Troie, en relation à un prince troyen qui aurait découvert les propriétés médicinales de la plante (COUPLAN et al., 2000).

1.1.2. Systématique :

D'après QUEZEL et SANTA (1963), *Teucrium polium* L. subsp. *geyrii* Maire. Appartient à:

Règne :	Plantae
Embranchement :	Spermatophyta
Sous embranchement :	Magnoliophyta
Classe :	Magnoliopsida
Sous classe :	Asteridae
Ordre :	Lamiales
Famille :	Lamiaceae
Genre :	<i>Teucrium</i>
Espèce :	<i>Teucrium polium</i> L. subsp. <i>geyrii</i> Maire

1.1.3. Noms vernaculaires (SAHKI et SAHKI, 2004) :

- Tamahaq : Takmazzut
- Arabe : Chandgoura
- Français : Germandrée tomenteuse.
- Anglais : Germander

1.1.4. Description botanique de la plante :

Teucrium polium L. subsp. *geyrii* Maire est une espèce très variable; de nombreuses sous espèces ont été décrites (NAGHIBI et al., 2005). C'est une plante herbacée vivace (Figure 1.1), à odeur poivrée par frottement. Les tiges sont de 10-30 cm de hauteur, blanches-tomenteuses portant des feuilles opposées sessiles, linéaires-lancéolées ou oblongues, en coin et entières à la base et à dents arrondies en Haut. Ces feuilles, blanches tomenteuses sur les deux faces ont les bords enroulés. Les Fleurs laineuses, blanches ou jaunâtres en grappes à l'extrémité des rameaux, mesurant au plus 1 mm de diamètre. Le Fruit est à 4 nucules brun foncés. (OZENDA, 2004).

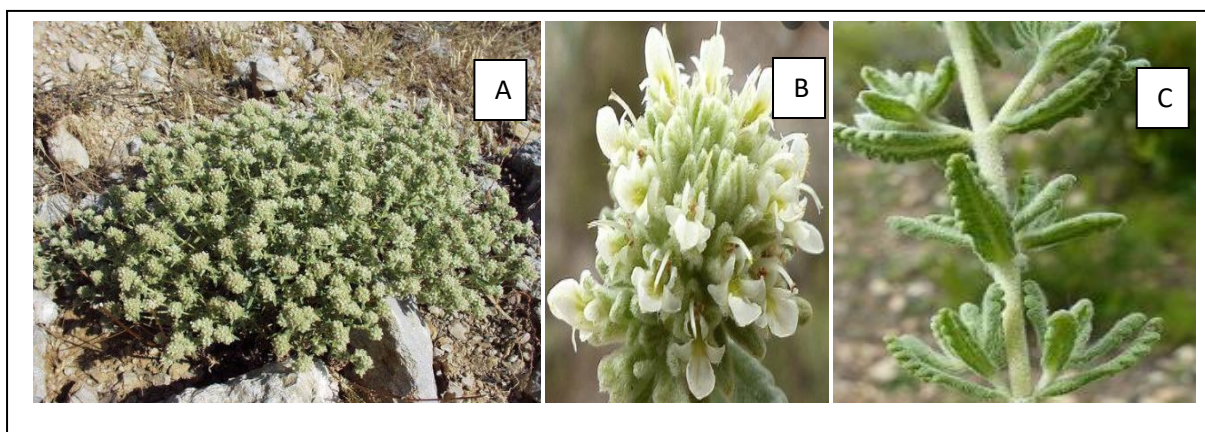


Figure 1.1 : A : Aspect morphologique B : Fleurs C : feuilles de *Teucrium polium* L .subsp. *geyrii* Maire.

1.1.4. Ecologie et répartition géographique :

L'espèce *Teucrium polium* L. est une plante méditerranéenne, commune dans l'atlas saharien, plus rare au Sahara septentrional et au Tassili. *Teucrium polium* L .subsp. *geyrii* Maire est une sous-espèce endémique de la région de Tamanrasset (OZENDA, 2004).

Cette plante préfère le soleil et un sol bien drainé, elle pousse dans les lieux rocailleux et secs, les lits arides, roches et sables (OZENDA, 2004), (ABBAS, 2019) et (LEMOINE, 2005)

Elle pousse également dans les lits pierreux des oueds et sur des coteaux à des altitudes allant de 1200 à 2600 m (ABDALLAH et SAHKI, 2004) et (ESMAEIL et al., 2010).

1.1.5 Propriétés et Utilisation :

Le genre *Teucrium* est très utilisé en pharmacopée traditionnelle depuis plus de 2000 ans (**ABDOLLAHI et al., 2003**).

En médecine traditionnelle africaine, cette espèce est utilisée dans les périodes de stress, car il permet de se relaxer, de se détendre et d'être en plein d'énergie. Elle permet la relaxation des muscles en augmentant leur force, la diminution de l'anxiété et la lutte contre la fatigue et l'agressivité (**LAGNIKA, 2005**).

Comme les armoises, les germandrées ont autrefois fait l'objet d'un commerce. Elles font partie des plantes les plus prisées au Tassili car c'est une plante parfumée très appréciée et recherchée des Touaregs, c'est l'aspirine des Touaregs (Parfume agréablement le thé), indiquée pour régulariser les battements du cœur. Elle est également broutée par les cheptels (**BENCHELAH et al., 2004**).

Teucrium polium L. a été reconnue depuis longtemps en médecine populaire dans le traitement des inflammations et les rhumatismes (**PANOVSKA et al., 2007**).

De plus, elle est utilisée dans le traitement symptomatique de troubles digestifs et dans celui des états neurotoniques des adultes et des enfants notamment en cas de trouble mineurs de sommeil (**BRUNETON, 1999**) et permet également de stimuler la mémoire, en augmentant la concentration. Elle est aussi bien conseillée pour les personnes stressées, ainsi que les personnes de plus de 50 ans et les sportifs (**LAGNIKA, 2005**).

Les espèces de *Terbium* sont utilisées également comme antirhumatismaux, diurétique, tonique, antipyrétique et antispasmodique. Beaucoup d'entre elles sont utilisées dans la médecine populaire comme anti-inflammatoires et antihypertenseurs (**GRUBESIC et al., 2007**), ainsi qu'antidiabétique, antiseptique et carminative (**GHRAIBEH et al., 1988**).

L'espèce *Teucrium polium* L. est utilisée traditionnellement comme cicatrisant (**OZKAN et al., 2007**). Ses propriétés antistress et antioxydante permettent de lutter contre le vieillissement de la peau (**LAGNIKA, 2005**).

Plusieurs études sur les activités antimicrobiennes, spasmolytiques, antipyrétiques et anti-inflammatoires ont été menées sur *Teucrium polium* L. (**RICCI et al., 2005**) et (**EISNER et al., 2000**),

L'étude de **(EISNER et al., 2000)** a montré que certains monoterpènes contenus dans l'huile essentielle de *Teucrium*, exercent une activité anti-insecticide.

De même certains travaux ont montré l'utilisation de *Teucrium polium* dans le traitement du paludisme **(CAMARDA ,1990 ; YOKOU et MARGARIS.1986)**.

Ses feuilles sont utilisées dépuratif et remède des maladies du foie et de l'hypertension et dans le traitement des ulcères gastéro-duodénaux et de l'hyperlipidémie **(PARSAEE et SHAFIEE- NICK, 2006 ; STELLA et al., 2010)**.

Son extrait a montré des pouvoirs hypotenseurs **(KAMEL et SANDRA, 1994)**, antispasmodique, antibactériens et antipyrétique diaphorétique, tonifiant, des effets analgésiques **(KAWASHTY et al., 1997)** et des effets antioxydants **(HASANI et al., 2007 ; BEZIC et al., 2011)**.

1.2. La germination :

La germination est le premier stade du cycle de vie des plantes pour produire une nouvelle génération **(AYA et al.,2011)**.

La germination se caractérise par la sortie et le développement de l'embryon de la semence, organes essentiels qui, pour les espèces considérées comme prouvant l'adéquation de la semence à la production de plantes normales **(CHAUX et FOURY, 1994)**.

La germination est définie comme la somme des évènements qui conduisent la graine Sèche à germer. C'est le passage de la graine à la vie active, sous l'effet de facteur favorables, Elle commence par la prise d'eau et se termine par l'allongement de l'axe embryonnaire **(HOPKINS ,2003 ; BOUMIA, 2011)**.

Elle fait référence à tous les phénomènes par lesquels les semis, en vie ralentie dans la semence mûre, commence une vie active et pousse grâce à l'énergie contenue dans les réserves grainières **(MACIEJEWSKI, 1991)**.

Selon **(LABBE, 2004)**, la germination se traduit par une activation des activités enzymatiques dans toutes les parties de la graine (embryon et tissus de réserve), conduisant à la croissance de l'embryon et à la constitution d'un germe.

La germination est l'ensemble des événements qui commencent par l'étape cruciale d'absorption de l'eau par la graine (MIHOUB *et al.*, 2005) et se terminent par l'élongation de l'axe embryonnaire et l'émergence de la radicule à travers les structures qui entourent l'embryon.

2.2.1. Condition de germination :

La germination ne peut se produire que si certaines conditions sont respectées. Elle ne peut avoir lieu que si l'eau, la température et l'oxygène sont assurées :

▪ L'Eau :

L'eau est évidemment indispensable et doit être disponible dans le milieu extérieur en quantité suffisante (HELLER *et al.*, 2004). L'eau réactive le métabolisme des Semences, qui passent alors d'un état quiescent à un état métabolique actif.

La diffusion de l'eau du milieu vers l'embryon est un phénomène passif, qui suit un gradient décroissant du potentiel hydrique du milieu vers la semence ; L'eau dissout l'oxygène et lui permet d'attendre l'embryon (CHAUX et FOURY, 1994).

L'absorption de l'eau par la semence s'effectue par osmose, au Travers du tégument qui, lui-même, plus au moins cellulosique, en retient des quantités Importantes (DIEHL, 1975).

▪ L'oxygène :

La germination s'accélère à mesure que le contenu en oxygène augmente. Seul l'oxygène dissous dans l'eau d'imbibition est utilisé par l'embryon pour ces Besoins métaboliques. Ce gaz étant très peu soluble dans l'eau. La germination engage de nombreuses oxydations ; les semences germent dans l'eau courante Seulement (DIEHL, 1975).

▪ La température :

La température est le facteur le plus important pour contrôler la germination elle agit directement sur la rapidité des réactions biochimiques et indirectement en ce qui concerne la solubilité de l'oxygène, et donc la contribution de ce gaz à l'embryon. Il y a des températures minimales pour chaque plante et chaque phase végétale, optimal et maximal (BENSAADI 2011).

- **La lumière :**

L'action de la lumière peut être soit nécessaire, soit défavorable à la germination selon la photosensibilité des espèces.

On trouve plusieurs types de photosensibilité :

- ✓ Photosensibilité positive : elle est présente chez 70% des semences, c'est un besoin de lumière.
- ✓ Photosensibilité négative : c'est un cas rare que l'on trouve chez les liliacées.
- ✓ Photosensibilité facultative : on retrouve ce cas chez la majorité des plantes cultivées.

- **La maturité :**

Toutes les parties constitutives de la semence soient complètement différenciées morphologiquement (mature).

- **La longévité :**

Elle varie considérablement selon les espèces. Une longévité a un grand intérêt biologique en particulier dans les régions ou zones arides où les conditions favorables à la germination (Humidité surtout) ne se rencontrent pas chaque année.

2.2.2. Physiologie de germination :

- ❖ **Les phases de la germination :**

La germination commence par une absorption intense de l'eau, dont la plupart se trouve dans l'embryon, en même temps, on voit une fois l'activité métabolique, transformée par une reprise des activités respiratoires. Jusqu'à la fin de la phase de germination stricto sensu, la semence peut être déshydratée sans être tuée, mais lorsque la radicule a commencé sa croissance, la déshydratation est fatale.

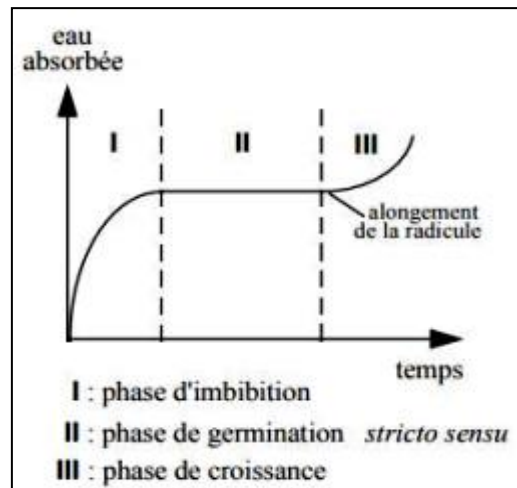


Figure 1.2. Courbe théorique de germination (COME, 1982).

On peut distinguer trois phases de germination :

- **La phase d'imbibition :**

Elle correspond à une hydratation importante des tissus par absorption des eaux (HELLER *et al.*, 2004). Il s'agit d'un déplacement de l'eau dans le sens du potentiel hydrique (HOPKINS, 2003). L'imbibition est rapide et réversible.

- **Phase de germination (*stricto sensu*) :**

Elle se caractérise par une stabilité de l'hydratation et de l'activité respiratoire à un niveau élevé (HOPKINS, 2003). Au cours de cette phase, la semence peut être hydratée et réhydratée de manière réversible sans dommage apparent à sa viabilité (HELLER *et al.*, 2004).

Elle est caractérisée par une baisse de l'apport en eau, l'hydratation des tissus et des enzymes est totale et l'oxygénation est stable. Pendant cette période, il a repris les activités respiratoires et métaboliques (HELLER *et al.*, 2004).

La présence d'eau et d'oxygène permet l'activation des procédures respiratoires et mitotiques. L'eau rend mobiles et dynamique les phytohormones hydrosolubles en stock dans la, C'est le cas des gibbérellines qui sont acheminées vers la couche aleurone où elles vont activer la synthèse des hydrolases indispensable à la dégradation des réserves, à la division et allongement des cellules (HELLER *et al.*, 2004). C'est la plus importante phase, car elle conditionne la croissance ultérieure. Lors des tests de germination, il est néanmoins difficile de savoir à quel moment cette phase est terminée.

C'est pourquoi la percée des enveloppes par la radicule ou l'allongement de celle-ci sont couramment utilisés pour déterminer que la semence a germé (**COME, 1982**). Jordan et (**HAFERKAMP, 1989**) considèrent, par exemple, que la semence a germé lorsque la radicule fait au moins 1 mm de long.

- **Phase de croissance :**

Elle se caractérise par une récupération de l'absorption de l'eau et une augmentation de la consommation de l'oxygène en raison des enzymes néosynthétisées. (**ANZALA, 2006**).

Puis très rapidement, après avoir observé les divisions et le grossissement des cellules, à cette étape, la déshydratation des tissus y provoque la mort de la graine, la germination est terminée lorsque la radicule émerge des téguments de la semence (**HOPKINS, 2003**).

- ❖ **La longévité des graines :**

C'est la durée maximale qu'une graine peut conserver sa capacité de germer, quand l'ensemble des conditions sont réunies.

(**EWART, 1908**) classe les semences en trois catégories : les semences macrobiotiques, qui vivent plus de 15 ans, les semences méso biotiques, les plus nombreuses, qui ont une durée de vie comprise entre 3 et 15 ans, et les semences microbiotiques, qui ne survivent pas plus de 3 ans ; certaines meurent même après quelques jours ou quelques semaines.

- ❖ **Les dormances:**

Il est fréquent que des semences, placées dans de bonnes conditions de germination, ne germent pas. On parle communément de dormance. Deux groupes de dormances sont classiquement admis, à savoir l'inhibition tégumentaire et la dormance embryonnaire (**LANG et al.,1987**).

Dans le premier cas, les embryons isolés (séparés des téguments) germent très bien dans des conditions de germination où les semences ne germent pas ; il s'agit alors d'une action inhibitrice des enveloppes séminales, qui empêchent le passage de l'eau ou de l'oxygène (**LANG et al.,1987**).

Dans le second cas, même isolés, les embryons ne germent pas, il s'agit alors d'une incapacité des embryons à germer, qualifiée de dormance embryonnaire (**LANG et al.,1987**).

❖ Les types de germination :

• La germination épigée :

La graine est soulevée du sol par la croissance rapide de la tigelle qui donne l'axe hypocotyle qui soulève les deux cotylédons à partir du sol. La gemmule se forme (après la radicule) et produit une tige feuillue au-dessus des deux cotylédons. Le premier nœud indique l'épicotyle, Les premières feuilles au-dessus des cotylédones sont les feuilles primordiales qui ont une morphologie plus simple que les futures feuilles (**HELLER et al., 1998**).

Plus correctement, lorsque les tissus de réserve qui composent l'essentiel de la graine sortent du sol. La germination est alors assurée essentiellement par l'élongation importante de l'hypocotyle.

• La germination hypogée :

Lorsque les tissus de réserve qui forment la plus grande partie de la semence demeurent dans le sol, La germination est ensuite assurée principalement par une élongation significative de l'épicotyle (La graine reste dans le sol, la tigelle ne se développe pas et les cotylédons restent dans le sol) (**HELLER et al., 1998**).

1.3. Les composés phénoliques :

Les composés phénoliques ou les polyphénols constituent une famille de molécules très largement répandues dans le règne végétal. Ce sont des produits du métabolisme secondaire présents au niveau des différentes parties de la plante, depuis les racines jusqu'aux fruits. Les polyphénols n'exercent pas de fonctions directes au niveau des activités fondamentales de l'organisme végétal, comme la croissance ou la reproduction (**OUNIS et BOUMAZA, 2018**) et (**YUSUF 2006**)

1.3.1. Rôles et importance :

Des travaux plus anciens (**NITSCH et NITSCH, 1961**) et (**ALIBERT et al., 1977**) ont montré que les phénols seraient associés à de nombreux processus physiologiques : la croissance des cellules, différenciation organogénie, dormance des bourgeons, floraison, tubérisation.

Les polyphénols sont également connus pour leur action protectrice contre les rayons UV. L'effet attracteur sur les insectes et les oiseaux pollinisateurs (**HEIMEUR et al., 2004**), ils offrent également une protection contre prédateurs et agents pathogènes (**BRAVO, 1998**).

Ils interviennent dans la qualité alimentaire des fruits par la détermination du goût, nous citons les flavanones qui sont responsables de l'amertume du Ciste et peuvent donner naissance par transformation des produits chimiques aux dihydro-chalcones aromatisés (**DUBOIS et al., 1977**).

Depuis les années 1980, c'est la découverte du rôle des radicaux libres dans les processus pathologiques qui ont fait revivre l'intérêt des polyphénols notamment des flavonoïdes dont les propriétés Antioxydants sont très marquées (**BOULANGER et POLONVSKI, 1969, BALASUNDRAM et al., 2006**).

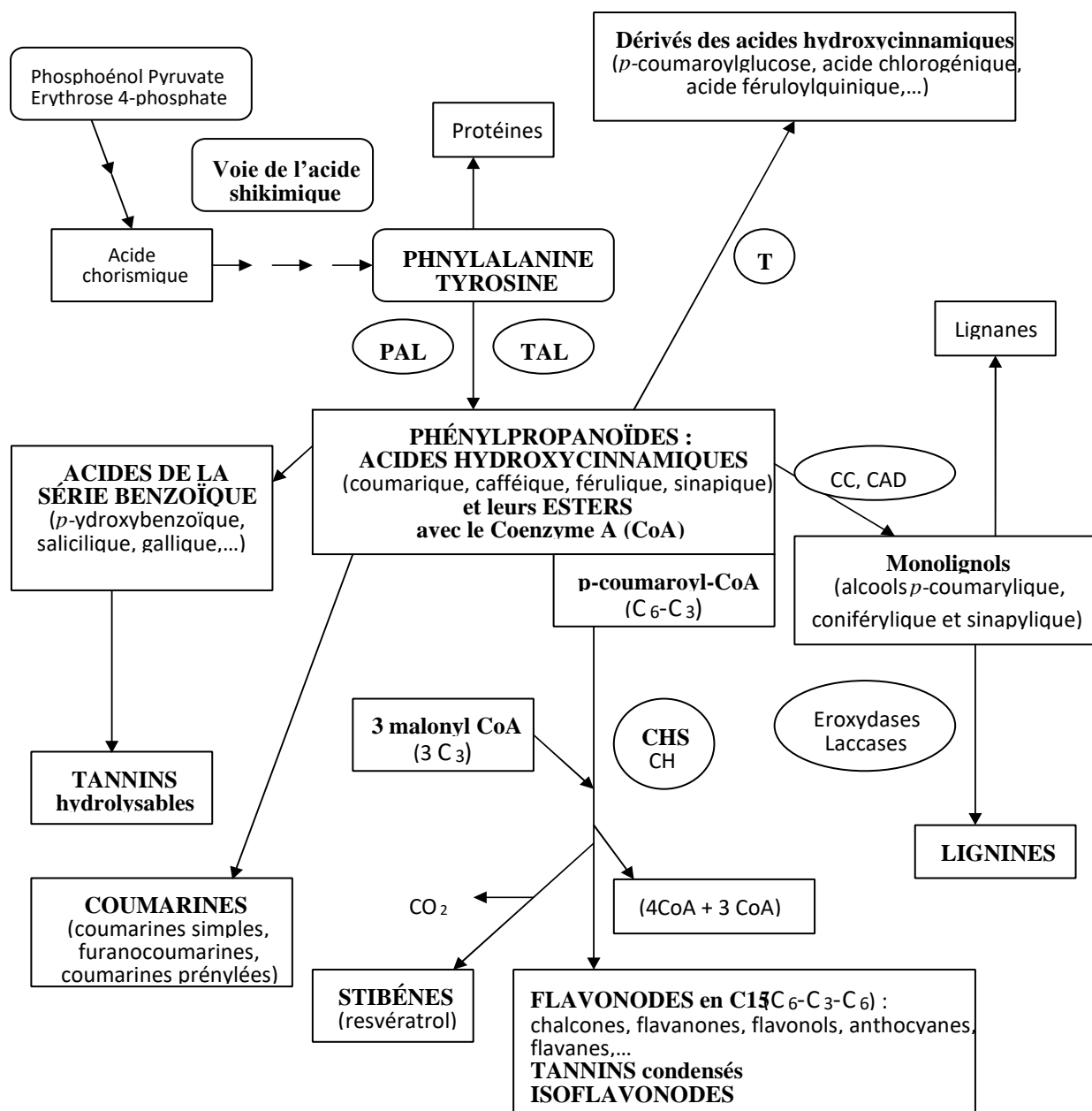
Les polyphénols sont les antioxydants les plus abondants dans les aliments. Ces composés ont été signalés comme antiviraux et antimicrobiens (**KAN et al., 2007**).

Les aliments riches en Polyphénols représentent ainsi un atout potentiel considérable pour le maintien de la santé (**SARNI-MANCHADO et CHEYNIER, 2006**).

1.3.2. Biosynthèse :

Des milliers de polyphénols ont été décelés chez les végétaux (**HABAUZIT et HORCAJADA, 2008**). Les noyaux aromatiques des polyphénols peuvent être synthétisés soit à travers le shikimate ; ou de l'acétate, qui permet de différencier deux voies de biosynthèse :

- ✓ La voie du schikimate (Figure 1.3) : est la voie de formation des métabolites secondaire à partir des glucides (**RIBERAU-GAYON, 1968**).
- ✓ La voie de l'acétate malonate (Figure 1.4) : est la voie de formation des acides phénols et des autres composés phénoliques à partir d'unités d'acétate (**RIBERAU-GAYON, 1968**).



PAL Phénylalanine Ammonia Lyase, TAL. Tyrosine Ammonia Lyase, CCR. Cinnamate CoA Réductase.
CAD. Cinnamyl Alcoool Déshydrogénase, CHS. Chalcone Synthase, CHI. Chalconeflavanone Isomérase, TR. Transférase.

Figure 1.3 : Grandes lignes de la biosynthèse des principaux groupes de composés phénoliques (MACHEIX *et al.*, 2005)

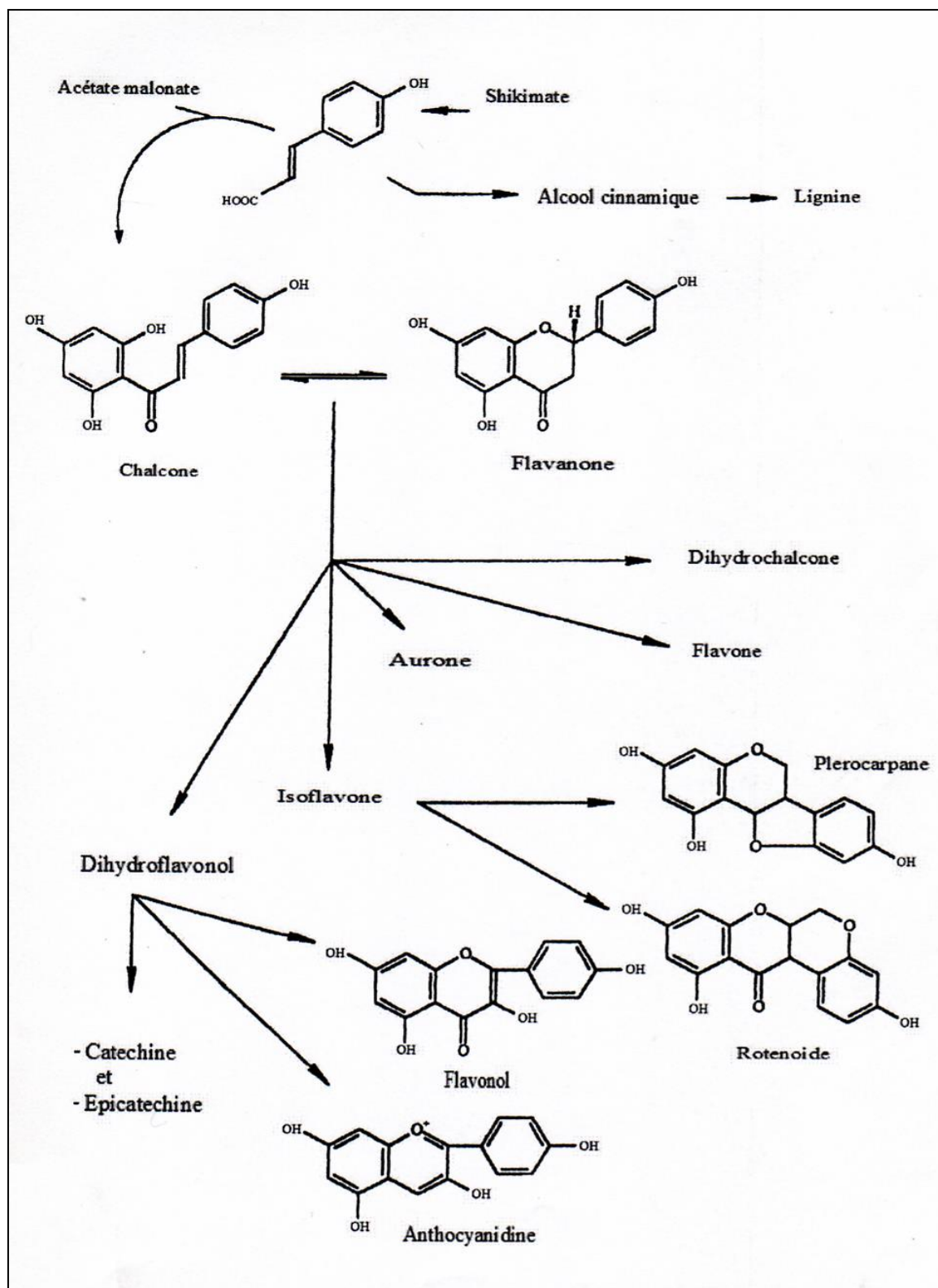


Figure 1.4: synthèse biologique des flavonoïdes (BRUNETON, 1999).

1.3.3. Classification des composés phénoliques :

Les composés phénoliques sont constitués d'un large éventail de produits chimiques comportant en outre au moins un noyau aromatique et un ou plusieurs groupements hydroxyyles en plus d'autres constituants (**SALUNKHE, 1990**).

Ils se distinguent en premier lieu par la complexité du squelette de base (variant d'un simple C6 aux formes très polymérisées), puis par degré altération de ce squelette (niveau d'oxydation, hydroxylation, méthylation... etc.), en liant éventuellement ces molécules de base à d'autres molécules (glucides, lipides ; protéines, autres métabolites secondaires qui peuvent être ou nommer des composés phénoliques). (**MACHEIX et al., 2006**).

Il existe diverses catégories de polyphénols, les plus importants étant les acides phénols, flavonoïdes et tannins. Les quatre groupes principaux des flavonoïdes sont : les flavones, les flavonols, les flavanols et les anthocyanines.

D'après (**HARBORNE, 1980**) et (**MACHEIX et al., 1990**), les composés phénoliques peuvent être regroupés en de nombreuses classes (Tableau 1.1) :

Tableau 1.1 : Principales classes de composés phénoliques

Squelette carboné	Classe
C6	Phénols simples
C6-C1	Acides hydroxybenzoïques
C6-C3	Acides hydroxycinnamiques Coumarines
C6-C3-C6	Flavonoïdes
(C6-C3-C6) n	Tannins condensés

(**HARBORNE,1980**) et (**MACHEIX et al., 1990**)

❖ Les formes les plus simples :

Les formes phénoliques les plus simples présentent des structures chimiques allant du simple phénol en C6 aux flavonoïdes en C15. Ces molécules sont présentées sous forme soluble dans la vacuole (**MACHEIX et al., 2005**).

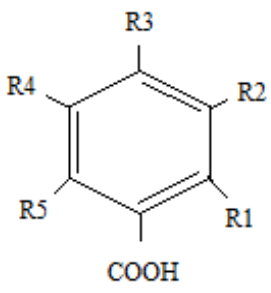
➤ Les acides phénoliques :

Les acides phénols sont définis par l'existence d'un seul noyau benzoïque portant un ou plusieurs groupements hydroxyles, ils se trouvent en général à l'état combiné (sous forme de liaison ester ou osidique) (**RIBEREAU-GAYON, 1968**). Ils appartiennent à deux groupes :

▪ Les acides hydroxy benzoïques :

D'après (**SARNI- MANCHADO et CHEYNIER, 2006**), ils sont des dérivés de l'acide benzoïque et ils ont une formule de base de type : C6-C1 (Tableau 1.2). Ils existent fréquemment sous forme d'esters ou glucosides et peuvent être intégrés dans des structures complexes comme certains tannins (acide gallique dans les tannins hydrolysables).

Tableau 1.2 : Représentation des groupes d'acides phénols dérivants de l'acide hydroxy benzoïque

Structure	R1	R2	R3	R4	R5	Dénomination
	H	H	H	H	H	Ac. benzoïque/non phénolique
	H	H	OH	H	H	Ac. p-hydroxybenzoïques
	H	OH	OH	H	H	Ac.protocatéchique
	H	OCH3	OH	H	H	Ac.vanillique
	H	OH	OH	OH	H	Ac.Gallique
	H	OCH3	OH	OCH3	H	Ac. Syringique
	OH	H	H	H	H	Ac.Salicylique
	OH	H	H	OH	H	Ac.Gentisique

Ac : acide, p : para

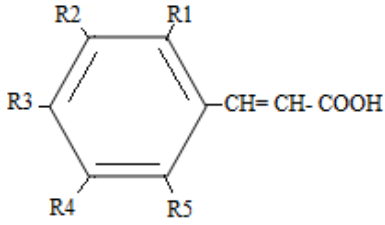
(**SARNI- MANCHADO et CHEYNIER 2006**).

▪ Les acides hydroxy cinnamiques :

Ils représentent une classe très importante d'acides phénoliques dont la structure de base est en : C6-C3 (Tableau 1.3), dérive de celle de l'acide cinnamique (**SARNI- MANCHADO et CHEYNIER, 2006**).

Ce sont les molécules de base de la série hydroxy cinnamique sont souvent rapportées sous le vocable commun de Phénylpropanoïdes (**MACHEIX et al., 2005**).

Tableau 1.3 : Représentation des groupes d'acides phénols dérivants de l'acide hydroxy cinnamique.

Structure	R1	R2	R3	R4	R5	Dénomination
	H	H	H	H	H	Ac. Cinnamique/non phénolique
	H	H	OH	H	H	Ac. ρ -Coumarique
	H	OH	OH	H	H	Ac. Caféique
	H	OCH ₃	OH	H	H	Ac. Férrulique
	H	OCH ₃	OH	OCH ₃	H	Ac. Sinapique

(**SARNI- MANCHADO et CHEYNIER 2006**).

- Les coumarines :

Elles constituent un groupe de lactones très largement répandues, issues de la formation d'un cycle (Figure 1.5) fermé à partir de l'acide hydroxy cinnamique (acide ρ -coumarique) par cyclisation interne de la chaîne latérale de celui-ci (**HOPKINS, 2003**).

Les coumarines à l'état naturel existent non seulement sous forme hétérosidique mais aussi sous forme libre, celle-ci peut constituer les principes actifs de nombreuses plantes (**GAZENDEL et ORECCHIONI, 2001**). La Scopolétine est probablement la coumarine la plus fréquente chez les plantes supérieures (**HOPKINS, 2003**).

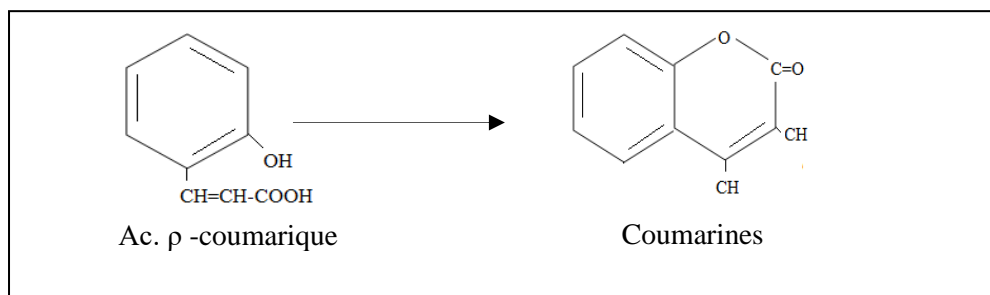


Figure 1.5 : Structure des Coumarines (**HOPKINS, 2003**).

➤ Les flavonoïdes :

Le terme flavonoïdes vient du mot latin *Flavus* signifiant jaune (VERBOIS, 2002), ce sont des pigments quasiment universels des végétaux, Ils sont responsable de la coloration des fleurs, des fruits et parfois des feuilles (ROUX et CATIER, 2007). Ils se trouvent dissouts dans la vacuole à l'état d'hétérosides ou comme constituants de plastes particuliers, les chromoplastes (GUIGNARD, 2000).

D'après (LHULLIER, 2007), 2% du carbone organique phytosynthétisé par les plantes est converti en flavonoïdes.

Les flavonoïdes sont des dérivés du noyau Flavone ou 2-phénylchromone (MILANE, 2004), présentant un squelette de base (Figure 1.6) en C15 : (C6-C3-C6) constitué de deux noyaux aromatiques, désignés par les lettres A et B, reliés par un hétérocycle oxygéné, désigné par la lettre C (DACOSTA, 2003). Ils existent le plus souvent à l'état naturel sous forme Hétérosides =flavonoïdes, pas moins de 90% de flavonoïdes isolés des plantes sont glycosylés (GHSTEM et al., 2001, LE et JIANG, 2007). Les oses qui interviennent dans leur structure sont uniquement des aldoses (RIBEREAU-GAYON, 1968). Le D- glucose est le monosaccharide le plus courant (LHULLIER, 2007).

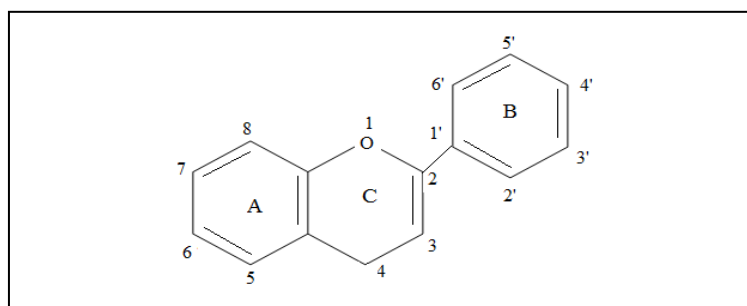


Figure 1.6: Squelette de base des Flavonoïdes (MACHEIX et al., 2005).

Les flavonoïdes possèdent tous les propriétés requises pour constituer d'excellents marqueurs universels chez les végétaux pouvant être considérés comme de véritables indicateurs taxonomiques (ANTHONY-STACE, 1991).

Les flavonoïdes sont beaucoup utilisés en systématique des plantes, ils sont surtout utilisés pour estimer les relations entre les espèces étroitement apparentées (ou dans la recherche des relations infra-spécifiques) et ils sont parfois utiles pour estimer les relations phylogénétiques aux niveaux supérieurs (JUDD et al., 2001).

Il est nécessaire de signaler que leur synthèse s'effectue sous le contrôle génétique très étroit faisant intervenir des gènes de structure, déterminant l'architecture de la molécule et des gènes de régulation, tous codent pour des enzymes hautement spécifiques (**WINK et al., 2010**), Nous distinguons :

- Les hétérosides flavoniques :

Les hétérosides ou glycosides (Figure 1.7) sont des composés résultants de la condensation du groupement hydroxyl reducteur (hémiacétalique) d'un ose avec une substance non glucidique appelée génine ou aglycone (**GHESTEM et al., 2001**).

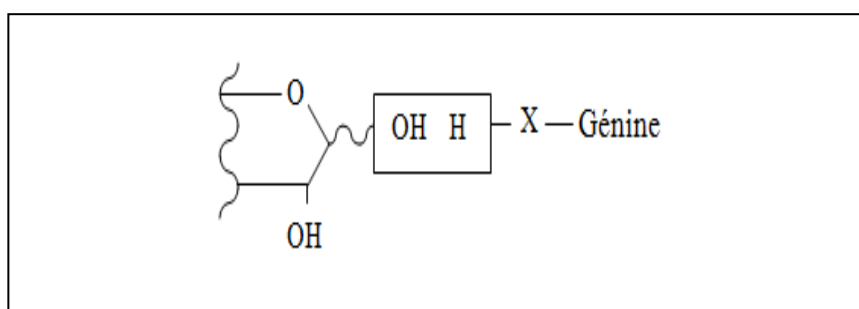


Figure 1.7: Structure des hétérosides flavoniques.
(**GHESTEM et al., 2001**).

Selon la nature de l'atome de la génine portant l'hydrogène qui se condense avec l'hydroxyle hémiacétalique de l'ose, nous distinguons les groupes suivants (**GHESTEM et al., 2001**):

- Les O-hétérosides (hétérosides d'alcools, de phénols).
- Les S- hétérosides (hétérosides de thiols).
- Les N- hétérosides (hétérosides d'amines).
- Les C- hétérosides (liaison C-C entre l'ose et la génine).

Les flavonoïdes sont souvent représentés comme O ou C-glycosides, la liaison O dans les flavonoïdes se produit fréquemment que la liaison C (**LHUILIER, 2007**), dans certains cas les deux modes de glycolysation coexistent (**BENAKCHA, 2001**).

Les O- hétérosides sont les plus largement répandus dans le règne végétal (**GAZENDEL et ORECCHIONI, 2001**), d'une manière plus générale, l'ose est lié à la molécule phénolique par l'intermédiaire d'une liaison glycosidique C-O-C dégradable par hydrolyse acide à chaud (**SARNI- MANCHADO et CHEYNIER, 2006**).

Les O-glycosylation se fait préférentiellement avec l'hydroxyle de la position 7 qui constitue le site préférentiel de la glycosylation dans le cas des flavones et les flavanones, et en position 3 chez les flavonols (**BOUAKAZ, 2006**).

Les C-hétérosides ont une très solide liaison entre la génine et l'ose, ils ne sont hydrolysables ni par l'acide, ni par voie enzymatique, seule une oxydation qui permet la séparation génine-ose, dans cette glycosylation le sucre est lié directement au cycle benzoïque, la liaison s'établit entre le carbone de sucre et celui de la position 6 et 8 de la génine (**GUIGNARD, 2000**) et (**BENAKCHA, 2001**).

Les positions et le nombre de glycosylations sont variables selon les flavonoïdes (**SARNI-MANCHADO et CHEYNIER, 2006**).

La nature des sucres se liant aux flavonoïdes est variée allant de la plupart des oses à des disaccharides ou des formes plus complexes (**MACHEIX et al., 2005**).

➤ Les aglycones flavonique et dérivés voisins :

Ils sont abondants au niveau des tiges et des feuilles, mais assez rares au niveau des graines et des racines (**RIBEREAU-GAYON, 1968**).

- Les flavones : le squelette de base des flavonoïdes est un flavone (Figure 1.8), il existe 2 composés, l'apigénine et la lutéoline, largement répandues chez les angiospermes (**RIBEREAU-GAYON, 1968**).

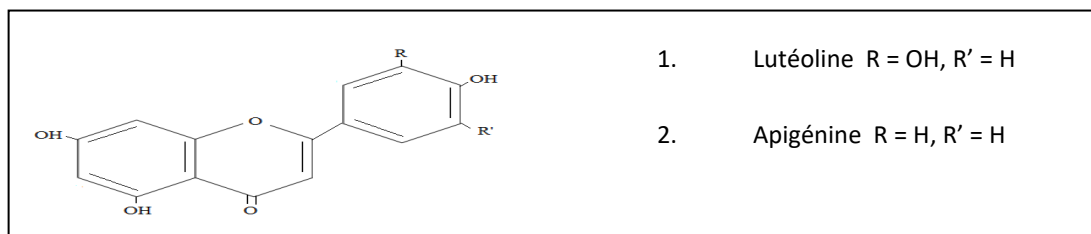


Figure 1.8 : Structure des Flavones (**RIBEREAU-GAYON, 1968**).

- Les flavanones : ils dérivent des flavones (Figure 1.9) par disparition de la double liaison de l'hétérocycle central (**RIBEREAU-GAYON, 1968**).

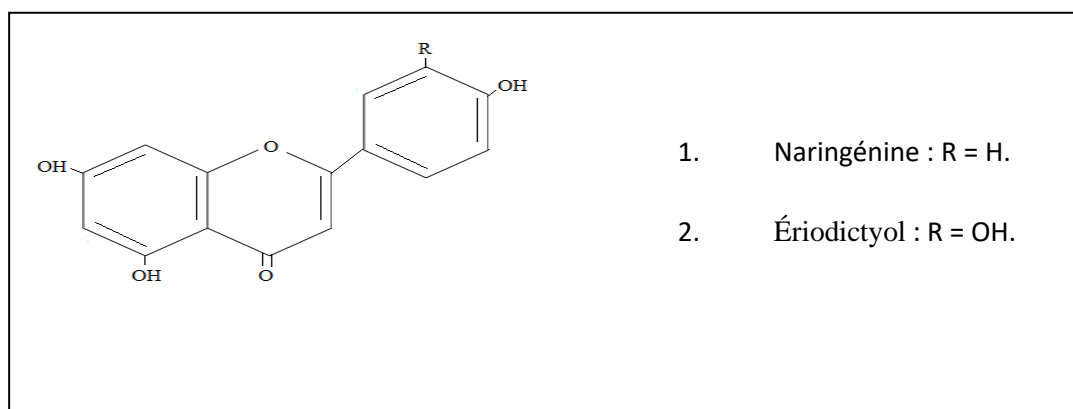


Figure 1.9: Structure des Flavanones (**RIBEREAU-GAYON, 1968**).

- Les flavonols : se différencient des flavones par l'existence d'un hydroxyle en position 3 (Figure 1.10), ils sont très fréquents dans les feuilles, ainsi dans beaucoup de fleurs (**REVEN et al., 2003**). Les trois principales structures sont le kaempférol, la quercétine et la myricétine (**GUIGNARD, 2000**).

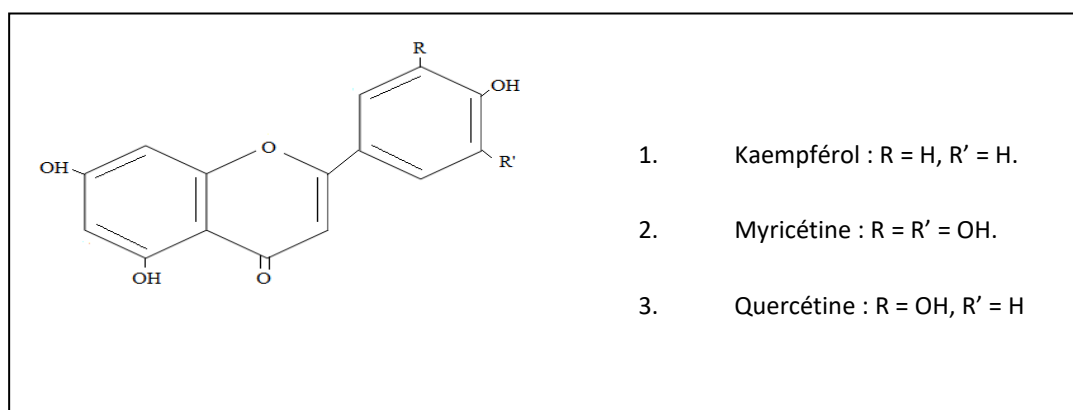


Figure 1.10 : Structure des Flavonols (**RIBEREAU-GAYON, 1968**).

➤ Les chalcones et les aurones :

Les chalcones et les aurones sont des pigments jaunes des fleurs, leur coloration vire au rouge ou rouge orangé en présence d'ammoniaque.

- Les chalcones : du grec chalos : cuivre, ce sont des isomères des flavonones (Figure 1.11) à cycle ouvert (**GAZENDEL et ORECCHIONI, 2001**).
- Les aurones : du grec arum : or, sont des composés phénoliques sous forme d'un hétérocycle oxygéné (Figure 1.12) à cinq chaînons (**RIBEREAU-GAYON, 1968**).

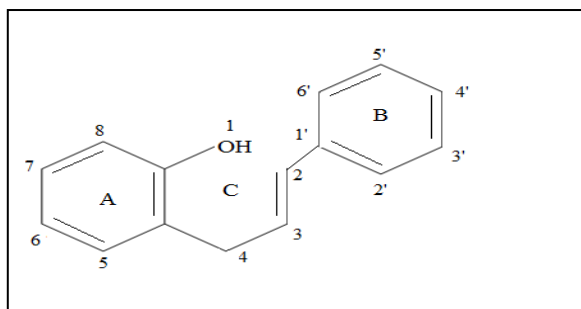


Figure 1.11 : Structure des Chalcones (GAZENGEL et ORECCHIONI, 2001).

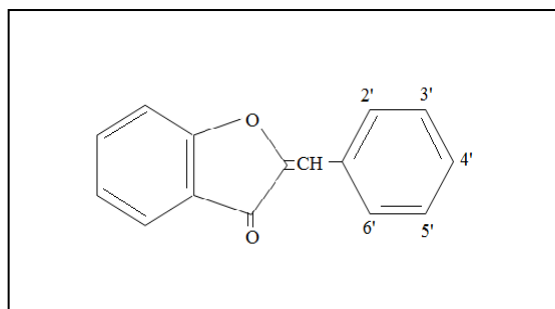


Figure 1.12: Structure des Aurones (RIBEREAU-GAYON, 1968).

➤ Les anthocyanes :

Les anthocyanes sont l'une des principales classes des flavonoïdes (REVEN *et al.*, 2003). Ils forment une vaste famille de molécules aux formules chimiques très diverses (Figure 1.13) dont les couleurs varient du bleu au rouge en passant par le mauve et l'orange, ils dépendent de leur structure et du pH de milieu intracellulaire ; Ainsi, en milieu basique la couleur tend vers le bleu tandis qu'en milieu acide elle tend vers le rouge (SMOUELIAN *et al.*, 2009).

Ces pigments végétaux confèrent leur couleur aux fruits, aux fleurs et même aux feuilles (ROUX et CATIER, 2007).

Les anthocyanes sont très répandus dans le règne végétal sous forme d'hétérosides (Anthocyanosides) (GAZENGEL et ORECCHIONI, 2001).

Les anthocyanes et leurs génines (anthocyanidols) (Tableau 1.4), sont des dérivés du cation 2-phényl-benzopyrylium plus communément appelé Cation flavylum, ce qui souligne leur appartenance au vaste groupe flavonoïde (BRUNETON, 1993).

Ils s'accumulent dans la vacuole des cellules les plus externe (épiderme et hypoderme) (GUIGNARD, 2000).

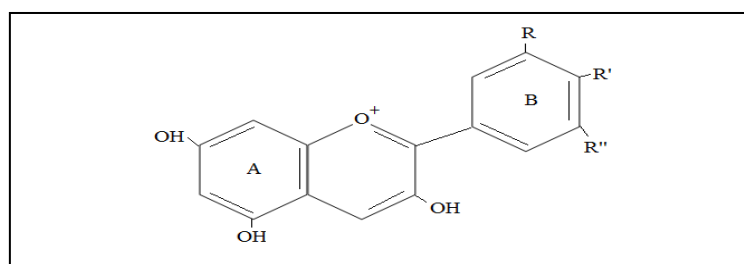


Figure 1.13: Structure des Anthocyanidols (MACHEIX *et al.*, 2005).

Tableau 1.4: principaux anthocyanidols entrant dans la structure des Anthocyanes

Génine	R	R'	R''
Cyanidol	OH	OH	H
Delphinidol	OH	OH	OH
Pétunidol	OCH3	OH	OH
Malvidol	OCH3	OH	OCH3
Péonidol	OCH3	OH	H
pélargonidol	H	OH	H

(BRUNETON,1993) et (GAZENDEL et ORECCHIONI,2001).

❖ Les formes condensées (Tanins) :

Les tanins ou tannins sont des composés polyphénoliques, hydrosolubles, de masse moléculaire comprise entre 500 et 3000, ayant la propriété de tanner la peau, c'est-à-dire de la rendre imputrescible. Cette propriété est liée à leur aptitude à se combiner à des macromolécules (protéines, polysaccharides) (GHESTEM *et al.*, 2001).

La combinaison entre les tanins et les macromolécules s'établit par l'intermédiaire d'interactions hydrophobes et de liaisons hydrogène entre les groupements phénoliques des tanins, les protéines et autres polymères (BRUNETON, 1993). Ils sont responsables de l'astringence de nombreux fruits et légumes et de leurs dérivés, ils sont capables de se lier aux protéines en solution et de les précipiter (SARNI- MANCHADO et CHEYNIER, 2006).

Ils se rencontrent dans les vacuoles des cellules, souvent combinés à d'autres substances alcaloïdes, protéines, oses (Tanosides) (ROUX et CATIER, 2007) et parfois dans des cellules spécialisées (Idioblastes) (PARIS et MOYSE, 1976).

Selon (HASLAM,1989), (CLIFFORD et SCALBERT,2000) et (SANTOS-BUELGA et SCALBERT, 2000), il est classique de distinguer deux groupes de tanins différant à la fois par leur activité chimique et par leur composition : les tanins hydrolysables et les tanins condensés.

➤ Les tanins hydrolysables :

Anciennement appelés = tanins pyrogalliques, ce sont des polyesters de glucides et d'acides phénols (PARIS et MOYSE, 1976).

Ils sont caractérisés par le fait qu'ils peuvent être dégradés par hydrolyse chimique (alcaline ou acide) ou enzymatique (tannases), ils ont alors une partie non phénolique (souvent de glucose) et une partie phénolique qui peut être soit de l'acide gallique quelquefois appelé acide tannique (cas des gallotannins), soit un dimère de ce même acide, acide ellagique (cas des tannins ellagiques ou ellagitannins); Une forme simple de ce type de tanins est la pentagalloylglucose qui est à l'origine de la plupart des formes complexes)**MACHEIX et al., 2005**).

➤ Les tanins condensés :

Les tanins condensés sont des oligomères ou des polymères de flavane 3-ols (3-flavonols) dérivés de la (+) catéchine ou de ses nombreux isomères (**SARNI-MANCHADO et CHEYNIER, 2006**).

Ces tanins se rencontrent chez l'ensemble des végétaux, des fougères aux plantes à fleurs. Contrairement aux tanins galliques, ils ne s'hydrolysent pas sous l'action des acides minéraux dilués, mais forment à ébullition des composés insolubles appelés phlobaphène ou rouge de tanin (**BRUNETON, 1999**) et (**GUIGNARD, 2000**).

1.3.4. Techniques d'extraction des composés phénoliques :

Le choix de la méthode d'extraction est basé sur des données préalables sur les caractéristiques physicochimiques des métabolites à extraire. On distingue de nombreuses méthodes d'extraction des composés phénoliques :

- La macération :

La macération est une opération qui consiste à laisser tremper une certaine quantité de plantes sèches ou fraîches dans un solvant (eau, alcool, huile ou même du vin) à température ambiante pendant 12 à 24 heures. Cette méthode est utilisée dans le cas des produits sensibles à la chaleur (**PENCHEV, 2010**).

- L'infusion :

Cette méthode d'extraction est généralement appliquée aux organes délicats de la plante: fleurs, feuilles aromatiques et sommités. La formule consiste à verser de l'eau bouillante sur l'organe végétal étudié et laisser infusée pendant 5 à 10 min. Il suffit de filtrer et de traiter le filtrat avec le solvant convenable pour extraire le produit recherché (**PENCHEV, 2010**).

- La décoction :

Une décoction consiste à faire bouillir dans de l'eau les plantes séchées ou fraîches, préalablement coupées en petits morceaux ; puis à filtrer le liquide obtenu (le décocté) (**PENCHEV, 2010**).

Cette technique d'extraction est utilisée pour extraire les principes actifs des racines, de l'écorce, des tiges, puisqu'il faut généralement leur faire subir un traitement plus énergétique qu'aux feuilles ou aux fleurs (**PENCHEV, 2010**).

- Extraction par Soxhlet :

C'est une méthode simple et convenable qui consiste à placer le matériel végétal dans une cartouche placée dans un extracteur contenant le solvant. Lorsque le liquide est amené à l'ébullition, les vapeurs du solvant passent par le tube de distillation et rentrent dans le réfrigérant pour être liquéfiées. Ensuite, le condensat retombe dans le corps de l'extracteur sur la cartouche, faisant ainsi macérer le solide dans le solvant. Lorsque le solvant condensé atteint le sommet du tube-siphon, il retourne dans le ballon de distillation, transportant les substances extraites. Le solvant continue alors de s'évaporer, tandis que les substances extraites restent dans le ballon. L'opération est répétée jusqu'à ce que l'extraction soit complète (**PENCHEV, 2010**).

1.3.5. Rôle et intérêt des composés phénoliques :

Chez les végétaux, les composés phénoliques peuvent intervenir dans certains aspects de la physiologie de la plante (lignification, régulation de la croissance, interactions moléculaires avec certains microorganismes symbiotiques ou parasites), dans les interactions des plantes avec leur environnement biologique et physique (relations avec les bactéries, les champignons, les insectes, résistance aux UV) et dans les critères de qualité (couleur, astringence, amertume et qualités nutritionnelles) qui orientent les choix de l'homme dans sa consommation des organes végétaux (fruits, légumes, tubercules...) et des produits qui en dérivent par la transformation (**FLEURIET et al., 2005**).

A partir des années quatre-vingt, c'est la découverte du rôle des radicaux libres dans les processus pathologiques qui a relancé l'intérêt des polyphénols en particulier les flavonoïdes dont les propriétés antioxydantes sont très marquées (**BALASUNDRAM et al., 2006**). Les polyphénols sont les antioxydants les plus abondants dans les aliments (**KAN et al., 2007**). Les aliments riches en polyphénols représentent ainsi un atout potentiel considérable pour le maintien de la santé (**SARNI-MANCHADO et CHEYNIER, 2006**).

Des multiples études attestent de l'impact positif de leur consommation sur la santé et la prévention des maladies, Le rôle des composés phénoliques est largement montré dans la protection contre certaines maladies en raison de leur interaction possible avec de nombreuses enzymes et de leurs propriétés antioxydantes. Spécifiquement, on attribue aux flavonoïdes des propriétés variées : antitumorale, anti-radicalaire, anti-inflammatoire, analgésique, antispasmodique, antibactérienne et hépatoprotectrice. Ils sont également connus pour moduler l'activité de plusieurs enzymes ou de récepteurs cellulaires. Les flavonoïdes favorisent la relaxation vasculaire et empêchent l'agglutinement des plaquettes sanguines. Par conséquent, ils réduisent la coagulation du sang. Ils limitent l'oxydation des lipides sanguins. Ils sont aussi anxiolytiques et protègent nos artères contre l'athérosclérose et réduisent la thrombose (caillots dans les artères) (**FLEURIET et al., 2005**).

De plus leur activité antioxydante assure une meilleure conservation des denrées alimentaires, les industriels commercialisent maintenant des aliments enrichis en polyphénols. (**BALASUNDRAM et al., 2006**).

Dans l'industrie cosmétique, les composés phénoliques trouvent leur application pratique en luttant contre la production des radicaux libres néfastes pour la beauté de la peau d'où l'importance croissante des études consacrées à ces composés (**HENNEBELLE et al., 2004**).

1.4. La toxicité :

Une substance toxique est une substance qui peut en causer la perturbation, immédiatement ou ultérieurement. De façon passagère ou durable, le fonctionnement normal d'un organisme vivant, peut aller jusqu'à sa suppression complète et amener à la mort (**Viala et Botta, 2007**).

1.4.1. La toxicité des plantes :

Dans le cas des plantes, il faut toujours demander des renseignements concernant l'intoxication végétale, car il existe un double problème : premièrement, celui des noms vernaculaires et du nom scientifique correspondant. Puis, lorsque le nom de la plante est précisé, il est nécessaire de connaître rapidement sa toxicité afin d'évaluer le risque toxique et de dicter la ligne de conduite à suivre. (**BELLAKHDAR J, 1997**).

La toxicité des plantes médicinales peut être associées à des mélanges de substances actives qu'elles contiennent. Leurs interactions avec d'autres plantes, médicaments ou contaminants. Les plantes contiennent mélanges complexes de terpéniques, d'alcaloïdes, de saponines, etc. Ceci augmente le risque les effets indésirables dus à l'effet additif ou synergique des interactions chimiques (**SAAD et al., 2006**).

La toxicité d'une substance dans l'organisme vivant est fonction de sa nature. Dosage et temps d'exposition. Les différents facteurs liés à l'individu (sexe, âge, état nutritionnel et hormonal). Des facteurs environnementaux et de l'exposition simultanée ou antérieure à d'autres produits chimiques participent également au degré de toxicité. Les facteurs propres à chaque individu peuvent modifier l'absorption, la distribution, l'excrétion, les transformations métaboliques et la sensibilité du récepteur dans l'organe cible (**SINGH et al., 2011**).

MATERIEL

ET

METHODES

CHAPITRE 2

MATÉRIEL ET MÉTHODE

2.1. Etude de la région:

2.1.1. Localisation géographique :

L'étude a été réalisée dans la région du Hoggar, la wilaya de Tamanrasset qui se situe dans le grand sud Algérien, à plus de 2000 km d'Alger, avec une superficie de 558 310 Km², limitée au Nord par les wilayas de Ghardaïa et Ouargla, à l'Ouest par la wilaya d'Adrar, à l'Est par la wilaya d'Iliziet au Sud par les républiques du Niger et Mali (Figure 2.1).

Du point de vue géographique, elle est comprise entre 22° et 29° de latitude Nord et entre 5° et 53° de longitude Est. Elle est caractérisée par une altitude de 1450 m (RAMDANE *et al.*, 2015).

Le Hoggar, dont le centre est constitué par un énorme appareil volcanique, l'Atakor, qui culmine à 3 003 m, au Tahat (plus haut sommet d'Algérie). Il est situé entre les 12^{ème} et 25^{ème} parallèles de l'hémisphère Nord, à cheval sur le tropique du Cancer, et les 3^{ème} et 6^{ème} méridiens Est de Greenwich.

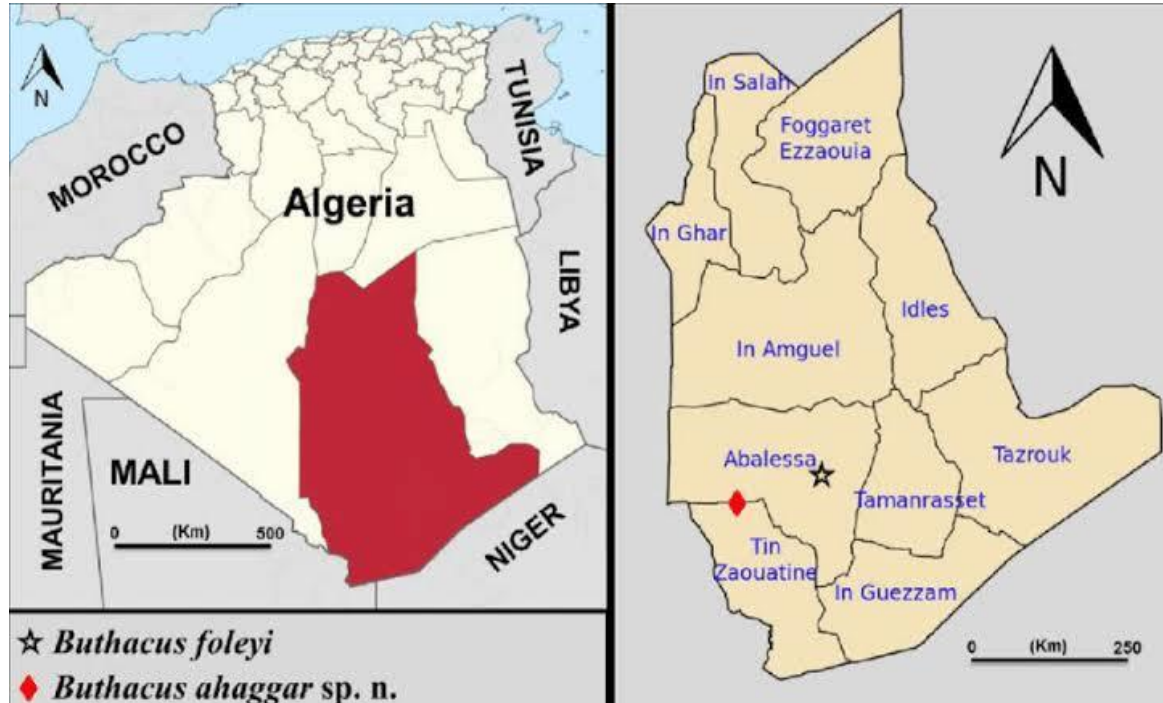


Figure 2.1 : Localisation géographique de la zone d'étude (wilaya de Tamanrasset)
(Anonyme).

2.1.2. Sol et végétation

En général, les sols rencontrés dans cette région s'avèrent peu, voire très peu évolués, continués à taux d'humidité insuffisant. Ceux-ci ont un sol azonal brut (OZENDA, 1983), avec des profils non différenciés ou absents (CHENOUNE, 2005).

La végétation est très diversifiée (végétation de basse et moyenne altitude, moyenne et haute montagne) (HAMMOUDI, 2015).

2.1.3. Climat :

Le climat du Hoggar, de type « tropical peu méditerranéen », est désertique plus par la faiblesse des précipitations que par leur rareté. Quant au régime thermique, il est très contrasté, influencé par l'altitude et la latitude.

Selon l'Office National de la Météologie, la région de Tamanrasset se caractérise par des précipitations très faibles avec une période sèche prononcée toute l'année. Nous avons enregistré au cours de la campagne de récolte (2018/2019) 8 mois sans pluies (Figure 2.2). Le cumul des précipitations au cours de la campagne est de 61,49 mm avec un maximum de pluies au mois d'août (49,28 mm).

Les moyennes de température pendant la période allant de 2018 à 2019 oscillaient entre un minimum de 11,4 °C au mois de janvier et un maximum de 31,7 °C au mois de juin (Figure 3.2).

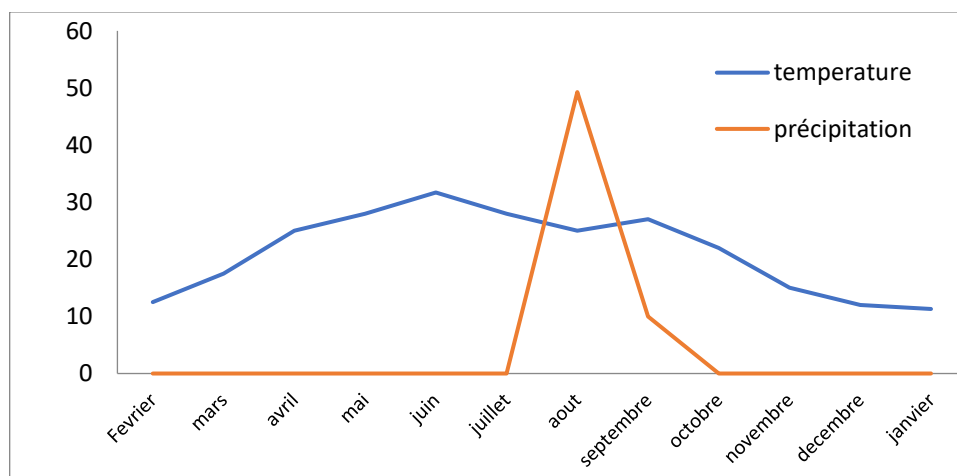


Figure 2.2 : Diagramme ombrothermique de la région de Tamanrasset de 2018 à 2019 la saison de récolte (OMS).

2.2. Matériel utilisé:

❖ Matériel végétal :

L'étude a été réalisée sur les graines et la partie aérienne de *Teucrium polium* L. subsp. *geyrii* Maire de la région Tamanrasset (Hoggar centre) dont :

- Les graines sont utilisées pour la germination.
- Les feuilles sont utilisées pour la préparation des extraits.

L'identification de la plante s'est faite par les chercheurs de l'Institut National de Réserve Forestière (INRF) à Tamanrasset, en se référant à (OZENDA, 1991).

La récolte des graines a été effectuée en période de fructification le mois d'Aout 2019 (Figure 2.3), alors que la récolte de la partie aérienne (Figure 2.4) a été effectuées le mois de mars 2019.

Les échantillons ont été séchés dans un endroit sec, à température ambiante pour éviter le développement des microorganismes et à l'abri de la lumière afin de garder l'aspect biochimique des molécules.

Les feuilles de chaque échantillon ont été broyées, à l'aide d'un broyeur (type Medicaalex). Une poudre verdâtre est obtenue et conservée soigneusement dans des bocaux bruns et hermétiquement fermés où ils sont placés dans un endroit sec.



Figure 2.3: Les graines de *Teucrium polium* L. subsp. *geyrii* Maire.



Figure 2.4 : La partie aérienne de *Teucrium polium* L. subsp. *geyrii* Maire.

❖ Micro- organismes :

L'activité antimicrobienne des extraits étudiés a été réalisée au niveau de saidal Antibiotical Médéa et saidal CRD Gué de Constantine (Laboratoire de microbiologie), sur huit micro-organisme référencées (Tableau 2.1).

Tableau 2.1 : Les micro-organismes testés.

Bactéries gram négatif (-)	
<i>Escherichia coli</i>	ATCC 10536
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	ATCC 9027
<i>salmonellatyphimuriem</i>	ATCC 14028
Bactéries gram positif (+)	
<i>staphylococcusepedermidis</i>	ATCC 12228
<i>Staphylococcus aureus</i>	ATCC 6538
<i>Bacillus subtilis</i>	ATCC 6633
Levure	
<i>Candida albicans</i>	ATCC 10231
Champignons	
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	ATCC 9763

❖ Matériel animale :

La toxicité de l'extrait butanolique de *Teucrium polium* L. subsp. *geyrii* Maire a été réalisée au niveau de l'Agence des produits pharmaceutiques Pasteur (dély ibrahim). Elle est testée sur des souris NMRI issus de l'annexe de l'institut Pasteur (kouba-Alger), de sexe femelle et de poids moyenne 20±1g.

Les souris sont gardées dans des conditions propices à l'élevage (Figure 2.5), à une température de 20-25°C., au sein de l'animalerie de l'Agence des produits pharmaceutiques Pasteur (dély ibrahim).

Les souris, placées dans des cages en plastique transparente, reçoivent une nourriture standard fournie par l'Office National des Aliments de Bétails (ONAB) de Bejaia. , Ils ont un libre accès à l'eau contenue dans des bouteilles spéciales.



Figure 2.5 : Conditions d'installation des souris au niveau de l'animalerie de l'institut Pasteur.

2.3. Méthodes :

2.3.1. Etude de la germination :

Cette étude a été effectuée au niveau du Laboratoire D'amélioration des plantes, Département de Biotechnologie et Agro-écologie, Université de Blida 1.

Les graines récoltées passent d'abord par un test de germination. Dans un bécher contenu de l'eau distillée, les graines sont trempées durant 24h, les graines qui coulent sont bonnes pour la germination.

Les téguments des graines *Teucrium polium* L. subsp. *geyrii* Maire ont une structure anatomique typique qui se traduit par une forte inhibition tégumentaire de la germination. Pour lever l'inhibition tégumentaire des graines, une scarification à l'acide sulfurique a été réalisée en comparaison avec le témoin. Pour cela nous avons testé trois concentrations de l'acide sulfurique (25, 50 et 75%) à trois durées de trempage pour chaque traitement (10, 15 et 30 min).

Les graines ont été désinfectées avec d'hypochlorite de sodium à 1% puis rincées à l'eau distillée.

Après l'application des prétraitements, les graines ont été lavées à l'eau distillée pendant 15 min, Les graines ont été mises à germer à l'obscurité, car la germination est indifférente à la lumière (DANTHU *et al.*, 2003), dans des boîtes de Petri en plastique sur du papier filtre avec cinq répétitions par durée pour chaque prétraitement, à raison de 20 graines par boîte (Figure 2.6) dans un incubateur à une température de 25 °C. Elles sont arrosées régulièrement à l'eau distillée toutes les 24 heures dès que l'humidité du papier diminue.

La durée du test a été fixée à la période de germination qui s'est étalée sur 30 jours, le comptage des graines germées dont la radicule a percé les téguments a été effectué tous les jours.

Le taux de germination est calcul selon la formule suivante :

$$n / N \cdot 100$$

n : nombre de graines germés

N : nombre de graines par boîte



Figure 2.6 : Des graines de *Teucrium polium* L. subsp. *geyrii* Maire mises à germer.

2.3.2. Préparation de l'extrait:

La préparation des extraits a été réalisée au niveau de laboratoire de recherche de Biotechnologie des productions végétales, le département des biotechnologies et Agro-écologie, université de Blida 1.

L'extraction a été réalisée par macération. Les extraits de *Teucrium polium* L. subsp. *geyrii* Maire ont été préparés selon la méthode décrite par (MAU *et al.*, 2001) avec quelques modifications : 10g de poudre ont été mis à macérer dans 100 ml du solvant pure à différentes polarités (Méthanol, butanol, éthanol, acétone et éther) sous agitation continue, pendant 24 H, les extraits obtenus ont été ensuite filtrés à l'aide d'un appareil de filtration. Les filtrats obtenus sont ensuite évaporés à sec sous pression au rotavapeur pour éliminer le solvant sous vide. Les extraits obtenus ont été récupérés avec 5ml de diméthylsulfoxyde (DMSO) et ils seront utilisés dans l'activité antimicrobienne et la toxicité. Ils sont par la suite conservés à 4°C jusqu'à leur utilisation.

2.3.3. Rendement de l'extraction:

Le rendement de la plante en extrait sec a été calculé par la formule donnée par (FALLEH *et al.*, 2008) :

$$R (\%) = 100 \times M_{\text{ext}}/M_{\text{éch}}$$

Où :

R : est le rendement en %;

M_{ext} : est la masse de l'extrait après évaporation du solvant en mg

M_{éch} : est la masse sèche de l'échantillon végétal en mg.

2.3.4. Etude de l'activité antimicrobienne :

L'activité antimicrobienne a été réalisée Au niveau de saidal Antibiotical Médéa et saidal CRD Gué de Constantine (Laboratoire de microbiologie), sur huit micro-organisme référencées.

La méthode d'évaluation de l'activité antimicrobienne des extraits testés est : la méthode de diffusion dans l'agar ou Aromatogramme. Cette méthode consiste en la réalisation d'un aromatogramme dans le but de déterminer la sensibilité des différentes souches microbiennes vis-à-vis des extraits (WILKINSON, 2006). L'aromatogramme est une méthode inspirée de l'antibiogramme qui permet déterminer l'activité inhibitrice de croissance des extraits (DE BILLERBECK, 2007).

Le principe de l'aromatogramme repose sur la compétition entre la croissance d'une souche microbienne et la diffusion de l'extrait dans un milieu gélosé à partir d'un support en papier pré-imprégné (DENIS *et al.*, 2007). Il consiste en la détermination des diamètres des zones d'inhibition (GUPTA *et al.*, 2010).

La méthode utilisée dans cette étude pour évaluer l'activité antimicrobienne des extraits, est celle décrite par (IMELOUANE *et al.*, 2010): Une suspension microbienne de densité équivalente au standard 0, 5 de Mac Farland (10^7 - 10^8 UFC/ml) est préparée dans une solution saline (0,9% NaCl).

Les boîtes de Pétri contenant le milieu de culture gélosé (Mueller Hinton pour les bactéries et Sabouraud pour la levure et le champignon) sontensemencées en strie avec 100µl de l'inoculum.

A la surface de chaque boîte, un disque de papier filtre (Wattman n°4) stérile de 6 mm de diamètre imbibé avec 15 µl des extraits testés est déposé.

Les boîtes sont laissées une heure à température ambiante pour permettre la diffusion de l'extrait, puis elles sont incubées à $37 \pm 2^\circ\text{C}$ pendant 24 heures pour les bactéries, 48 h pour la levure et 5 jours pour les champignons à $28 \pm 2^\circ\text{C}$. Après incubation, le diamètre d'inhibition est mesuré en millimètres, disque inclus.

2.3.5. Etude de la toxicité :

L'étude de la toxicité aiguë permet d'estimer la dose qui tue 50% des animaux d'expérience (dose létale DL_{50}) par rapport au lot témoin (DIALLO, 2005). La DL_{50} est un indice de classement des substances toxiques et/ou végétales selon leurs degrés de gravité (ODUOLA et al., 2007).

Après acclimatation des souris aux conditions de l'animalerie pendant 15 jours, la toxicité aiguë par voie orale a été réalisée par gavage à l'aide d'une sonde intra-gastrique (Figure 2.7) sur 20 souris.

Les souris ont été réparties en 5 lots de 4 animaux chacun. Avant le traitement, les souris ont été soumises à jeun pendant 12h.

Cinq (5) lots ont reçu par voie orales des doses croissantes d'extrait butanolique de *Teucrium polium* L. subsp. *geyrii* Maire comprises entre 200 et 1000 mg/Kg de poids corporel. Le sixième lot a servi comme témoin. Les souris de ce lot ont reçu l'eau physiologique (témoin négatif).

Le comportement des animaux a été observé régulièrement toutes les 60 minutes pendant 8 h le premier jour et tous les jours pendant deux semaines (14 jours) après le traitement. Pendant cette période d'observation, on note le nombre de morts. Cette procédure permet de déterminer la plus forte dose qui donne 100% de mortalité.

La DL₅₀ est calculé d'après (**BEHRENS et KARBER 1935**) cité par (**DJYH et al., 2010**) selon la formule suivante :

$$DL_{50} = DL_{100} - \sum a \cdot b/n$$

- a : Différence entre deux doses successives
- b : Moyenne de mort de deux doses successives
- n : nombre moyen d'animaux par lot

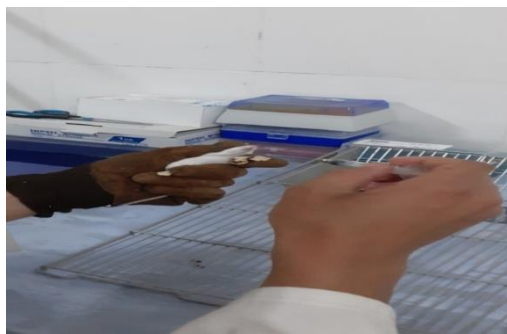


Figure 2.7 : Technique de gavage de l'extrait butanoliques de *Teucrium polium* L. subsp. *geyrii* Maire aux souris.

2.3.6. Analyses statistiques :

Toutes les mesures expérimentales ont été répétées trois fois et sont exprimées en tant que moyenne \pm SD (écart-type de trois mesures) en utilisant le logiciel Excel 2013. L'analyse de la variance est réalisée par le test ANOVA et de l'homogénéité par Tukey par SPSS.

RESULTS

ET

DISCUSSION

CHAPITRE 3

RESULTATS ET DISCUSSION

3.1. Etude de la germination :

La germination consiste à récupérer le métabolisme d'un embryon, jusqu'à ce qu'il devienne une jeune plante autotrophe. L'observation et le suivi de la germination montre l'évolution des graines de *Teucrium polium* subsp *geyrii* Maire par différents stades (Figure3.1) :

- Stade A : avant la germination, les graines restent intactes.
- Stade B : le gonflement des graines (la graine commence à absorber l'eau par osmose).
- Stade C : les radicules traversent les téguments.
- Stade D : début de la croissance (allongement de la radicule).

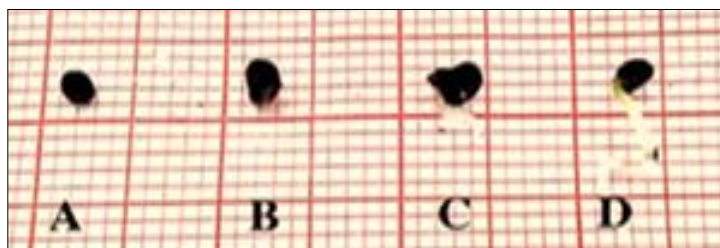


Figure 3.1 : Les différents stades de germination des graines de *Teucrium polium* L subsp *geyrii* Maire.

3.1.1 Effet d'acide sulfurique sur le taux de la germination :

Les résultats de la scarification à l'acide sulfurique (Figure 3.2) à différentes concentrations (25%, 50% et 75%) et durées d'immersion (10 min, 15 min et 30 min) sur le taux de germination (Figure 3.3) ont montré que le taux de germination de tous les prétraitements à l'acide sulfurique testés est supérieur à celui de témoin où nous avons obtenu un taux de germination très faible (7%).

Ainsi que le meilleur taux de germination est obtenu à la concentration 50% à 15 min et à 10 min avec un taux de 48% et 46%, respectivement. Par ailleurs, le taux de germination le plus faible a été enregistré pour le prétraitement 25% à 10 min.

Ces résultats sont confirmés par l'analyse de la variance qui a révélé un effet prétraitement hautement significatif sur les taux de germination.

Ils montrent également qu'il existe un effet significatif de la concentration de l'acide sulfurique et le temps d'immersion sur le taux de germination ($p < 0,05$).

Tous les prétraitements confondus, à l'aide du test TUKEY sont consignés dans la Figure 3.3. Ce dernier montre que pour toutes les concentrations testés le temps d'immersion dans l'acide sulfurique 10 et 15 min ont le même niveau de signification concernant le taux de germination, mais différent significativement de temps 30 min.

Ces résultats sont en accord avec ceux obtenu par (MALEKI FARAHANI *et al.*, 2014) qui ont montré que le traitement des semences de *Teucrium chamaedrys* L. pendant 30 min avec de l'acide sulfurique augmente significativement le pourcentage de la germination (46%).

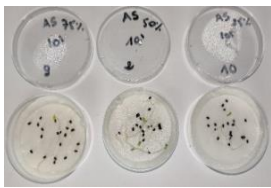
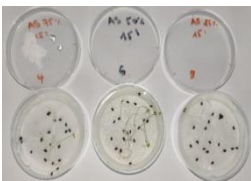
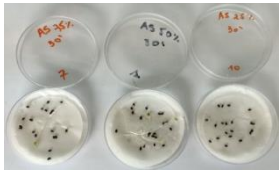
Temps d'émerision	10 min	15 min	30 min
La germination			

Figure 3.2 : Germination des graines par scarification à l'acide sulfurique.

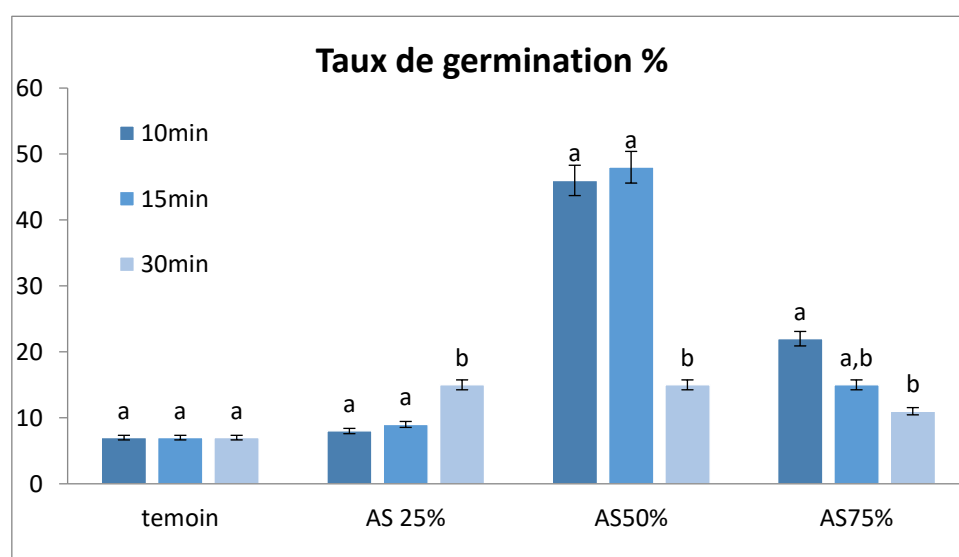


Figure 3.3 : Variation du taux de germination (TG) des graines de *Teucrium polium* subsp *geyrii* Maire par scarification à l'acide sulfurique.

De nombreux chercheurs ont utilisé l'acide sulfurique pour augmenter le taux de la germination. En effet, **KHELOUFI et MANSOURI (2017)**, ont montré que l'immersion dans l'acide sulfurique est le meilleur traitement pour améliorer le taux de germination de l'*Acacia nilotica* (L.) subsp *tomentosa*.

(**LAOUER et TOUAHAR,2019**) Ont marqué que l'utilisation de l'acide sulfurique sur plusieurs graines, y compris les graines de *Randonia africana* et *Oudneya africana*, augmente le taux de germination par rapport au témoin (l'eau).

La scarification chimique par l'acide sulfurique s'est montrée également favorable sur la germination des graines de l'alfa (*Stipa tenacissima* L.) (**MEHDADI et al., 2004**).

La dormance des graines est déterminée par plusieurs facteurs liés à l'environnement de l'embryon à savoir : la déshydratation, les niveaux d'oxygène, les températures extrêmes et l'acidité du milieu de culture. Plusieurs études ont montré que le grattage humide (acide ou eau chaude) et le grattage sec (abrasion) appliqués aux graines à téguments très durs améliorent l'absorption d'eau et la respiration des graines (**ESASHI et al., 1979**) , (**MUSCOLO et al.,2001**) et (**CHEN et al. 2007**). Ces conditions sont nécessaires pour produire de bonnes pousses à partir de graines.

Aussi, elle peut être due à l'embryon lui-même et les qualités inhérentes de la graine elle-même, y compris le métabolisme, le contenu de certains régulateurs de croissance et la présence de certaines substances dans le tégument qui inhibent la germination, empêchant et retardant l'imbibition comme première étape de l'induction de Processus de germination (**TEKETAY 1998**) et (**BEWLEY et BLACK, 1994**).

Les composés phénoliques produits dans les fruits et les graines sont des inhibiteurs de la germination (**BASKIN et BASKIN, 1998**) et (**ISFENDIYAROGLU et OZEKER , 2001**).

Les graines de *Teucrium polium* subsp *geyrii* Maire ont une dormance externe probablement dû au tégument imperméable ayant pour origine une incapacité à s'hydrater (**MALEKI FARAHANI et al., 2014**).

Le site d'action de l'acide sulfurique se situe au niveau du tégument de la graine qui joue un rôle essentiel au moment de son imbibition, en détruisant uniformément les cires superficielles de l'enveloppe de la graine, permettant l'accès de l'eau dans la graine (**Me DONALD et al., 1988 a ; Me DONALD et al., 1988 b**).

Les prétraitements chimiques telle que la scarification par l'acide sulfurique sont réputés dans l'élimination des inhibitions tégumentaires et des dormances embryonnaires (**COME, 1982**), (**HELLER et al., 1990**) et (**MACHEIX et al., 2005**).

Il s'avère qu'avec l'utilisation de l'acide sulfurique, vous devez connaître la durée et la concentration exact pour l'utiliser, parce qu'en l'utilisant trop, il y a des anomalies à croître à partir de la graine, contrairement à un petit usage, il devient inutile ou peu influencé (**FELIX SIMON 2010**).

3.2. Rendement de l'extraction :

Cinq solvants ont été utilisés pour l'extraction par macération des composés phénoliques bioactifs à partir de la partie aérienne de *Teucrium polium* subsp *geyrii* Maire.

La figure 3.4 illustrent les résultats des rendements d'extraction de la plante. Les résultats obtenus font apparaître que le rendement d'extraction varie d'un solvant à l'autre.

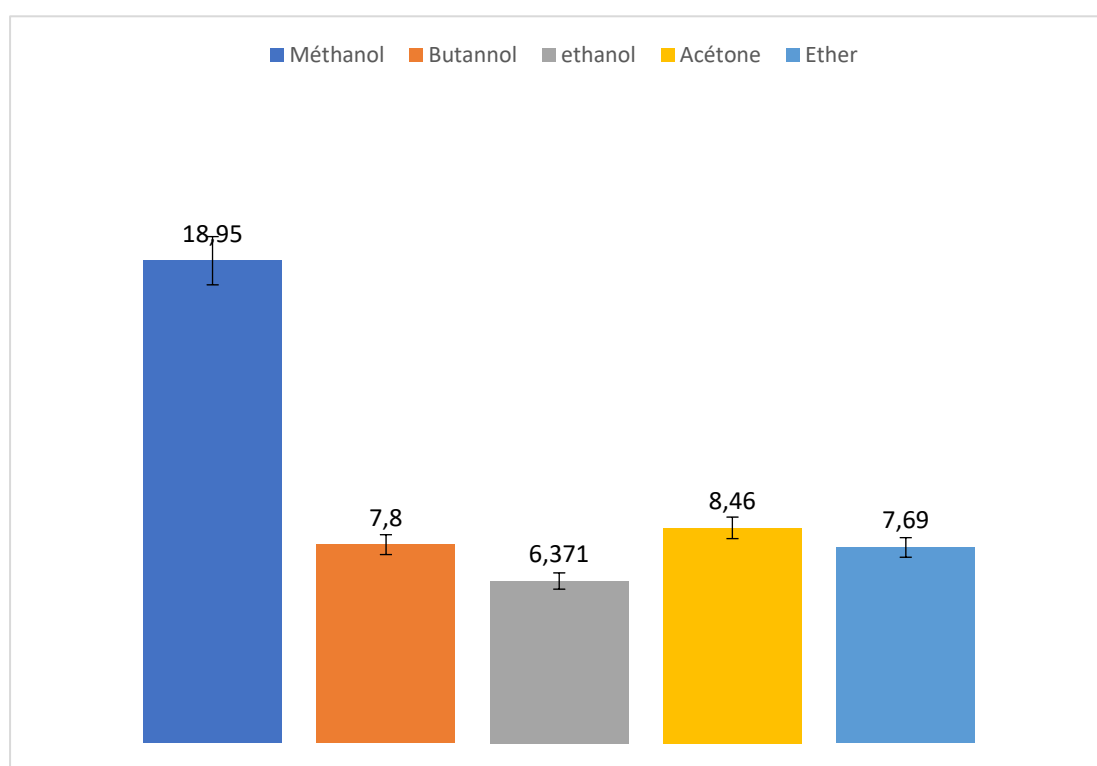


Figure 3.4 : Histogrammes montrant le rendement d'extraction de *Teucrium polium* subsp *geyrii* Maire.

D'après l'histogramme, le rendement le plus élevé a été observé avec l'extrait de méthanol 18.95%, qui est largement supérieure à celui de l'extrait d'acétone (8.46 %). Alors que les extraits butanolique et étherique ont été obtenus avec un faible rendement avec des taux de 7,8% et 7,69%, respectivement.

Le rendement le plus faible a été enregistré pour l'extrait éthanolique avec un taux de 6,371%.

Des résultats semblables ont été trouvés par **(BELMEKKI, 2009)**, avec un rendement de 18.7% de l'extrait méthanolique, par rapport à 100 g de la matière végétale sèche.

Le rendement de l'extrait méthanoïque obtenu est en accord avec celui de **(OUNIS et BOUMAZA, 2018)**, qui avaient le plus grand Rendement pour le méthanol avec 17.8% pour 50g de poudre végétale.

D'autre part, le résultat de rendement de l'extrait méthanolique obtenu est largement supérieur par rapport au résultat obtenu par **(HAMMOUDI et al., 2015)**, Dont le rendement d'extraction de *Teucrium podium geyrii* Maire est très faible avec un taux de 4,81%.

(MERDJI et ZEMMIT, 2020) ont signalé un rendement de 24,14%, supérieur par rapport au rendement obtenu dans notre expérimentation. Ce résultat a été obtenu avec des quantités de 15g de la matière végétale extraites par macération dans le méthanol à 70%.

La technique d'extraction est une étape très importante dans l'isolement et la récupération des composés phytochimiques existants dans le matériel végétal **(QUYDIEM DO et al., 2014)** dont la variation du rendement est en fonction de la technique d'extraction utilisée **(HAYOUNI et al., 2007)**.

En effet, le rendement d'extraction obtenu par ultrason est plus élevé que celui obtenu par macération et soxhlet du fait que la sonication a simultanément amélioré le processus d'hydratation et de gonflement, tout en facilitant le transfert de masse des constituants solubles vers le solvant d'extraction **(ANNEGOWDA et al., 2012)**.

Ce qui a permis de conclure que les extractions par ultrasons permettent d'améliorer les processus d'extraction existants en raison des avantages qu'ils offrent dont un temps d'extraction plus court, une température d'extraction modérée ce qui est un bénéfice pour les composés sensibles à la chaleur **(PRADAL, 2006)**.

Le rendement d'extraction est le rapport de la quantité de substances naturelles extraites par l'action extractive d'un solvant à la quantité de ces substances contenues dans la matière végétale.

En effet, les paramètres tels que : La nature du solvant, le pH, la température, le temps d'extraction et la composition de l'échantillon, ainsi que l'origine végétale et la quantité de l'échantillon étudié ont eu un impact significatif sur l'extraction des composés phénoliques. **(QUY DIEM DO et al., 2014)**, **(STALIKAS, 2007)** et **(CHEN et al., 2015)**.

Les solvants alcooliques peuvent améliorer la perméabilité des parois cellulaires en facilitant l'extraction d'un ou plus grand nombre de molécules polaires, de moyenne et de faible polarité (SEID *et al.*, 2014).

Selon (MOHAMMEDI et ATIK, 2011) l'utilisation de solvants mixtes aboutit à un fort enrichissement des extraits en polyphénols. La supériorité des solvants mixtes seraient dues à l'augmentation de la solubilité des composés phénoliques dans les extraits obtenus par des solvants mixtes comparés à ceux obtenus par des solvants purs (TRABELSI *et al.*, 2010).

L'addition de l'eau aux solvants organiques augmente la solubilité des polyphénols par modulation de la polarité du solvant organique, qui peut être due à l'affaiblissement des liaisons d'hydrogène dans les solutions aqueuses. Elle joue un rôle important dans le gonflement de la matière végétale, tandis que le solvant est responsable de perturber la liaison entre les solutés et la matrice végétale et permettre aussi un meilleur transfert de masse des composés (MAHMOUDI *et al.*, 2013).

Il a été rapporté qu'une température élevée favorise l'extraction, augmentant à la fois le coefficient de diffusion et la solubilité du soluté. Cependant, à des températures élevées et les composés phénoliques peuvent être dénaturés (ANNEGOWDA *et al.*, 2012).

Le rendement des polyphénols est peut-être affecté par le degré d'agitation mécanique des particules dans le solvant, du fait que la vitesse d'agitation peut influencer la mise en suspension des particules solides. Si elle est maintenue durant une longue période, elle favorise des chocs entre les différentes particules et permettre ainsi l'éclatement de certaines cellules qui vont libérer leur contenu cellulaire dans le milieu (AMOR, 2008).

3.3. Activité antimicrobienne :

L'activité antimicrobienne des extraits issus de *Teucrium polium* subsp *geyrii* Maire a été déterminée par la méthode de diffusion en milieu gélose standardisée (méthode de disques), sur huit (8) microorganismes.

Les résultats sont exprimés en adoptant l'estimation de (DJEDDI *et al.*, 2007) :

- Souche extrêmement sensible : Diamètre plus de 20 mm.
- Souche très sensible : Diamètre compris entre 15 et 19 mm.
- Souche sensible : Diamètre compris entre 9 et 14 mm.
- Souche non sensible : Diamètre moins de 8 mm.

- *Staphylococcus aureus* :

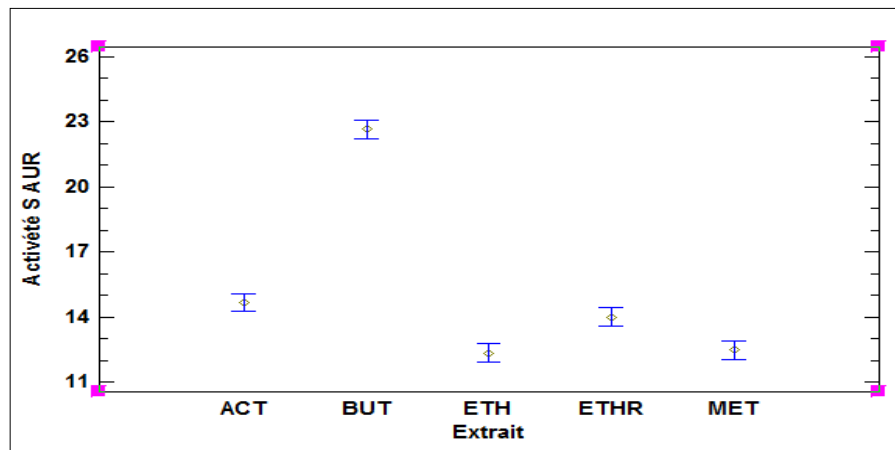


Figure 3.5: Activité antibactérienne des extraits de *Teucrium polium* subsp *geyrii* Maire. sur *Staphylococcus aureus*.

Les résultats de l'activité antibactérienne des extraits de *Teucrium polium* subsp *geyrii* Maire sur la souche *Staphylococcus aureus* (Figure 3.5) montrent que les extraits étudiés ont un effet inhibiteur sur *Staphylococcus aureus*. En effet, l'activité la plus élevée est enregistrée par l'extrait butanolique avec une zone d'inhibition de $22,5 \pm 0,1$ mm. Selon l'estimation de (DJEDDI et al., 2007) *Staphylococcus aureus* est considérée comme extrêmement sensible à l'extrait butanolique.

Une activité modérée est obtenue avec l'extrait acétonique avec une zone d'inhibition de $14,6 \text{ mm} \pm$. Selon l'estimation de (DJEDDI et al., 2007) *Staphylococcus aureus* est considérée comme très sensible à l'extrait butanolique.

La plus faible activité est enregistrée avec les extraits éthérique, méthanolique et éthanolique avec des zones d'inhibition de $12 \pm 0,1$ mm, respectivement. Selon l'estimation de (DJEDDI et al., 2007) *Staphylococcus aureus* est considérée comme sensible à ces derniers extraits.

- *Bacillus subtilis* :

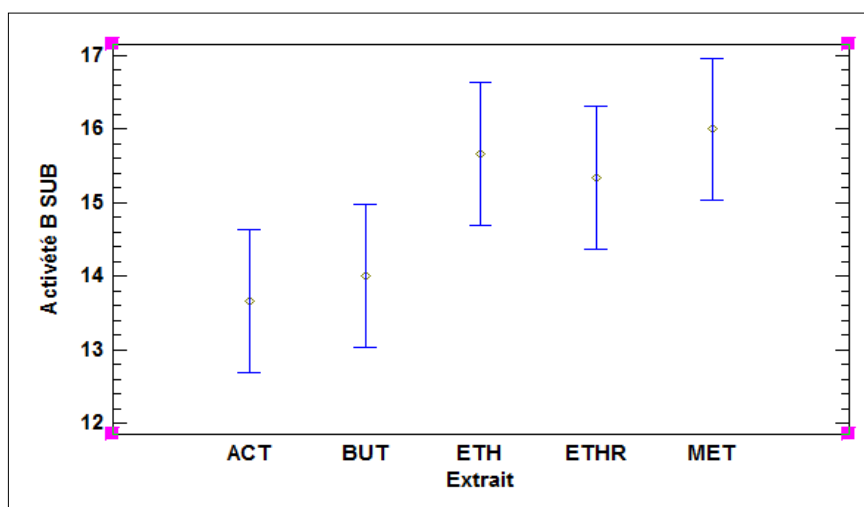


Figure 3.6 : Activité antibactérienne des extraits de *Teucrium polium* subsp *geyrii* Maire sur *Bacillus subtilis*.

Les résultats de l'activité antibactérienne des extraits de *Teucrium polium* subsp *geyrii* Maire sur la souche *Bacillus subtilis* (Figure 3.6) montrent que les extraits étudiés ont un effet inhibiteur sur *Bacillus subtilis*. En effet l'activité la plus élevée est enregistré par les extraits mthanoliques, ethanologique et etherique avec des zones d'inhibition de $16 \pm 0,1$ mm, $15,6 \pm 0,1$ mm et $15,3 \pm 0,1$ mm, respectivement. Selon l'estimation de (DJEDDI et al., 2007) *Bacillus subtilis* est considérée comme extrêmement sensible à ces trois extraits testés.

Une activité modérée est obtenue avec les deux extraits butanolique et acétonique avec des zones d'inhibition de $14 \pm 0,1$ mm et $13,6 \pm 0,1$ mm respectivement. Selon l'estimation de (DJEDDI et al., 2007) *Bacillus subtilis* est considérée comme très sensible à l'extrait acetonique et butanolique.

- *Staphylococcus epidermidis* :

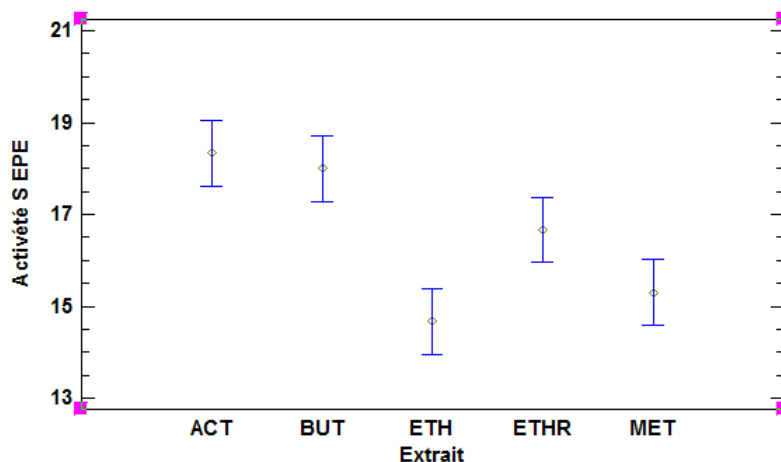


Figure 3.7: Activité antibactérienne des extraits de *Teucrium polium* subsp *geyrii* Maire sur *Staphylococcus epidermidis*.

Les résultats de l'activité antibactérienne des extraits de *Teucrium polium* subsp *geyrii* Maire sur la souche *Staphylococcus epidermidis* (Figure 3.7) montrent que les extraits étudiés ont un effet inhibiteur sur *Staphylococcus epidermidis*. En effet, Selon l'estimation de (DJEDDI et al., 2007) *Staphylococcus epidermidis* est considérée comme très sensible aux extraits étudiés sauf pour l'extrait ethanolique où elle est considérée comme sensible.

- *Escherichia coli* :

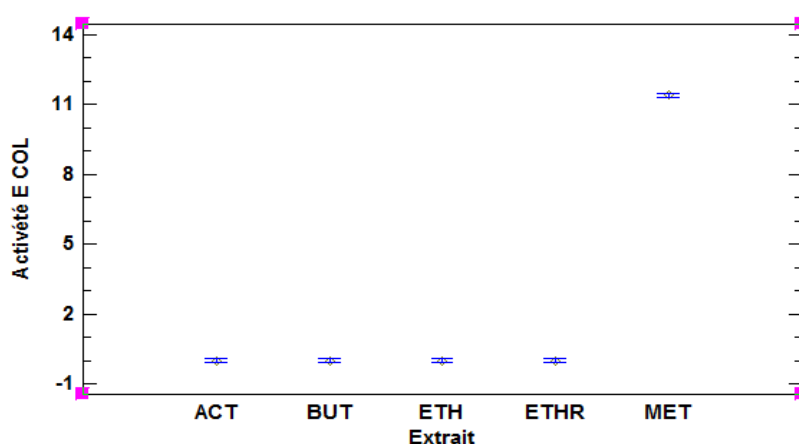


Figure 3.8: Activité antibactérienne des extraits de *Teucrium polium* subsp *geyrii* Maire sur *Escherichia coli*.

Les résultats de l'activité antibactérienne des extraits de *Teucrium polium* subsp *geyrii* Maire sur la souche *Escherichia coli* (Figure 3.8) montrent qu'elle est résistante aux extraits étudiés sauf pour l'extrait méthanolique où elle s'est montrée selon l'estimation de (DJEDDI et al., 2007) sensible avec une zone d'inhibition de $11 \pm 0,1$ mm.

- *Salmonella typhimurium* :

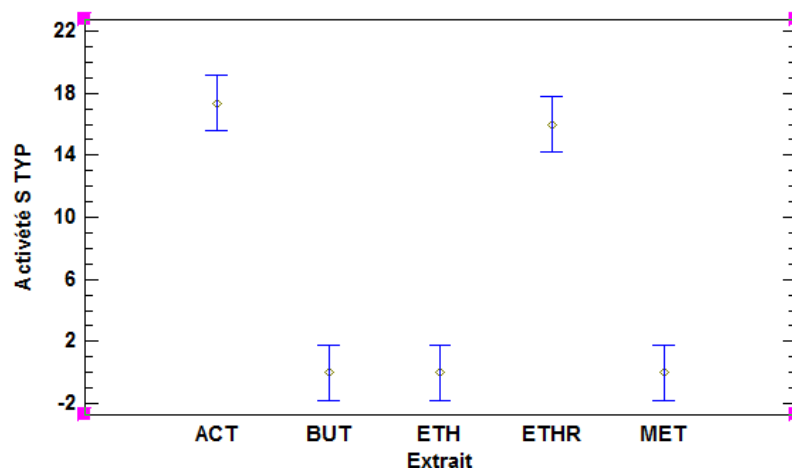


Figure 3.9: Activité antibactérienne des extraits de *Teucrium polium* subsp *geyrii* Maire sur *Salmonella typhimurium*.

Les résultats de l'activité antibactérienne des extraits de *Teucrium polium* subsp *geyrii* Maire sur la souche *Salmonella typhimurium* (Figure 3.9) montrent qu'elle est résistante aux extraits étudiés sauf pour les deux extraits acetonique et etherique où elle s'est montrée selon l'estimation de (DJEDDI et al., 2007) très sensible avec une zone d'inhibition de $17 \pm 0,1$ mm et $16,3 \pm 0,1$ mm, respectivement.

- *Pseudomonas aeruginosa* :

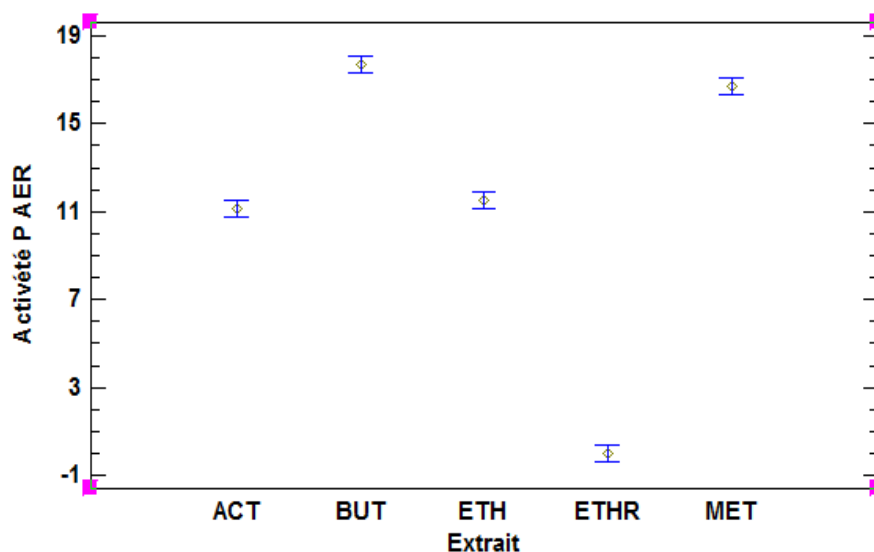


Figure 3.10: Activité antibactérienne des extraits de *Teucrium polium* subsp *geyrii* Maire sur *Pseudomonas aeruginosa*.

Les résultats de l'activité antibactérienne des extraits de *Teucrium polium* subsp *geyrii* Maire sur la souche *Pseudomonas aeruginosa*. (Figure 3.10) montrent qu'elle est, selon l'estimation de (DJEDDI et al., 2007) sensible à très sensible aux extraits étudiés, avec des zones d'inhibition qui varient entre $17,6 \pm 0,1$ mm et $11,1 \pm 0,1$ mm, sauf pour l'extrait etherique où elle s'est montrée résistante.

- *Saccharomyces cerevisiae* :

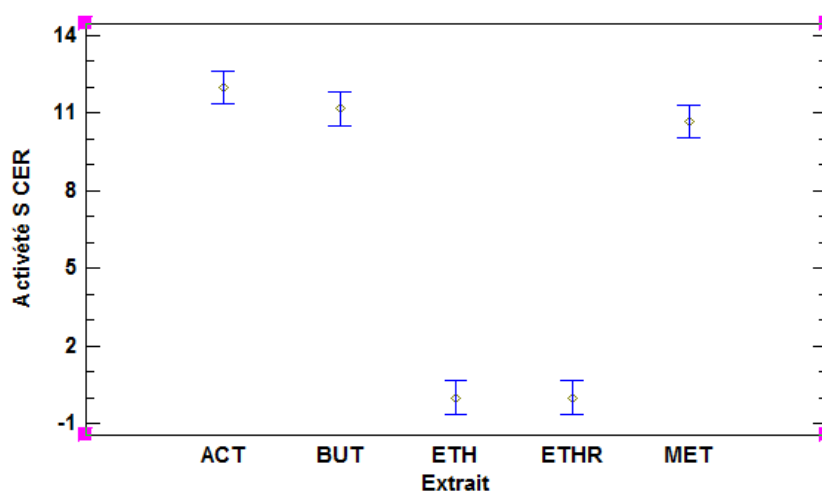


Figure 3.11: Activité fongicide des extraits de *Teucrium polium* subsp *geyrii* Maire sur *Saccharomyces cerevisiae*.

Les résultats de l'activité fongicide des extraits de *Teucrium polium* subsp *geyrii* Maire sur le champignon *Saccharomyces cerevisiae* (Figure 3.11), montrent que le champignon selon l'estimation de (DJEDDI et al., 2007) est sensible aux extraits étudiés sauf pour les deux extraits étherique et où il s'est montré résistant.

- ***Candida albicans* :**

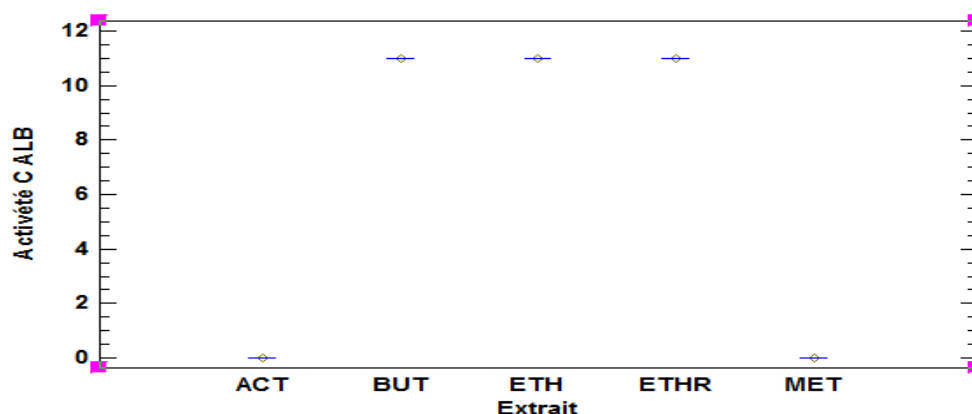


Figure 3.12: Activité fongicide des extraits de *Teucrium polium* subsp *geyrii* Maire sur *Candida albicans*.

Les résultats de l'activité fongicide des extraits de *Teucrium polium* subsp *geyrii* Maire sur la levure *Candida albicans* (Figure 3.12), montrent que la levure selon l'estimation de (DJEDDI et al., 2007) est sensible aux extraits étudiés avec une zone d'inhibition de 11 ± 0.1 mm sauf pour les deux extraits acétonique et méthanolique où elle s'est montrée résistante.

- ❖ **Efficacité des extraits de *Teucrium polium* subsp *geyrii* Maire :**

Les résultats du taux d'efficacité des extraits de *Teucrium polium* subsp *geyrii* Maire sur les micro-organismes testés, montrent que l'extrait butanolique est l'extrait le plus efficace parmi les extraits étudiés, avec un maximum d'inhibition de $22,66 \pm 0.1$ mm de diamètre chez *Staphylococcus aureus*.

Ces résultats sont en accord avec ceux obtenus par (HAMMOUDI et al.2012) qui ont signalé que l'extrait butanolique de *Teucrium polium* subsp *geyrii* Maire est l'extrait le plus efficace sur les microorganismes testés à savoir : *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Streptococcus cremoris*, *Clostridium perfringens*, *Klebsillapneumoniae*, *Escherichia coli* et *Proteus mirabili*. Avec une zone d'inhibition de chez *Staphylococcus aureus*.

L'efficacité des extraits étudiés peut être classée par ordre décroissant en :

Butanol > Acétone > Méthanol > Ether d'éthylque > Ethanol

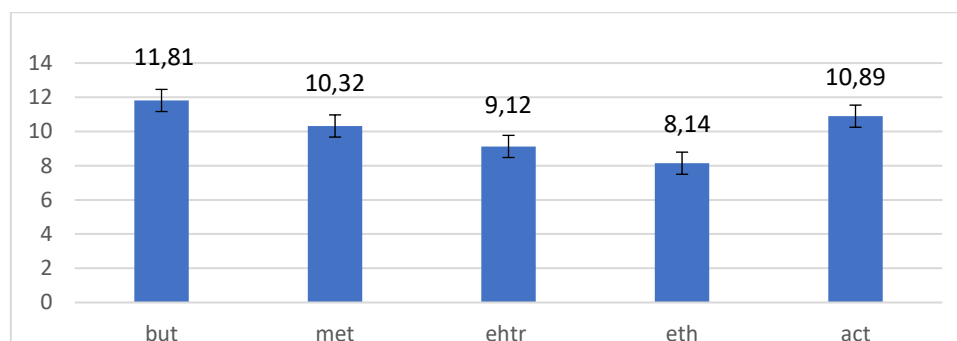


Figure 3.13: Résultats d'efficacité des extraits de *Teucrium polium* subsp *geyrii* Maire sur les microorganismes.

Plusieurs études, basées sur l'analyse des extraits de *Teucrium polium* L. par des méthodes chromatographiques, ont montré la présence de plusieurs composés incluant principalement les polyphénols et les flavonoïdes (BOUMERFEG S et al., 2012).

Il semble que l'activité antimicrobienne des extraits de *Teucrium polium* subsp *geyrii* Maire sur les différentes souches microbiennes est due à la présence des flavonoïdes qui sont des métabolites secondaires réputés pour leurs effets antibactériens (HAVSTEEN, 2002) et (SOSA et TONN, 2006).

Des études ont montré que des composés phénoliques jouent un rôle de perturbation des mécanismes enzymatiques intervenant dans la production d'énergie pour les bactéries et les levures (SIKKEMA et al., 1995).

En outre, il a été montré que le mécanisme de toxicité des flavonoïdes vis-à-vis des micro-organismes se fait soit par privation des ions métalliques tels que le fer, soit par des interactions non spécifiques telles que l'établissement des ponts hydrogènes avec les protéines des parois cellulaires des micro-organismes (les adhésines) ou encore les enzymes (BRUNETON, 1999).

L'action des extraits étudiés vis-à-vis des bactéries gram (+) peut être due aux flavonoïdes qui sont des bons inhibiteurs des sortases (adhésines et internalines) : enzymes trouvés dans la membrane cytoplasmique des bactéries à Gram positif qui catalysent l'ensemble des protéines de surface (CUSHNIE et LAMB, 2011).

D'autre part, la capacité de *Staphylococcus aureus* de provoquer une maladie est largement attribuable à sa capacité à sécréter des enzymes et des toxines. Des études récentes ont montré que les flavonoïdes inhibent la libération de facteurs de virulence de cette bactérie (CUSHNIE et LAMB, 2011).

Plusieurs travaux réalisés par (DERWICH et al., 2011), (NEDOROSTOVA et KLOUCEK 2009) et (OKOH et al., 2010), ont confirmé la grande sensibilité des bactéries Gram positif par rapport aux Gram négatif. Ceci est dû principalement à la différence de la structure de la paroi cellulaire. En effet, la paroi des bactéries Gram (-) est surtout composée en lipopolysaccharides (LPS) et de protéines. Les lipopolysaccharides (LPS), grâce à ses charges négatives de surface, empêchent la diffusion des molécules hydrophobes, alors que les protéines excluent le passage des molécules hydrophiles de poids moléculaire élevé (BASLI et CHIBANE, 2010) et (BARCHAN et al., 2015).

Tandis que les bactéries Gram (+) sont moins protégées contre les agents antibactériens. Leur paroi est riche en peptidoglycane (polymère complexe de sucres et d'acides aminés donnant à la bactérie sa forme et sa rigidité que ce soit chez les bactéries Gram positif ou négatif), n'entrave que la diffusion des molécules supérieures à plus de 50 000 Da (HOGAN et KOLTER, 2002).

Les variations observées dans les activités antifongiques entre les différents travaux sont liées à plusieurs paramètres dont : la nature du milieu de germination, le genre et l'état de l'espèce fongique (utilisée juste après son isolement ou après plusieurs repiquages), l'âge de la culture, En effet Plus cette dernière est âgée, plus elle devient sensible à l'action de l'extrait (OURAINI et al., 2007).

(CUSHNIE et LAMB 2011), (LAHLOU, 2004) et (HAMMER et al., 2008) ont attribué les fluctuations dans les résultats de la détermination de l'activité antimicrobienne à plusieurs paramètres notamment le type des micro-organismes ciblés, la méthode d'évaluation de l'activité antimicrobienne, la nature de milieux de culture, les conditions de culture (temps d'incubation, la température, l'oxygène), la concentration, le type de l'extrait et particulièrement la nature et la structure des molécules bioactives.

Les interactions entre ces composants peuvent conduire à des effets antagonistes, additifs ou synergiques. Certaines études ont démontré que les extraits en entier ont généralement une activité antimicrobienne plus élevée que leurs principales composantes, ce qui suggère que les composants mineurs sont essentiels à l'activité synergique, bien que des effets antagonistes et additifs ont également été observés (ELANSARY et al. (2020) .

3.4. Etude toxicologique :

Bien que les plantes médicinales aient de nombreuses activités biologiques, on connaît très peu le potentiel toxique de ses substances bioactives. *Teucrium polium* subsp *geyrii* Maire est une plante utilisée depuis longtemps dans la médecine traditionnelle pour ses nombreux effets thérapeutiques. La toxicité de l'extrait butanolique a été estimée selon la classification décrite par (HODGE et STERNER, 1949).

Tableau 3.1 : Échelle de toxicité des produits chimiques pour les souris.

Indices de toxicité	Classes de toxicité	DL50 par voie orale pour la souris ou le rat (dose unique)
1	Extrêmement toxique	< 1 mg/kg
2	Très toxique	1 à 50 mg/kg
3	Moyennement toxique	50 à 500 mg/g
4	Faiblement toxique	500 à 5000 mg/kg
5	Pratiquement non toxique	5000 à 15000 mg/kg
6	Relativement sans danger	> 15000 mg/kg

(HODGE et STERNER, 1949)

Les résultats obtenus (Figure 3.14) montrent que la plus forte dose tuant tous les animaux ou dose létale 100% (DL₁₀₀) est de 1000 mg/kg et la dose maximale tolérée (DMT), dose maximale qui ne tue aucun animal lorsque l'extrait est administré, s'élève à 200 mg/kg. L'application numérique de la formule de (KARBER et BERHENS 1935), le calcul de la DL₅₀ de l'extrait, donne la valeur de 850 mg/kg. Selon l'échelle de toxicité de HODGE et STERNER (1943), cette valeur de la DL₅₀ (850 mg/kg) sur 14 jours d'observation indique que l'extrait butanolique des feuilles de *Teucrium polium* subsp *geyrii* Maire, administré par voie orale (VO), est faiblement toxique (DL₅₀> 500 mg/kg), chez les souris. Ainsi que la toxicité de l'extrait butanolique de *Teucrium polium* subsp *geyrii* Maire montre un effet dose-réponse. En effet, plus la concentration augmente plus elle est toxique et cela est confirmé par le nombre des souris mortes.

Cependant, les résultats obtenus sont largement inférieurs à ceux obtenus par (STOWTCHIA et al., 1988) et (KRACHE et al., 2017) qui n'ont pas pu démontrer lors des essais sur la toxicité aigüe effectués sur les rats traités par l'extrait méthanolique du *Teucrium polium* L., la valeur exacte de la DL₅₀; Celle-ci serait probablement supérieure à 2400mg/kg.

A Tamanrasset, on n'a pas mentionné la toxicité de l'extrait aqueux de l'espèce *Teucrium polium geyrii* Maire. Elle y est d'ailleurs couramment utilisée aussi bien en usage pastoral que médicinal (BENCHELAH *et al.*, 2004).

Les valeurs des paramètres toxicologiques ne sont pas les mêmes, en passant d'une espèce de plante à l'autre en passant d'une plante à une autre. Elle est aussi en fonction du mode d'administration de l'extrait (AKÉ-ASSI *et al.*, 2015).

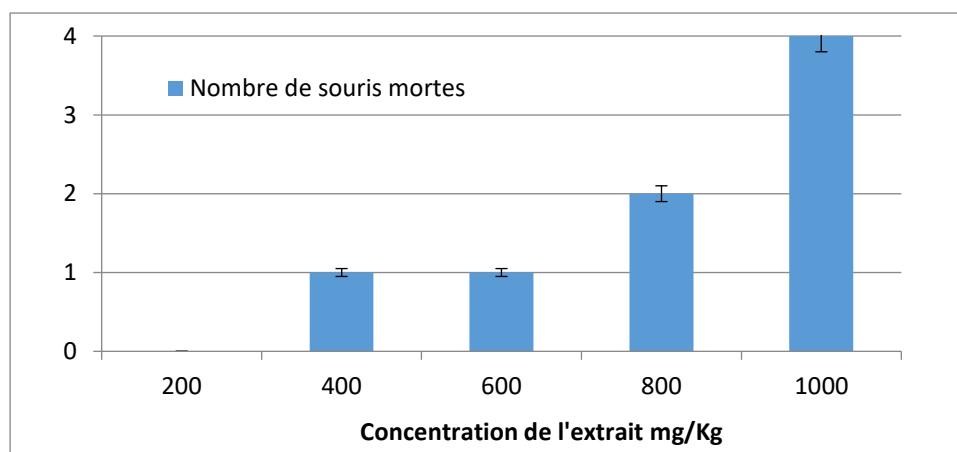


Figure 3.14 : Nombre de mortalité de souris.

La carte clinique des souris femelles dans les conditions de toxicité aiguë, se distinguait par une accélération de la fréquence cardiaque, une détresse respiratoire, paralysie des pattes et des convulsions dues probablement à l'atteinte du système nerveux central par blocage de la production de l'acétylcholine dans les synapses du système nerveux central (GOULLE *et al.*, 2004). Les animaux meurent habituellement d'un arrêt respiratoire causé par des convulsions.

Des études faites par (STICKEL *et al.*, 2001) montrent que certaines espèces du genre *Teucrium* sont toxiques pour le foie. (BRUNETON, 1999) a signalé que la nécrose du foie provoquée par la consommation de *Teucrium chamaedrys* infusé commence à se manifester dès la deuxième administration. Cette hépatotoxicité peut être due à la présence de fortes teneurs en diterpènes, ces derniers provoquent la mort rapide et massive des cellules par apoptose en augmentant le calcium intracellulaire et en stimulant diverses enzymes calcium dépendantes.



Conclusion



L'Algérie, en raison de sa position géographique, présente une large gamme d'étage bioclimatique, induisant une grande biodiversité des plantes aromatiques et médicinales qu'il faut exploiter pour en trouver de nouvelles substances bioactives naturelles pourront répondre à différents problèmes de santé et comme alternative aux pesticides synthétiques. Les plantes médicinales restent toujours un lieu de curiosité des chercheurs.

Le présent travail est basé sur l'étude de germination, l'activité antimicrobiennes et la toxicité des différents extraits à partir de divers solvants soit : le méthanol, l'éthanol, le butanol, l'acétone et l'éther. On a utilisé dans cette étude des graines et la partie aérienne de la plante médicinale *Teucrium polium* récolté dans la région du Hoggar (Tamanrasset), le mois de Mars 2019, cette plante appartenant à la famille des lamiaceae, l'une des familles les plus importantes dans la flore de l'Algérie.

La germination est l'une des étapes critiques peut affecter significativement la survie et le comportement agronomique qui en résulte de cette espèce végétale. À cet égard, nous avons fait ce processus en utilisant de l'acide sulfurique à différentes concentrations et à différents moments pour voir comment il affecte sur ce processus. Le résultat obtenu a montré que le résultat le plus élevé que j'ai estimé 48% nous avons obtenu en concentration de 50% 15 minutes, par rapport au témoin que nous avons obtenu 7%, nous concluons l'effet significatif de cet acide sur le processus. Le taux de germination passe ainsi de 5-10% dans la nature à 48% après traitement à l'acide sulfurique 50% pendant 15'.

L'extraction des extraits à l'aide des solvant en utilisant la technique de macération a donné des résultats différents et distincts, Nous avons obtenu le rendement le plus élevé pour le méthanol à 18.95%, alors que les autres extraits ont été obtenus avec Des faibles rendements. Ce dernier peut être rentable à l'échelle industrielle.

Ces extraits sont utilisés dans l'activité antimicrobienne vis-à-vis des souches testées : *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella typhimurium*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Bacillus subtilis*, *Candida albicans*, *Saccharomyces cerevisiae*. Les résultats de ce processus sont venus différents de chaque micro-organisme et de chaque extrait, ces derniers ont réagi presque tous, mais avec une efficacité différente, Cependant, l'extrait de butanol ça a fait plus d'effet avec 11,81%.

D'un point de vue, nous recommandons qu'on entreprenne des études de toxicité chronique soient réalisées sur les plantes étudiés pour déterminer s'ils peuvent être utilisés pour la fabrication des médicaments. De plus, une étude complète de la toxicité serait nécessaire pour déterminer la DL 50. Les extraits de plantes sont habituellement utilisés à l'état brut, c'est pourquoi on a utilisé des différentes doses d'extrait de butanol. Selon notre expérience, nous avons constaté que le degré de toxicité la DL50 est égale à 850 mg/kg.

En fait, il est clair de ce travail que *Teucrium polium subsp. geyrii Maire* de la région de Hoggar est une plante très intéressante et riche en substances secondaires.

Les résultats obtenus sont remarquables en ce qui concerne l'avenir perspective de l'orientation de la recherche scientifique vers l'achèvement des études approfondies et complémentaires aux activités biologiques de la plante étudiée.

REFERENCES

BIBLIOGRAPHIQUES

Références :

A

ABBAS H. (2019). Analyse de la diversité chimique de *Teucrium polium geyrii* Maire du Hoggar par les composés phénoliques et propriétés médicinales. Doctorat Sciences éco biologie et amélioration végétale, USTHB, Alger, 200p.

ABDALLAH H. AND SAHKI R. (2004). Le Hoggar promenade botanique. Espèces herbacées. Edition Ésope, 311 p.

ABDOLLAHI M, KARIMPOUR H, MONSEF-ESFEHANI HR (2003) :Antinociceptive effects of *Teucrium polium* L total Extract and essential oil in mouse writhing test. *Pharmacol Res* 48 : 31–35adaptation to tannins, and strategies to overcome detrimental effects of feeding

AKE-ASSI, E. (2015). Plantes à potentialité décorative de la flore du sud de la Côte d'Ivoire : études taxinomique, ethnobotanique et essai de domestication de *Thunbergia atacorensis* Akegninou & Lisowski (Acanthaceae), une espèce nouvellement introduite. Thèse de Doctorat, UFR Biosciences, Université Félix Houphouët-Boigny, Côte d'Ivoire 207 p

ALIBERT, G, RANJEVA R ET BOUDET MA. (1977). Organisation subcellulaire des voies de synthèse des composés phénoliques. *Physiol. Veg.* 15 : 279 – 301.

AMARTI F., EL AJJOURI M., GHANMI M., SATRANI B., AAFI A., FARAH A., KHIA A., GUEDIRA A., RAHOUTI M. & CHAOUCH A., “Composition chimique, activité antimicrobienne et antioxydante de l'huile essentielle de *Thymus zygis* du Maroc”, *Phytothérapie*, V.9, n° 3, (2011), 149-157.

ANNEGOWDA H V,- MORDI, MOHD- RAMANATHAN, SURASH- HAMDAN, MOHAMMAD RAZAK- MANSOR, SHARIF.(2012).Effect of Extraction Techniques on Phenolic Content, Antioxidant and Antimicrobial Activity of *Bauhinia purpurea*: HPTLC Determination of Antioxidants. VL - 5

ANTHONY-STACE C. (1991) : Plant taxonomy and biosystematics. 2eme Ed. Cambridge university press, 272 pages.

ANZALA F.J., 2006 – Contrôle de la vitesse de germination chez le maïs (*Zea*)

APAK R., GÜÇLÜ K., DEMIRATA B., ÖZYÜREK M., ESIN ÇELİK S., BEKTASOĞLU B., BERKER K.I., ÖZYURT D., (2007). Comparative evaluation of various total antioxidant capacity assays applied to phenolic compounds with the CUPRAC assay. *Molecules*, 12, 1496-1547

Autore G., Capasso F., De Fusco R., Fasulo M.P., Lembo M. , Mascolo N., Menghini

Aya A N.N'DRI1,2, IriéVROH-BI2, Patrice L. KOUAMÉ1& Irié A. ZORO BI 1,*. 2011. Bases génétiques et biochimiques de la capacité germinative des Graines : implications pour les systèmes semenciers et la production alimentaire Vol. 8 N°1 : 119 – 137 (2011)

B

BALASUNDRAM, N.; SUNDRAM, K. et SAMMAN, S. (2006) : Phenolic compounds in plant and agri-industrial byproducts: antioxidant activity, occurrence, and potential uses. *Food Chem*, 99 : 191-203.

BARCHAN A., BAKKALI M. et LAGLAOUI A. (2016) : Effet antibactérien et anti-biofilm de trois espèces de Mentha : Mentha spicata, Mentha pulegium et Mentha piperita, *Medicine, Phytothérapie*, 14 : 88–96.

BASKIN, C.C. AND BASKIN, J.M. (1998) *Seeds : Ecology, Biogeography and Evolution of Dormancy and Germination*. Academic Press, San Diego.

BASLI A., CHIBANE M. (2012) : Activité antibactérienne des polyphénols extraits d'une plante médicinale de la flore d'Algérie : *Origanum glandulosum* Desf. *Phytothérapie* 10 : 2–9

BEHRENS AND KARBER (1953): 1935.- Wie sind Reihenversuche für biologische Auswertungen am zweckmäßigsten anzuordnen?. *Arch. Exp. Path. Pharm* 177, 379-388.

BELLAKHDAR, J. (1997) *La pharmacopée marocaine traditionnelle. Médecine arabe ancienne et savoirs populaires*. Editions Le Fennec, Casablanca/Ibis Press, Paris, 764 p.

BELMEKKI, N - 2009 , Etude phytochimique, activités antimicrobiennes et antioxydantes de

BEN AMOR-B. 2008. maîtrise de l'aptitude technologique de la matière végétale dans les opérations d'extraction de principes actifs ; texturation par détente instantanée contrôlée .

BENAKCHA R. (2001) : Etude phytochimique de deux plantes algériennes, *Centaurea pungens* L. et *Salsola vermiculata* L., activité biologique. Mémoire de magistère, Batna, 90 pages.

BENCHELAH A.C, H. BOUZIANE, M. MAKKA, *Phytothérapie*, 2004, 2, 191-197.

BENCHELAH AC., BOUZIANE H. et MAKKA, M. (2004) : Fleurs du Sahara, arbres et arbustes, voyage au cœur de leurs usages avec les Touaregs du Tassili, *Phytothérapie (2) :* 191–197 .

BENSAADI N. 2011. Effet du stress salin sur l'activité des α -amylases et la Remobilisation des réserves des graines d'haricot (*Phaseolus vulgaris L.*) en Germination. Mémoire de magistère. Université d'Oran.

BEWLEY, J.D. AND BLACK, M. (1994) *Seeds Physiology of Development and Germination*. 3rd Edition, Plenum Press, New York, 445 p.

BEZIĆ, N., VUKO, E., DUNKIĆ, V., RUŠČIĆ, M., BLAŽEVIĆ, I., AND BURČUL, F. (2011). Antiphytoviral activity of sesquiterpene-rich essential oils from four croatian *Teucrium* species. *Molecules* 16, 8119–8129. doi: 10.3390/molecules16098119.

BIO YANDOU et Idrissa SOUMANA Habou RABIOU Ali MAHAMAN / *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 13(2) : 776-790, 2019

BOUAKAZ, 2006 BOUAKAZ I. (2006) : Etude phytochimique de la plante *Genista microcephala L.*, mémoire de magistère, Batna, 62 pages.

BOULANGER P. AND POLONVSKI J. TRAITDE BIOCHIMIE. (1969). Tome III. Ed. Masson, Paris, p. 760- 770.

BOUMERFEG S, BAGHIANI A, DJARMOUNI M, AMENI D, ADJADJ A, BELKHIRI F, CHAREF N, KHENNOUF S. (2012). Inhibitory activity on xanthine oxidase and antioxidant properties of *Teucrium polium L.* extracts. *Chin. Med.* 3:30-41.

BOUMIA O. (2011). Interaction fluridone et salinité sur la germination des graines du Gombo (*Abelmoschus esculentus L.*). Mémoire de magistère. Université d'Oran.

BOZIN B., MIMICA-DUKIC N., SAMOJLIK I., GORAN A.& IGIC R.,(2008). Phenolics as antioxidants in garlic (*Allium sativum L.*, Alliaceae). *Food Chemistry.* 111: 925-929.

BRAVO L, Saura-Calixto F. Characterization of dietary fiber and the in vitro indigestible fraction of grape pomace. *Am J Enol Vitic* 1998;49:135-41.

BRUNETON J. (1999) : *Pharmacognosie : Phytochimie des plantes médicinales*. 3ème Ed. Tec & Doc, Paris, 1120 pages.

BRUNETON, J. (1993). Pharmacognosie et phytochimie des plantes médicinales,

BRUNETON, J. (1999). Pharmacognosie, Phytochimie, Plantes médicinales, 3^{ème}

Saccocalyx satureioïdes, Salvia verbenaca et Teucrium polium de la région Ouest d'Algérie.

C

CAMARDA, I.1990 : Ricerche etnobotaniche nel comune di Dorgali (Sardegna centro-orientale). – Boll. Soc.Sarda Sci. Nat. 27 : 147-204.

CHAOUCHE , HADDOUCHI F, KSOURI R .In vitro evaluation of antioxidant activity of the hydro-methanolic extracts of Juniperus oxycedrus subsp. Oxycedrus Phytothérapie (2013).

CHAUX C. ET FOURY C., 1994. Maitrise des facteurs de production, qualité et traitement des Semences, mise en culture par semis en place in Production légumière. Tome 1- Généralité. Tec Et Doc. Lavoisier. Pp 277-431-445.

CHEN W., FENG P., DING H., LIN H. ET CHOU K.C. (2015) : Benchmark data for identifyingN(6)-methyladenosine sites in the Saccharomyces cerevisiae genome. Data Brief 5:376-8

CHEN Y, SHARMA-SHIVAPPA RR, KESHWANI D, CHEN C .(2007) Potential of agricultural residues and hay for bioethanol production. Appl Biochem Biotechnol 142(3) :276-90.

CHENOUNE K., (2005) : La flore et la végétation du Hoggar : Bois et forets des tropiques (2), N°284, 79-83pp.

CHIKHOUNE A.ET AL., (2015). In-vitro effects of Thymus munbyanus essential oil and thymol on human sperm motility and function, Reproductive biomedicine online 31(3), 411-420.

CLIFFORD M. ET SCALBERT A. (2000) : Ellagitannins-nature: occurrence and dietary burden. J. sci. Food Agric., 80: 1118-1125.

CÔME D. ,1982 – Germination. In Croissance et développement. Physiologie Végétale II, P. Mazliak (ed.), Hermann, Paris, 129-225.

COUPLAN F. 2000. Dictionnaire étymologie de botanique. Nestlé (Ed). Luisane. Paris.

CUSHNIE TP, LAMB AJ (2011) Recent advances in understandingThe antibacterial properties of flavonoids. Int J Antimicrob Agents 38 :99–107

D

DACOSTA E. (2003) : Les phytonutriments bioactifs. Ed. Yves dacosta, Paris, 371 pages.

DANTHU P, NDONGO M, DIAOU M, THIAM O, SARR A, DEDHIOU B, OULD MOHAMED VALL A. 2003. Impact of bush fire on germination of some West African acacias. Forest Ecol Manag 173:110

DE BILLERBECK G. (2007) : Huiles essentielles et bactéries résistantes aux antibiotiques. Springer, Phytothérapie, V.5 : 249–253.

De QTLs. Thèse de Doctorat. Université d'Angers.148p de *Teucrium polium* L. Capitatum dans l'Est algérien,116-118.

DERWICH E., BENZIANE Z., CHABIR R.et TAOUIL R. (2011) : In vitro antibacterialactivity and gc/ms analysis of the essential oil extract of leaves of *Rosmarinus officinalis* grown IN Morocco, Int. J. Pharm. Pharm. Sci., V. 3, n°3, , 8995

DENIS F., PLOY M-C., MARTIN C., (2007) : Bactériologie médicale. Ellipses. 2ème Edition. 573p.

DIALLO A-M. (2005). Etude des plantes médicinales de niafunke (region Tombouctou)

DIALLO M.D., 2005. Effet de la qualité des litières de quelques espèces végétales sahéliennes sur la minéralisation de l'azote. Thèse de Doctorat en biologie végétale, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, 168 p.

DIEHL R., 1975. Agriculture générale : Technique saisonnière de la production végétale. 2eme .Edition. Pp 275- 286- 290.

DIRECTION GENERALE DES FORETS, 2006.

DJEDDI S., BOUCHENAH N., SETTAR I. et SKAL TSA H. D., (2007): Composition and antimicrobialactivity of the essential oil of *Rosmarinus officinalis* from Algeria, Chem. Natural Comp, V. 43, n°4, , 487-490.

DJYH G. B., ADEOTI M. F., DJAMAN A. J. et GUEDE GUINA FSESS E. D. (2010). Doctorat. Université de Bamako.Evaluation de la toxicite aiguë de l'extrait total aqueux

d'écorses de *Mansonia altissima* (BOIS BÊTE) chez les souris, *J. Sci. Pharm. Biol.*, 11 : 13-20.125p.

DOI:10.1007/s11101-007-9078-9. July 2008.

DONALD E, GTPV, WRR-LREM E. AND Me, 1988. Evaluation of spring barleys for Reaction of *Fusarium culmorum* seedling blight and root rot. *Can. J. Plant Sci.*68 :23-30

DUBOIS, J., LILLE, R. AND MONTADERT, L. (1977). Geodynamics in the southwest Pacific. *Eos, Transactions American Geophysical Union* 58: doi: 10.1029/EO058i012p01109. issn: 0096-3941.

DUNG N.T., KIM J.M. & KANG S.C., “Chemical composition, antimicrobial and antioxidant activities of the essential oil and the ethanol extract of *Cleistocalyx operculatus* (Roxb). Merr and Perry buds”, *Food and Chemical Toxicology*, V. 46, (2008), 3632-3639.

E

EISNER DA, CHOI HS, D'IAZ ME, O'NEILL SC & TRAFFORD AW(2000). Integrative analysis of calcium cycling in cardiac muscle. *Circ Res* 87, 1087–1094.

ELANSARY HOUSSEM , AGNIESZKA SZOPA, PAWEŁ KUBICA, EMAN ABD EL-MONEIM MAHMOUD, DIAA EL-ANSARY, MARTA KLIMEK-SZCZYKUTOWICZ, HALINA EKIERT. Polyphenol Profile and Antimicrobial and Cytotoxic Activities of Natural *Mentha × piperita* and *Mentha longifolia* Populations in Northern Saudi Arabia. 8(4):479.2020.

ESASHI Y , Y. SAKAI, R. USHIZAWA, S. TAZAKI Catalase is not involved in control of germination of cocklebur seeds *Aust. J. Plant Physiol.*, 6 (1979), pp. 425-429.

ESMAEIL D., HOSSEINMOTAMEDI, SEYYED M., SAYED N., (2010), Antimicrobial properties of *Teucrium polium* against some clinical pathogens. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 124-127.

EWART A.J. – 1908 – On the longevity of seeds. *Proc. Roy. Soc. Victoria*, 21, 1-210.

F

FALLEH H., KSOURI R., CHAIEB K., KARRAY-BOURAOUI N., TRABELSI N., BOULAABA M. et ABDELLY C. (2008) : Phenolic composition of *Cynaracardunculus* L. organs, and their biological activities . *C. R. Biologies*, 331: 372-379.

FLEURIET A., JAY-ALLEMAND C. et MACHEIX J.J. (2005) : Composés phénoliques des végétaux un exemple des métabolites secondaires d'importance économique. Presses polytechniques et universitaires romandes pp 121-216.

G

GAZENDEL J. et ORECCHIONI A. (2001) : Le préparateur en pharmacie. Ed. Tec. & Doc., Paris, 271 pages.

GHARAIBEH M.N., H.H. ELAYAN & A.S. SALHAB, 1988.-Hypoglycaemic effects of *Teucrium polium*. *J.Ethnopharmacol*, 24, 93-99

GHESTEM A., SEGUIN E., PARIS M. et ORECCHIONI A.M. (2001) : Le préparateur en pharmacie, dossier 2, Botanique, pharmacognosie, phytothérapie-homéopathie. Ed. Tec. & Doc., Paris, 108-117 pp.

GOMBO (*Abelmoschus esculentus* L.). Mémoire de magistère. Université d'Oran.

GOODWIN, T. W., & EDITOR (1988). Plant Pigments.

GOULLE I.P, GILBERT P, CHRISTIAN L. (2004). Botanique, chimie et toxicologie des solanacées hallucinogènes : belladone, datura, jusquiame, mandragore. *Ann. Toxicol. Anal.* 16(1) :55-65.

GRUBESIC R , SANDA VLADIMIR-KNEZEVIC, DARIO KREMER, ZDENKA KALODERA, JADRANKA VUKOVIC, Trichome micromorphology in *Teucrium* (Lamiaceae) species growing in Croatia pages 148-156 , *Versita* avril 2007.

GUIGNARD J.L. (2000) : Biochimie végétale. 2eme Ed. DUNOD, Paris, 274 pages.

GUPTA S., WALLQVIST A., BONDUGULA R., IVANIC J. et REIFMAN J. (2010): Unraveling the conundrum of seemingly discordant protein-protein interaction datasets. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc* :783-6

H

HABAUZIT V ET MARIE-NOELLE Horcajada, Phenolic phytochemicals and bone. *7(2)* :313-344

HAMMER M.F., MENDEZ F.L, COX M.P., WOERNER A.E., WALL J.D. (2008) : Sex-biased evolutionary forces shape genomic patterns of human diversity, *PLoS Genet* vol. 4.

HAMMOUDI R , KARIMA DEHAK, MAHFOUD HADJ MAHAMMED ET MOHAMMED DIDI OULDELHADJ. 2015. Composition chimique et activité antioxydante des huiles essentielles

HAMMOUDI. (2005) Activités biologiques de quelques métabolites secondaires extraits de quelques plantes médicinales du Sahara méridional algérien. Thèse de doctorat Université de Ouargla. 131p

HARBORNE J.B. (1980) : Plant phenolics in : secondary plant products, encyclopedia of plant physiology, Vol.8. Bell EA. Charlwood BVV. Ed. Springer-verlang, Berlin, 329-402 pp.

HASANI P., YASA N., VOSOUGHGHANBARI S., MOHAMMADIRAD A., DEGHAN G., ABDOLLAHI M. 2007. In vivo antioxidant potential of *Teucrium polium*, as compared to atocopherol. *Acta Pharm*, 57 : 123–129.

HASLAM E. (1989) : Plant polyphenols : vegetable tannins revisited. Ed. Cambridge university press, Cambridge, 230 pages.

HASLAM E. (1994). Natural polyphenols (vegetable tannins) : Gallic Acid

HAVSTEEN BH., 2002. The Biochemistry And Medical Significance Of The Flavonoids. *Pharmacol. Therapeut*, 96 : 67-202

HAYOUNI E.A, ABEDRABBA M., BOUIX M. AND HAMDI M. (2007). The effects of Solvents and extraction method on the phenolic contents and biological activities in vitro Of Tunisian *Quercuscoccifera L.* and *Juniperus phoenicea L.* fruit extracts. *Food Chemistry*, 105(3), 1126-1134.

HEIMEUR N., IDRISSE HASSANI LM., AMINE SERGHINI M., 2004. Les polyphénols de *Pyrus mamorensis*(Rosaceae). *Reviews in Biology and Biotechnology*, 3 (1): 37-42.

HELLER R, ESNAULT R ET AL. 2004. *Physiologie végétale II, développement.* Ed., Dunod, Paris. 64-240p.

HELLER, W., NITSCHKE, J.B. (1998). The puzzle of regional brain activity in depression and anxiety : The importance of subtypes and comorbidity *Cognition and Emotion*. 12, 421–447.

HENNEBELLE, T., SAHPAZ, S. et BAILLEUL, F. (2004) : Polyphénols végétaux, sources, utilisations et potentiel dans la lutte contre le stress oxydatif. De La Recherche A La Pratique 2, 3–6.

HENNEBELLE, T., SAHPAZ, S., BAILLEUL, F. (2004). Polyphénols végétaux, sources, utilisations et potentiel dans la lutte contre le stress oxydatif. Phytothérapie. P1, 36.

HODGE, H. C. ; STERNER, J. H. American Industrial Hygiene Association Quarterly 1949 Vol.10 No.4 pp.93-6.

HOGAN D.A. et KOLTER K. (2002) : Pseudomonas-Candida Interactions : An Ecological Role for Virulence Factors, SCIENCE, 21, Vol 296, Issue 5576, pp. 2229-2232

HOPKINS W.G. (2003) : Physiologie végétale : Molécules et métabolisme. Ed. De boeck, Paris, 513 pages.

I

IMELOUANE B., EL BACHIRI A ., ANKIT M ., KHEDID K ., WATHELET J.P. et AMHAMDI H. (2010) : Essential Oil Composition and antimicrobial Activity of Artemisia Herba –alba Asso Grown in Morroco “ Banat’s Journal of Biotechnology , V . 1 n° 2 : 48-55.

ISFENDIYAROGLU, M., AND OZEKER, E. (2001). The Relations between phenolic compounds and seed Dormancy in Pistacia spp. XI GREMPA Seminar on Pistachios and Almonds. Cahiers Options Méditerranéennes 56, 227- 232.

J

JORDAN G.L & HAFERKAMPS M.R., 1989. Temperature responses and calculate heat units for germination of several range grasses and shrubs. J. Range Manage., 42, 41-45.

JUDD W.S., CAMPBELL C.S., BOUHARMONT J., KELLOGG E.A., EVRARD C.M. et STEVENS P. (2001) : Botanique systématique : Une perspective phylogénétique. 1ere Ed. De Bœck université, Paris, 467pages.

K

KAMALINEJAD M., 2005. Acute and subchronic toxicity of Teucrium polium total extract in rats.

KAMEL A, SANDRA P (1994). Gas chromatography–mass spectrometryanalysis of volatile oils of twoTeucrium polium Varieties. Biochem.Syst. Ecol., 22 : 529-532

Kan, T., Paun, B.C., Mori, Y., Sato, F., Jin, Z., Hamilton, J.P., Ito, T., Cheng, Y., David, S., Olaru, A.V., et al. (2007) : Rarity of somatic mutation and frequency of normal sequence variation detected in sporadic colon adenocarcinoma using high-throughput cDNA sequencing. *Bioinf. Biol. Insights* 1 : 1–16,

KARBER C, BREHRENS B. Wiesind Reihenversuche furbiologi scheAuswertungen am Zweckmässigst en Anzuordnen? *Arch. Exp.Path. Pharm.*, 1935 ; 177 : 379-388

KAWASHTY S. A., SALEH N. A. M., AND MANSOUR R. M. A. (1997), The chemosystematics of Egyptian Onopordum species (Compositae). *Bull. Natl. Res. Centre (Egypt)* 21, 173 – 180.

KENNENNI L. & VAN DER MAAREL E., 1990. Population ecology of *Acacia tortilis* in the semi-arid region of the Sudan. *J. Veg. Sci.*, 1(3), 419-424.

KHALED-KHODJA, N., L. (2014). Boulekbache-Makhlouf, and K. Madani,.

KHELOUFI A, LAHOUARIA MOUNIA MANSOURI.Effect of sulphuric acid on the germination of a forage tree *Acacia nilotica* (L.) subsp tomentosa. February 2017 *Livestock Research for Rural Development* 29(2)

KHENAKA, K. (2011). Effet de diverses plantes médicinales et de leurs huiles.

KOFFI E., SEA T., DODEHE Y. AND SORO S., (2010). Effect of solvent type on extraction of polyphenols from twenty three Ivorian plants. *J. Animal & Plant Sci.*, 5 : 550-558.

KRACHE, I BOUSSOUALIM N, OUHIDA N, AMRAOUI N, BAGHIANI, LEKHMICI ARRAR A. 2017.Acute and Chronic Effects of Methanolic Extract of *Teucrium polium* on Blood Parameters and Histopathology of Liver and Kidney in Female Rats. *Asian Journal of Research in Medical and Pharmaceutical Sciences* 2(3): Article no.AJRIMPS.38234

L

L'OFFICE NATIONAL DE LA METEOROLOGIE

LABBE M.2004. Ces étonnantes graines germées. Auvers sur oise : Labbé. *Revue Succinctes de livres et d'essais (critiques)*.Vol. 43(3), 177–189 2004

LAGNIKA L. 2005. Etude phytochimique et activité biologique de substances naturelles isolées de plantes béninoises. Université Louis Pasteur Strasbourg en cotutelle avec l'Université d'Abomey-Calavi Bénin.

LAHLOU M. (2004) : Methods to Study the Phytochemistry and Bioactivity of Essential Oils”, *phytotherapy Research*, V.18, 435-448.

LANG, G.A., . (1987) Endodormancy, Paradormancy, and Ecodormancy—Physiological Terminology and Classification for Dormancy Research. *Hortscience*, 22, 371-377.

LAOUER ZOULIKHA, TOUAHAR LATIFA. Etude de l'aptitude de germination et la levée de la dormance Des graines des espèces spontanées sahariennes vivaces les Plus broutées par le dromadaire 2019

LE J. et JIANG Y. (2007) : Litchi flavonoids : Isolation, identification biological Activity molecules, 12 : 745-758.

LEMOINE C. (2005). Les fleurs méditerranéennes. Editions Jean-Paul Gisserot. Pp. 26.

LHULLIER A. (2007) : Contribution à l'étude phytochimique de quatre plantes malgaches« *Agauria salicifolia* Hook., *Agauria polyphylla* Baker. (Ericaceae), *Tambourissa trichophylla* Baker.(Monimiaceae) & *Embelia concinna* Baker.(Myrsinaceae). Thèse de doctorat, Toulouse, 214 pages.

M

MACHEIX J.J., FLEURIET A. et JAY-ALLEMAND C. (2005) : Les composés phénoliques des végétaux : Un exemple de métabolites secondaires d'importance économique. Ed. Presses polytechniques et universitaires Romandes. Lausanne, 192 pages.

MACHEIX J.J., FLEURIET A. ET SARNI MANCHADO P. (2006). Composés phénoliques dans la plante- Biosynthèse, répartition et rôles. Les polyphénols en agroalimentaire. Edition Lavoisier, Paris. 390-399pp.

MACHEIX J.J., FLEURIET A. et SARNI-MANCHADO P. (1990) : Fruit phenolics. Ed. CRC press, Boca Raton, 378 pages.

MACIEJEWSKI J., 1991. Semences et plantes ; Agriculture d'aujourd'hui. Tec et Doc.5.

MAHMOUDI S., KHALI M ET MAHMOUDI N. (2013) Etude de l'extraction des composés phénoliques de différentes parties de la fleur d'artichaut (*cynara scolymus l.*). Nature & technologie. b- sciences agronomiques et biologiques, N° 09 : 35-40.

MAISUTHISAKUL, P., SUTTAJIT, M. AND PONGSAWATMANIT, R., (2007). Assessment of phenolic content and free radical scavenging capacity of some Thai indigenous plants. Food Chemistry 100: 1409–1418.

MAKKAR, H.P.S. (2003). Effects and fate of tannins in ruminant animals,

MALEKI FARAHANI,ALI KHALESI,YOUNES SHARGHI. Effect of Nano Iron Chelate Fertilizer on Iron Absorption and Saffron (*Crocus sativus L.*) Quantitative and Qualitative Characteristics. February 2014 Asian Journal of Biological Sciences 8(2) :72-82

MALKI SAMIRA, THESE DOCTORAT EN SCIENCES, (2017). Etude morphologique, biochimique, physiologique et biologique de quelques populations de *Teucrium polium L. capitatum* dans l'est Algérie.

MANAHAN, S.E. (2003) Biochemistry toxicological chemistry. 3^{ème} édition. Library of Congress Cataloging-in-Publication Data Lewis Publisher. pp. 160-180.

MAU J.L., CHAO G.R. et WU K.T. (2001) :Antioxidant properties of methanolic extracts from several mushroom species. J Agric Food Chem. 49: 5461–5467

MEHDADI Z., Z. BENAOUA, A. LATRECHE, H. BENHASSAINI & I. BOUACHOUR, 2004.- Contribution à l'étude de la Régénération naturelle de *Stipa tenacissima L.* dans Les hautes plaines steppiques de Sidi Bel Abbès (Algérie occidentale). Cahiers Sécheresse, 15 (2),167-171

MERDJI K et ZEMMIT F, 2020. Evaluation des propriétés antioxydantes des extraits de *Teucrium polium L.* 28-34 p.

MIHOUB A CHAOUI A ET EL FARJANI E. 2005. Changements biochimiques induits par le Cadmium et le cuivre au cours de la germination des graines de petit pois (*Pisum sativum L.*). C.R biologie 328 (2005), 33-41

MILANE H. (2004) : La quercétine et ses dérivés : Molécules à caractère pro-oxydant ou capteurs de radicaux libres, études et application thérapeutiques. Thèse de doctorat, Strasbourg, 268 pages.

MOGHTADER, M., (2009). Chemical composition of the essential oil of *Teucrium*

MOHAMMEDI, Z. et ATIK, F. (2011) : Impact of Solvent Extraction Type on Total Polyphenols Content and Biological Activity from *Tamarix aphylla* (L.) Karst. *International Journal of Pharma and Bio Sciences*, 2, 609-615.

N

N. BALASUNDRAM, K. SUNDRAM AND S. SAMMAN, FOOD CHEM., 2006, 99, 191-203.

NAGHIBI F., MOSADDEGH M., MOTAMED M., GHORBANI A. (2005). Labiatae Family in folk Medicine in Iran : from Ethnobotany to Pharmacology. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research* 2 : 63-79.

NEDOROSTOVA L., KLOUCEK P., SMID J., URBAN J., KOKOSKA L. et STOLCOVA M.(2009) : Antibacterial properties of certain essential oils against different strains of *Staphylococcus aureus* *PLANTA MEDICA* 75 : 9. 1062-1062.

NITSCH JP AND NITSCH C. 1961. Synergistes naturels des auxines et des giberellines. *Bull. Soc. Fr.* 26 : 2237 – 2240

NKHILI, EZZOHRA. (2009). Polyphénols de l'Alimentation : Extraction, 10 Interactions avec les ions du Fer et du Cuivre, Oxydation et Pouvoir antioxydant. Dipl ?e de Doctorat, Sp ?ialit ? : Sciences des Aliments. Universit ?Cadi Ayyad. Marrakech Université D'avignon Et Des Pays De Vaucluse Ecole Doctorale 306 –SPSA, Montpellier. 378p.

O

ODUOLA T, ADENIYI F.A, OGUNYEMI E.O (2007).Toxicity Studies on Unripe *Carica papaya* Aqueous Extract. Biochemical and Haematological effects in Wistar albino rats,

OKOH O. O. A. P. et SADIMENKO A. J. A. (2010) : Comparative evaluation of the antibacterial activities of the essential oils of *Rosmarinus officinalis* L. obtained by hydrodistillation and solvent free microwave extraction methods'', *Food Chem.*, V. 120 : 308-312.

OURAINI D., A. AGOUMI, M. ISMAILI-ALAOUI, K. ALAOUI, Y. CHERRAH, M.A. ALAOUI & M.A. BELABBAS (2007) : Activité antifongique de l'acide oléique et des huiles

essentielles de *Thymus saturejoides* L. et *Mentha pulegium* L., comparée aux antifongiques dans les dermatoses mycosiques. *Phytothérapie*, 1 : 6-14.

OUNIS, R. ET BOUMAZA, D. (2018). Evaluation du contenu phénolique et des activités biologiques de *Teucrium polium*. Thèse de Doctorat, Université del'Arbi Ben Mhidi-Oum El Bouaghi.

OZENDA, P. -1983- Flore du Sahara. 2e édition. Ed. CNRS, Paris, 622 p

OZENDA P (1991) : Flore de sahara (3 édition mise à jour et augmentée), Ed. (C.N.R.S). Paris. 662 pages. + Cartes.

OZENDA P. (2004). Flore et végétation du sahara. 3^{ème} édition. Centre National de la Recherche Scientifique EDITIONS.Paris. Pp. 399-402.

OZENDA, P. 2004. Flore et végétation du Sahara. Centre National de la Recherche Scientifique, Paris. 621 p.

OZKAN, CEMAL FERT ET C. FEYZA KARADENIZ. Energy and cost analysis for greenhouse and open-field grape production, August 2007.

P

PANOVSKA T, SVETLANA KULEVANOVA , ICKO GJORGOSKI , MIRJANA BOGDANOVA , GORDANA PETRUSEVSKA.,2007, Hepatoprotective effect of the ethyl acetate extract of *Teucrium polium* L. against carbontetrachloride-induced hepatic injury in rats . *Acta Pharmaceutica* 57(2) :241-8

PARIS R.R., MOYSE H. (1976) : Matière médicale, tom I. Ed. MASSON et CIE, Paris, 447 pages.

PARSAEE ET SHAFIEE NICK. Anti-Spasmodic and Anti-Nociceptive Effects of *Teucrium polium* Aqueous Extract. *Iranian Biomedical Journal* 10(10) :145-149. August 2006

PENCHEV, P.I. (2010) : Étude des procédés d'extraction et de purification de produits bioactifs à partir de plantes par couplage de techniques séparatives à basses et hautes pressions INPT.

PORTER, L. J. (1989). *Methods in Plant Biochemistry*. P1, 389419. Produite par *Botrytis cinerea*. Thèse de Doctorat. Université de Neuchâtel.Suisse.184 p

PRADAL D. (2016). Eco-procédés d'extraction de polyphénols antioxydants à partir d'un co-produit agro-alimentaire. Thèse de Doctorat. Université de Lille 1, Lille, France.

Q

QIU J., JILK R., MARKS M.D., SZYMANSKI D.B., 2002. The Arabidopsis SPIKE1 gene is required for normal cell shape control and tissue development. *Plant Cell*, 14 :101-118

QUENZEL P.S. AND SANTA, 1963. Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Ed :CNRS, Paris, 45 p.

QUY DIEM DO, ARTIK ELISA ANGKAWIJAYA, PHUONG LAN TRAN-NGUYEN, LIEN HUONG HUYNH , FELYCIA EDI SOETAREDJO , SURYADI ISMADJI , YI-HSU JU (2014) : Effect of extraction solvent on total phenol content, total flavonoid content, and antioxidant activity of *Linnophila aromatica* 296-302.

R

RAMDANE F., MAHAMMED M. H., HADJ M. D. O., CHANAI, A., HAMMOUDI R., HILLALI N., MESROUK H., BOUAFIA I., & BAHAZ, C. (2015): Ethnobotanical study of some medicinal plants from Hoggar, Algeria. *Journal of Medicinal Plants Research*, 9(30): 820-827.

REVEN P.H., EVERT R.F., EICHHORN S.E. et BOUHARMONT J. (2003) : Biologie végétale. 2eme Edition, De boeck, Bruxelles, 968 pages.

RIBEREAU-GAYON P. (1968) : Les composés phénoliques des végétaux. Ed. Dumond, Paris, 245 Pages.

RICCI D., FRATERNAL D., GIAMPERI L., BUCCHINI A., EPIFANO F., BURINI G., CURINI M. 2005. Chemical composition, antimicrobial and antioxidant activity of The essential oil of *Teucrium marum* (Lamiaceae) *Journal of Ethnopharmacology*, 98 : 195200.

ROUX D. et CATIER O. (2007) : Botanique, pharmacognosie, phytothérapie. Ed. Porphre, Paris, 141 pages.

S

SAAD B, AZAIZEH H, ABU-HIJLEH G, SAID O. (2006). Safety of traditional Arab herbal. *Evid. Based Complement. Alternat.Med.* 3:433-439.

SAHKI A., SAHKI R., 2004. Le Hoggar, promenade botanique. Esope édit. Lyon-Chamonix, 311 p.

SALUNKHE M.M ,D. G. SALUNKHE,A. S. KANADE,R. B. MANE &P. P. Wadgaonkar.Polymer Supported Reagents : An Efficient Method for the Synthesis of Diaryloxymethanes

SANTHOS-BUELGA C. et SCALBERT A. (2000) : Proanthocyanidins and tannin-like compounds-nature: occurrence, dietary intake and effects on nutrition and health. J. sci. Food Agric., 80: 1094-1117.

SARNI-MANCHADO P. et CHEYNIER V. (2006) : Les polyphénols en agroalimentaire. Ed. Tec. & Doc., Paris, 1-11 pp.

SIKKEMA J., DE BONTE J.A.M. AND POOLMAN B., (1995). Mechanisms of membrane Toxicity of hydrocarbons. Microbiol Rev Oxford, 59 : 201-222.

SINGH A, BHAT TEJ K, SHARMA OM P. (2011). Clinical biochemistry of hepatotoxicity.J. Clinic. Toxicol. 4:2-19.

SMOUELIAN F., Gaudien V. et BOCCARA M. (2009) : Génétique moléculaire des plantes. Ed. Quae, Paris, 230 pages.

SOSA M. E. ET TONN C. E., 2006- Plant secondary metabolites from Argentinean semiarid lands : bioactivity against insects. Phytochem Rev, DOI 10.1007/s11101-006-9056-7.

STALIKAS C D (2007) Extraction, separation, and detection methods for phenolic acids Andflavonoids. J. Sep. Sci. 2007, 30, 3268–3295.

STELLA S, PREDRAG L, ARIEH B. 2010. The Effect of an Aqueous Extract of Teucrium polium on Glutathione Homeostasis In Vitro : A Possible Mechanism of Its Hepatoprotectant Action. Advances in Pharmacological Sciences, 10 :1-7.

STICKEL F, H K SEITZ, ECKHART GEORG HAHN, DETLEF SCHUPPAN .Liver toxicity of drugs of plant origin, April 2001 Zeitschrift für Gastroenterologie 39(3) :225-32, 234-7

T

TEKETAY, D. (1998). Soil seed bank at an abandoned Afromontane arable site. Feddes Repertorium, 109, 161-174.

TRABELSI N., MEGDICHE W., KSOURI R., FALLEH H., OUESLATI S., BOURGOU S., HAJLAOUI H. et ABDELLEY C. (2010) : Solvent effects on phenolic contents and biological activities of the halophyte *Limoniastrum monopetalum* leaves. *Food Sci Tech* 43 : 632-639.

V

VERBOIS S. (2002) : *Plantes et herbes aromatiques : saveurs et vertus*. Ed. Fernard lanore, Paris, 234 pages.

VIALA A, BOTTA A. (2007). *Toxicologie*. 2 nd Ed. Lavoisier. Paris, p : 03.

W

WILKINSON J.M. (2006) : *Methods for testing the antimicrobial activity of extracts*, Chapter VIII, 157-165.

WINK W., BOTSCHEN F., GOSMAN C., SCHAFFER H. et WATERMAN P.G., (2010) : Chemotaxonomy seen from a phylogenetic perspective and evolution of secondary metabolism, institute of pharmacy and molecular biotechnology, Heidelberg University, *Annual plant reviews*, Germany, 40 : 364-433.

Y

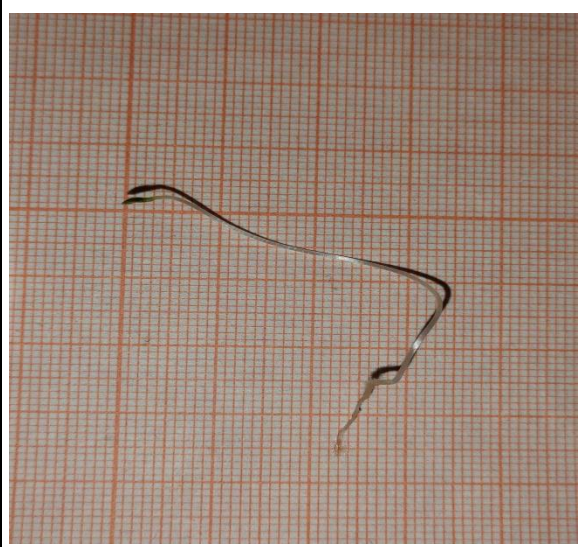
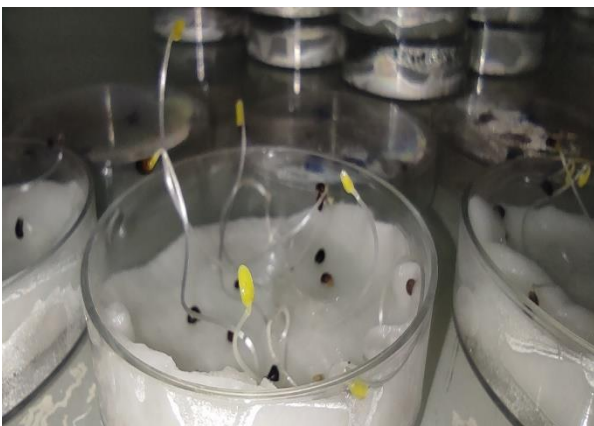
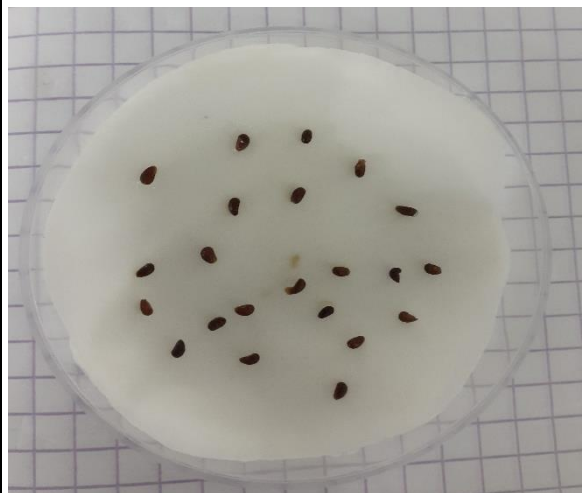
YOKOU, D., N. S.MARGARIS, Variation of Volatile Oil Concentration of Mediterranean.Aromatic *T.capitatus* Hoffmag et link, *S.thymbra* L., *T.poli um* L., *R. officinalis*. , *Int. J.Biometeor.*, 2,147-155 (1986)

YUSUF, Y. (2006). *Trends Food Sci. Tech*. P17, 64-71

ANNEXES

Annexe 1

Quelques photos de germination (photos original)



Annexe 2

Quelques photos d'extraction (photos original)



Annexe 3

Quelques photos l'activité antimicrobienne (photos original)

