



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Ibn Khaldoun–Tiaret–
Faculté Sciences de la Nature et de la Vie
Département Sciences de la Nature et de la Vie

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master académique

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Ecologie et environnement

Spécialité : Ecologie fondamentale et appliquée

Présenté par :

Fendi Djamila

Ounas Malika

Rouibah Asmaa

Thème

**Valorisation des plantes aromatiques et médicinales :
étude du potentiel insecticide des huiles essentielles ou
des extraits aqueuses d'*Erica arborea*.**

Soutenu publiquement le 04/07/2023

Membres Jury:

Présidente: Mme Senouci Hayet

Encadrant: Mme Zerrouki Dehbia

Co-encadrant: Darrab Djilali

Examinatrice : Mme Arabi Zohra

Grade

MCA

MCA

Doctorant

MCA

Université de Tiaret

Université de Tiaret

Université de SBA

Université de Tiaret

Année universitaire 2022-2023

Remerciements

Nos remerciements vont d'abord à **ALLAH** tout-puissant de nous avoir donné la patience de réaliser ce travail.

Nos remerciements vont à l'encadrant Dr. **ZERROUKI DEHBIA**, pour avoir dirigé notre travail de recherche.

Nos remerciements vont aussi à Dr. **DARRAB DJILALI** notre Co-encadreur qui a toujours été présente avec nous dans ce travail.

Nous lui sommes extrêmement reconnaissants pour ses conseils judicieux et nos plus vifs remerciements pour son dynamisme, son soutien, ses conseils et sa confiance qui nous ont permis de mener à bien ce mémoire.

Nous adressons nos vifs remerciements aux membres du jury

* Mme. **ARABI ZOHRA**

* Mme. **SENOUCI HAYAT**

Nos sincères remerciements et gratitude s'adressent à tous les enseignants de la spécialité Ecologie fondamentale et appliquée

Nous témoignons nos gratitude à l'ensemble de l'équipe du laboratoire de faculté SNV

DEDICACES

*Avec l'aide de **dieu**, j'ai pu faire ce travail, que je dédie:*

A la grande qui m'a élevé, ma deuxième mère, ma grande mère, mon amour et la sécurité de mon cœur

A mon cher père, la couronne de ma tête est typique et la chaleur de ma vie

A la reine qui m'a donné naissance pour cette vie, ma chère mère

*A la plus belle bénédiction des bénédictions de **dieu**, mes sœurs **Fatima**, **Karima**, **Feryal**, **Maya**, tu es la félicité de la vie et la tranquillité du cœur*

A mon soutien et compagnon, mon cher mari.

A ceux qui sont heureux de notre succès et attristés par notre échec a ma belle famille.

*Aux compagnes du chemin **faiza**, **Fatima**, **Safia**, **Zahra**, **Malika**, **Souhila**, **khalidia**, **Nesrine**, **Asmaa**.*

Djamila

DÉDICACES

*Avant tout grâce à **dieu** que je suis arrivé là.*

Je dédie ce mémoire à :

Mes parents

A mon cher père qui a toujours été là pour moi, et qui m'a donné un magnifique monde de labeur et de persévérance. J'espère qu'il trouvera dans ce travail toute ma reconnaissance.

A celle qui m'a transmis la vie, l'amour, le courage, à toi maman toutes mes joies, et ma reconnaissance.

*A mes chères sœurs : **Hamida, Kheira, Halima, Ikram, Ahlam.***

*A mes chers frères : **Saddam, Mohamed, Soufiane.***

Pour leur soutien moral et leur sacrifice le long de ma formation.

*A mes petits pourceons : **Zinou, Anes, Amina.***

A toutes mes amis(e)

Zohra ABIDI, Khalida A, Malika, Djamila

*Un merci spécial à **Ben mira Abde el-Kader** pour m'avoir aidé à faire ce travail.*

A tous ceux que j'aime de loin et de près.

Asmaa

DÉDICACES

*A tous ceux qui ont prononcé la parole du monothéisme avec sa langue et y ont cru dans son cœur à tous ceux qui ont prié pour le meilleur de la création **Mohamed**, qui la paix et les bénédictions soient sur lui.*

A celle qui m'a nourri du lait de tendresse et m'a donné l'eau de la vie, à celle qui a rendu mes journées douces en étant près d'elle, à l'être le plus précieux qui soit... ma mère.

A mon père vertueux, noble et inébranlable, qui tient à mon ami de soutien solide.

*A la chaleur et au bonheur de la maison, ma sœur Aicha et mes chers frères **Djilali, Khaled, rabah, mohamed, abed al malek, Abed al illah**, à toute la famille et proches de près ou de loin*

A tous ceux-là, et avec les plus hautes significations d'amour et de loyauté, je dédie ce travail.

*Aux compagnes de chemin qui étaient comme des sœurs pour moi, mes belles amies **Souhila, Safia, Zohra, Fatima, Faiza, Nesrine, Djamila, Asma, zohra abidi, Narimen, Hadjira**, à tous ceux qui m'ont aidée à accomplir ce travail.*

Malika

Résumé

Cette étude s'inscrit dans le cadre de la valorisation d'une espèce forestière endémique dans l'Algérie à travers l'évaluation des composés phénoliques des extraits éthanolique et aqueux. Les composés phénoliques proviennent de la partie aérienne d'*Erica arborea*, vis-à-vis *Sitophilus granarius* insecte ravageur des céréales stockées dans la wilaya d'Oran et Saida.

La lumière des résultats obtenus on a constaté que les 08 extraits végétaux ont manifesté un effet qui augmente en corrélation avec la dose administrée et le temps d'exposition.

D'où on a noté l'effet le plus important à la plus forte dose avec une efficacité remarquable de macération éthanolique par rapport Soxhlet et ultrason.

Enfin d'après ce travail on peut conclure que la plante étudiée présente une alternative certaine comme pesticide.

Mots clés : Région Oranaise, Extraits aqueux, *Erica arborea*, *Sitophilus granarius*, composés phénoliques.

Abstract

This study is part of the valuation of an endemic forest species in Algeria through the evaluation of phenolic compounds, ethanolic and aqueous extracts tasted from the aerial part of *Erica arborea*, vis-à-vis *sitophilus granarius* insect pest of stored durations in the wilaya of Oran and Saida.

In the light of the results obtained, it was found that the 08 plant extracts showed an effect which increases in correlation with the dose administered and the exposure time.

From where we note the most important efficiency of ethanolic maceration compared to soxhlet and ultrasound.

Finally, according to this work, we can conclude that the plant studied presents a certain alternative as a pesticide.

Key word: Oran region, Aqueous extracts, *Erica arborea*, *sitophilus granarius*, phenolic compounds.

ملخص

هذه الدراسة هي جزء من تقييم أنواع الغابات المتوطنة في الجزائر من خلال تقييم المركبات الفينولية و المستخلصات الإيثانولية والمائية التي تذوق من الجزء الجوي من الخنج، آفة حشرية سوسة الحبوب لفترات مخزنة في ولاية وهران وسعيدة .

في ضوء النتائج التي تم الحصول عليها وجد أن المستخلصات النباتية ال 08 أظهرت تأثيرا يزيد من إرتباطها بالجرعة المعطاة ووقت التعرض.

حيث نلاحظ التأثير الأكثر أهمية عند أعلى جرعة بكفاءة ملحوظة من النقع الإثنولي مقارنة مع soxhet و الموجات فوق الصوتية .

أخيرا وفقا لهذا العمل يمكننا أن نستنتج أن النبات المدروس يقدم بديلا معينا كمبيد للآفات.

الكلمات المفتاحية : منطقة الغرب، مستخلصات مائية، الخنج، مركبات فينولية، سوسة الحبوب.

Liste des tableaux	Page
Tableau N°01 : composition chimique du feuillage d' <i>Erica arborea</i>	14
Tableau N°02 : Principaux insectes déprédateurs des céréales.....	18
Tableau N°03 : Insectes les plus fréquents rencontrés sur les céréales stockées en Algérie.....	19
Tableau N°04 : Coordonnées géographiques de la forêt domaniale de M'Sila.....	29
Tableau N°05 : Caractérisation phytoécologique des stations d'étude.....	33
Tableau N°06 : résultats d'aspect et couleur des quatre extraits obtenus à partir des feuilles d' <i>Erica arborea</i>	42
Tableau N°07 : Résultats des rendements de différents extraits des feuilles d' <i>Erica arborea</i>	44
Tableau N°08 : le teneur en polyphénols dans les extrais des feuilles d' <i>Erica arborea</i> dans les deux zones d'études.....	46
Tableau N°09 : le teneur en flavonoïdes dans les extrais des feuilles d' <i>Erica arborea</i> dans les deux zones d'études.....	49
Tableau N°10 : le teneur en tanins condensés dans les extrais des feuilles d' <i>Erica arborea</i> dans les deux zones d'études.....	52
Tableau N°11 : Taux de mortalités de <i>Sinophiles granarius</i> par les différents extraits du feuilles d' <i>Erica arborea</i>	57

Liste des figures	Page
Figure N°01: structures de quelques polyphénols.....	07
Figure N°02 : Structure de base d'une unité isoprène.....	08
Figure N°03 : Structures de quelques alcaloïdes.....	09
Figure N°04: Photo d' <i>Erica arborea</i> L.....	12
Figure N°05: les différentes parties d' <i>Erica arborea</i> (A) : buisson, (B) : feuilles et (C) : fleurs.....	13
Figure N°06 : Répartition mondiale des <i>Ericaceae</i>	13
Figure N°07 : photo de <i>Sitophilus granarius</i>	22
Figure N°08 : photo de dégâts des adultes de <i>S. granarius</i> sur les grains de blé.....	24
Figure N°09 : Carte de localisation des deux stations de prélèvements.....	25
Figure N°10 : Les étages et sous étages bioclimatique de l'Oranie.....	27
Figure N°11 : Situation géographique de la wilaya d'Oran	27
Figure N°12 : Cadastre forestier de la wilaya d'Oran.....	28
Figure N°13 : situation géographique de la forêt domaniale de de M'Sila.....	29
Figure N°14: situation géographique et découpage administratif de la wilaya de Saida.....	31
Figure N°15: forêt de Tafrent Saida.....	32
Figure N°16: Photo de Broyeur électrique.....	34
Figure N°17: Photo de poudre de plante.....	34
Figure N°18: Organigramme du protocole expérimental de préparation de l'extrait éthanolique par macération.....	35
Figure N°19 : Photo d'Agitation.....	35
Figure N°20 : Photos de le balance et ultrason.....	36
Figure N°21 : Photo de dispositif du Rotavapeur.....	36
Figure N°22 : Photo d'extracteur Soxhlet.....	37

Figure N°23 : structure de l'acide gallique.....	38
Figure N°24 : Structure générale des proanthocyanidines.....	40
Figure N°25 : Photo d'insectes dans des boites pétri.....	41
Figure N°26 : Aspect et couleur des quatre extraits obtenus à partir des feuilles d' <i>Erica arborea</i>	43
Figure N°27 : Rendement d'extraction par provenance.....	44
Figure N°28 : Rendement d'extraction par type d'extraction.....	44
Figure N°29 : Courbe d'étalonnage pour le dosage des phénols totaux.....	45
Figure N°30 : Comparaison des teneurs des polyphénols entre différents extraits des feuilles d' <i>Erica arborea</i>	47
Figure N°31 : comparaison des teneurs des polyphénols par station entre différents extraits des feuilles d' <i>Erica arborea</i>	47
Figure N°32 : Courbe d'étalonnage pour le dosage des flavonoïdes.....	49
Figure N°33 : comparaison des teneurs des flavonoïdes entre différents extraits des feuilles d' <i>Erica arborea</i>	50
Figure N°34 : comparaison des teneurs en flavonoïdes par station entre différents extraits des feuilles d' <i>Erica arborea</i>	50
Figure n°35 : courbe d'étalonnage pour les tannins condensés.....	52
Figure N°36 : comparaison des teneurs en Tanins condensés entre différents extraits des feuilles d' <i>Erica arborea</i>	53
Figure N°37 : comparaison des teneurs en Tanins condensés par station entre différents extraits des feuilles d' <i>Erica arborea</i>	53
Figure N°38 : Photo d'effet de différents dosages de différents extraits des feuilles séchées d' <i>E. arborea</i> sur <i>S. granarius</i>	56
Figure N°39 : Taux de mortalités de <i>Sitophilus granarius</i> par différents extrait du feuilles d' <i>Erica arborea</i>	58
Figure N°40 : Taux de mortalités de <i>Sitophilus granarius</i> au cours de temps.....	60

Liste des matières

Remerciements

Dédicaces

Résumé

Abstract

ملخص

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste de matière	Page
Introduction générale.....	01

Partie bibliographique

Chapitre I : les plantes médicinales et aromatiques

I.1.1 Historique des plantes médicinales.....	02
I.1.1.1 En Afrique.....	02
I.1.1.2 En Algérie.....	02
I.1.2 Définition des Plantes Médicinales.....	02
I.1.2 Origine des plantes médicinales.....	03
I.1.2.1.1 Les plantes spontanées.....	03
I.1.2.1.2 Les plantes cultivées.....	03
I.1.3 Domaine d'application des plantes médicinales.....	03
I.1.3.1 Utilisation en médecine.....	03
I.1.3.2 Utilisation en alimentation.....	04
I.1.3.3 Utilisation en cosmétique.....	04
I.1.3.4 Utilisations en Agriculture.....	04

I.1.4	Importance des Plantes médicinales et aromatiques.....	04
I.1.4.1	Dans le monde.....	04
I.1.4.2	Dans l'Algérie.....	05
I.1.5	Valorisation économique.....	05
I.1.5.1	Marché mondial des Plantes médicinales et aromatiques.....	05
I.1.5.2	Marché Algérien des plantes médicinales et aromatiques.....	06
I.1.6	Métabolites Secondaires.....	06
I.1.6.1	Classification des métabolites secondaires.....	07
I.1.6.1.1	Les polyphénols.....	07
I.1.6.1.2	Les terpénoïdes.....	08
I.1.6.1.3	Les alcaloïdes.....	08
I.1.7	Activités biologiques.....	09
I.1.7.1	Activité antioxydante.....	09
I.1.7.1.1	Les antioxydants.....	09
I.1.7.1.2	Les radicaux libres.....	10
I.1.7.1.3	Stress oxydatifs.....	10
I.1.7.1.4	Les polyphénols.....	10
I.1.7.1.5	L'activité anti- inflammatoire.....	10
 Chapitre 02 : Généralités sur Erica arborea		
I.2.1	Généralités sur <i>Erica arborea</i>	11
I.2.1.1	Taxonomie.....	11
I.2.1.1.1	Description botanique.....	12
I.2.2	Répartition géographique de la plante.....	13
I.2.3	Composition chimique d' <i>Erica arborea</i>	13

I.2.4 Utilisation traditionnelle.....	14
---------------------------------------	----

Chapitre 03 : Généralités sur les insectes des denrées stockées

I.3.1 Généralités sur les insectes des denrées stockées.....	15
I.3.1.1 Classification des insectes ravageurs.....	15
I.3.1.2 Principaux groupes d'insectes ravageurs.....	16
I.3.1.2.1 Les coléoptères.....	16
I.3.1.2.2 Les lépidoptères.....	16
I.3.1.3 Les insectes ravageurs dans le monde et l'Algérie.....	16
I.3.1.3.1 Dans le monde.....	16
I.3.1.3.2 En Algérie.....	17
I.3.2. Méthodes de lutte contre les insectes des céréales stockées.....	17
I.3.2.1 Lutte chimique.....	17
I.3.2.2 Lutte physique.....	20
I.3.2.3 Lutte biologique.....	20
I.3.3 Insecte ravageur <i>Sitophilus granarius</i> L.....	21
I.3.3.1 Position systématique.....	21
I.3.3.2 Origine et aire de Répartition géographique.....	22
I.3.3.3 Description de <i>Sitophilus granarius</i> L.....	22
I.3.3.4 Les dégâts.....	23

II Partie expérimentale

Chapitre 01 : la zone étude

II. 1 Zone étude.....	25
II. 1.1 Cadre géographique.....	25
II.1.1.1 Wilaya d'Oran.....	26
II.1.1.1.1 Climat de l'Oranie.....	26

II.1.1.1.2 La forêt de M'Sila.....	28
II.1.1.1.2.1 Localisation géographique.....	28
II.1.1.1.2.2 Climat.....	30
II.1.1.2 Wilaya de Saida.....	30
II.1.1.2.1 La forêt de Tafrent.....	31
II.1.1.2.2 Climat.....	32

Chapitre 02 : Matériel et méthodes

II.2 Matériels et Méthodes.....	34
II.2.1 Préparation de l'extrait éthanolique.....	34
II.2.1.1 Broyage.....	34
II.2.1.2 Macération.....	35
II.2.1.2.1 Filtration.....	35
II.2.1.2.2 Protocole de macération.....	35
II.2.1.3 Ultrason.....	36
II.2.1.4 Extracteur Soxhlet.....	36
II.2.1.4.1 Protocole d'extracteur Soxhlet.....	37
II.2.2 Détermination du rendement.....	37
II.2.3 Dosage des composés phénoliques.....	38
II.2.3.1 Dosage des composés phénoliques totaux.....	38
II.2.3.1.1 Principe de dosage phénolique.....	38
II.2.3.1.2 Protocole de dosage phénolique.....	39
II.2.3.2 dosage des flavonoïdes.....	39
II.2.3.2.1 Principe de dosage des flavonoides.....	39
II.2.3.2.2 Protocole de dosage des flavonoides.....	39

II.2.3.3 Dosage des tanins condensés.....	39
II.2.3.3.1 Principe des tanins condensés.....	39
II.2.3.3.2 protocole des tanins condensés.....	40
II.2.4 Evaluation de l'activité insecticide.....	40
II.2.4.1 Elevage d'insectes.....	40
II.2.4.2 Toxicité de contact des extraits aqueux sur papier filtre	40
Chapitre 03 : Resultats et Discussion	
II.3.1 Etude phytochimique.....	42
II.3.1.1 Extraction.....	42
II.3.1.2 Aspect et couleur	42
II.3.2 Rendement des extractions	43
II.3.3 Résultats de l'étude quantitative	45
II.3.3.1 Dosage des phénols totaux.....	45
II.3.3.2 Dosage des flavonoïdes.....	49
II.3.3.3 Dosage des tanins condensés	51
II.3.4 Conclusion sur la composition chimique	53 -54
II.3.5 Valorisation d' <i>Erica arborea</i> par la détermination d'activité insecticide.....	55
II.3.5.1 Taux de mortalité.....	55
II.3.5.2 Activité insecticide par contact sur papier filtre	55
Conclusion	61
Référence bibliographique	62

Introduction générale

Introduction

Les plantes médicinales sont considérées comme des drogues végétales dont au moins une partie possède des propriétés médicamenteuses (Teuscher *et al.*, 2017). Les extraits de plantes sont utilisés en médecine traditionnelle pour leurs propriétés biologiques, ils représentent une source primaire pour les médicaments employés dans le traitement de diverses pathologies microbiennes, physiologiques, inflammatoires et même cancéreuses (Rhattas, 2016).

Parmi les plantes médicinales, *Erica arborea*, appelée aussi bruyère arborescente, est une espèce indigène du bassin méditerranéen de la famille des *Ericaceae*, elle se développe surtout dans les lisières forestières, sur des sols pauvres et peu acides. Cette plante est dotée de vertus thérapeutiques très diverses grâce à ses propriétés antioxydante, anti-inflammatoire et antibactérienne. Ces caractéristiques s'expliquent par sa richesse en métabolites secondaires (Bannani *et al.*, 2009).

L'objectif majeur du présent travail est :

- De valoriser une espèce médicinale : *Erica arborea* ou Bruyère blanche, encore bruyère arborescente. Cette plante a une histoire dans notre pays, sa souche est utilisée dans la confection des fourneaux de pipes (pipes de bruyère).
- D'étudier le potentiel insecticide des extraits aqueux et éthanoliques de cette plante.

Notre manuscrit, est composé de 02 parties, une bibliographique avec 03 chapitres, et l'autre expérimentale avec 03 chapitres ;

Partie bibliographique :

- * Chapitre 01 : les plantes médicinales et aromatiques.
- * Chapitre 02 : généralités sur *Erica arborea*.
- * Chapitre 03 : généralités sur les insectes des denrées stockées.

Partie expérimentale :

- * Chapitre 01 : zone étude.
- * Chapitre 02 : matériel et méthodes.
- * Chapitre 03 : résultats et discussion.

Et à la fin une conclusion de notre travail.

Partie I :
Partie bibliographique

Chapitre 01 :
Les plantes médicinales et
aromatiques

I.1 Historique des plantes médicinales

Les plantes médicinales et aromatiques ont toujours joué un rôle important dans l'histoire humaine dans la composition de la nutrition, de la médecine et des parfums. Selon l'histoire des plantes aromatiques et médicinales, la Chine a été le berceau de la médecine traditionnelle chinoise. Chen Nong (2800 av. J. C.) a documenté sa connaissance des plantes médicinales, dont plus de 100 espèces, dans le livre Pen Ts'ao. Le livre fait autorité jusqu'au 16^{ème} siècle, révisé et amendé par le médecin et pharmacologue Li Che Tehen, après quoi il répertorie 1000 plantes médicinales.

En Inde, L'Ayurveda, écriture sacrée des Bahamas, révèle les secrets d'un langage vivant grâce aux plantes aromatiques utilisées en médecine et en cuisine. Il y a 30 siècles, nos célèbres médecins connaissaient déjà l'art de l'anesthésie par fibres et l'utilisation des plantes aromatiques pour la santé et l'alimentation (Bouziane, 2017 in Chevallier, 2001).

I.1.1.1 En Afrique

Les scientifiques africains ont eu une grande histoire dans les domaines de la médecine et de la pharmacie et ont excellé dans la phytothérapie. De nombreux chercheurs ont émergé dans ce domaine, dont Abu Kirat, qui est célèbre comme le père de la médecine dans l'un de ses livres les plus importants. Le groupe hippocratique, et le savant français, fondateur de la botanique, décrivaient dans son collège toutes les herbes, leurs bienfaits et usages, et 20000 autres livres (Salem, 2008 in Bouzria et Alachie, 2020).

I.1.1.2 En Algérie

En Algérie l'usage de plantes médicinales est une tradition de mille ans. Les premières écritures sur les plantes médicinales en Algérie et dans le Maghreb remontent au 9^{ème} siècle où Ishâ-Ben-Amran (docteur du prince de Kairouan, de la Tunisie) a laissé de divers traités sur la médecine et les drogues simples (Baba aissa, 2000).

I.1.2 Définition des Plantes Médicinales

Les plantes médicinales sont utilisées en naturopathie lorsque la plante possède des propriétés qui ont des effets bénéfiques sur l'organisme humain ou animal. Généralement, seules des parties de plantes telles que les bulbes, les racines, les feuilles, les graines, les fruits et les fleurs sont utilisées pour prévenir, traiter et soulager diverses maladies. (Cavin, 1999 in Bensikaddour et Bachkat, 2017).

Les plantes médicinales aromatiques contiennent des molécules à valeur ajoutée, parmi lesquelles des composés actifs olfactifs. Elles représentent les huiles dites essentielles et sont très appréciées dans les industries pharmaceutiques et cosmétiques. (Sanago, 2006 in Gheriani et Khemis, 2019).

I.1.2 Origine des plantes médicinales

On distingue deux origines des plantes médicinales, premièrement les plantes spontanées «sauvages » ou « cueillette », et second les plantes cultivées (Chabrier, 2010).

I.1.2.1.1 Les plantes spontanées

Autrefois les plantes spontanées les seules plantes utilisées, et aujourd'hui représentent un pourcentage notable du marché européen. Leur répartition dépend du sol et surtout du climat. (Grenez, 2019).

I.1.2.1.2 Les plantes cultivées

Ce mode de production assure une matière première en quantité suffisante pour répondre aux besoins et les drogues recueillies sont homogènes de par leur aspect et leur composition chimique. (Grenez, 2019).

I.1.3 Domaine d'application des plantes médicinales

Les substances naturelles issues des végétaux ont des intérêts multiples mais à profit dans l'industrie : en alimentation, en cosmétologie et en dermatopharmacie.

I.1.3.1 Utilisation en médecine

Les estimations de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), plus de 80 % de la Population Mondiale, surtout dans les pays en voie de développement, ont recours aux traitements traditionnels pour satisfaire leurs besoins en matière de santé et de soins primaires (Farnsworth, 1986).

I.1.3.2 Utilisation en alimentation

Assaisonnement des boissons, des colorants et des composés aromatiques, les épices et les herbes aromatiques utilisés dans l'alimentation sont pour une bonne part responsable des plaisirs de la table (Delaveau, 1987).

I.1.3.3 Utilisation en cosmétique

Des produits de beauté, parfums et articles de toilette, produits d'hygiène...etc. (Porter, 2001).

I.1.3.4 Utilisations en Agriculture

Les huiles de quelques arbres comme l'arbre *Azadirachta indica* (se développe au subcontinent indien atteint 12 à 18 m de hauteur) ont des utilisations dans l'agriculture dans le contrôle de divers insectes et nématodes (vers parasites) (Amjad, 2005).

I.I.4 Importance des Plantes médicinales et aromatiques

I.I.4.1 Dans le monde

Depuis des milliers d'années, les humains utilisent les plantes de la nature pour traiter et guérir les maux. (Sanago, 2006 in Bensmira et Meribai, 2019).

- Selon les données de l'OMS de 2003, environ 65 à 80% de la population mondiale ont recours à la médecine traditionnelle pour couvrir leurs besoins médicaux primaires en raison de la pauvreté et du manque d'accès à la médecine moderne (Zeghad, 2009 in Bensmira et Meribai, 2019).
- Malgré l'influence grandissante du système de santé moderne, les plantes médicinales continuent de répondre à un besoin vital.
- Depuis l'année 2000, la demande mondiale pour de produits dans ces domaines a augmenté rapidement à un taux annuel de 10 à 20% (Helle L., Carsten O. 2007 Bensmira et Meribai, 2019).
- L'étude de la FAO sur le commerce des plantes médicinales met en évidence la croissance du marché international des plantes et le manque d'informations détaillées, fiables et précises dans ce domaine (FAO, 2004).
- Les plantes médicinales sont importantes non seulement pour la recherche pharmaceutique le développement de médicaments et l'utilisation direct en tant qu'agents thérapeutiques, mais

aussi comme matière premières pour la synthèse pharmaceutique ou comme modèles d'ingrédients Pharmaceutiques actifs (Decaux, 2002 in Bensmira et Meribai, 2019).

I.1.4.2 Dans l'Algérie

En Algérie, l'usage de plantes médicinales est une tradition de mille ans. Les premiers écrits sur les plantes médicinales ont été faits aux l'IXème siècle par Ishà-Ben-Amran et Abdallah Ben-Lounès, mais la plus grande production de livres a été réalisée au XVIIème et au XVIIIème siècle.

Même pendant le colonialisme français de 1830 à 1962 ; les botanistes ont réussi à cataloguer un grand nombre d'espèces médicinales. En 1942, Fourment et Roque ont publié un livre de 200 espèces végétales d'intérêts médicinales. La plupart d'entre elles sont du Nord d'Algérie et seulement 6 espèces sont localisées au Sahara (Benhouhou, 2015).

- en Algérie comme dans tous les pays du Maghreb, les plantes médicinales sont utilisées surtout dans les milieux ruraux par les personnes âgées qui connaissent encore certaines recettes de tisane (Mokkedem, 2004).
- Dans le Hoggar, et en absence de médecins dans certaines zones isolées, les touaregs se soignent avec les plantes médicinales et aromatiques dont ils connaissent le secret transmis de père en fils.
- En Kabylie, lorsqu'il y a de la neige et les routes sont coupées, les montagnards utilisent des plantes médicinales et aromatiques pour se soigner (fumigation de feuilles d'Eucalyptus contre la grippe).
- Dans la steppe pendant les transhumances, les nomades utilisent l'armoise blanche pour lutter contre les indigestions.
- le savoir thérapeutique traditionnel, transmis de génération en génération chez les populations rurales, est un héritage familial oral, dominant en particulier chez les femmes âgées et illettrées. (Derridj et al. 2009)
- La flore Algérienne est très riche en espèces végétales susceptibles de fournir des substances naturelles, des huiles essentielles et des arômes originales et variées très utiles pour les industries agroalimentaires, pharmaceutiques et cosmétiques (Bensmira et Meribai, 2019).

I.1.5 Valorisation économique

I.1.5.1 Marché mondial des Plantes médicinales et aromatiques

Le marché international des plantes aromatiques et médicinales est prometteur, mais reste très exigeant en termes de qualité des produits (ex : standardisation de la présentation

des systèmes de production) et de fiabilité des relations commerciales (Ouldmahammed, 2017).

D'un point de vue économique, toutes les matières premières organiques (arbres, arbustes, plantes herbacées) sont appelées plantes aromatiques, plantes médicinales, dont les principes actifs peuvent être utilisés dans les organes respectifs (fruits, fleurs, feuilles). Il y a un secteur médical (industrie pharmaceutique, allopathie, phytothérapie, homéopathie, aromathérapie), cosmétique et parfumerie, chimie (détergents, colorants, vernis, feux d'artifice, etc.), agro-alimentaire (tisanes légèrement transformées, épices, etc.). Le marché mondial est difficile à évaluer et le marché est diversifié. Une analyse approfondie et de source unique des données internationales des Nations Unies, bien que limitée et incomplète, a l'avantage de pouvoir comparer les structures d'exportation et d'importation de tous les pays du monde, y compris l'Algérie (Ouldmahammed, 2017).

I.1.5.2 Marché Algérien des plantes médicinales et aromatiques

L'Algérie participe à ce marché à travers une activité d'importation, en raison de la faiblesse de la production par rapport aux potentialités de notre pays. Parmi les pays fournisseurs de l'Algérie on a le Pakistan, la Turquie, l'Inde et la Chine

En Algérie, le nombre d'usines est très faible et le marché des huiles essentielles est très instable. Ce secteur demeure modeste. La balance commerciale est négative et les importations sont en hausse.

Les besoins de la population algérienne en épices sont couverts en quasi-totalité par l'importation, Il est à noter que ces espèces de plantes sont en majorité d'origine méditerranéenne d'usage courant et font partie de la flore spontanée de l'Algérie bien qu'elles soient importées.

I.1.6 Métabolites Secondaires

Le métabolisme secondaire comprend des voies de synthèse de composés qui ne sont pas directement impliqués dans la croissance des plantes. Les métabolites secondaires interviennent dans l'adaptation des plantes à leur environnement (soutien, protection UV, défense, établissement de symbiose, attraction des insectes pour la pollinisation, etc.). (Emna, 2019).

Les métabolites secondaires sont répartis en 03 groupes de polyphénols, terpénoïdes et alcaloïdes.

I.1.6.1 Classification des métabolites secondaires

La classification des métabolites secondaires est basée sur : la structure chimique, la composition, leur solubilité dans divers solvants ou leur voie de synthèse.

Le système de classification principal comprend trois grandes classes :

- Alcaloïdes.
- Terpènes.
- Composés phénoliques.

Pour chaque classe nous trouvons des sous-classes avec une complexité dans la structure (Justin et *al.*, 2014).

I.1.6.1.1 Les polyphénols

Le terme polyphénol ou composés phénolique remplace l'ancien terme de tanins végétaux, qui sont la présence d'un ou plusieurs cycles benzénique avec un ou plusieurs groupes fonctionnels hydroxyles.

Polyphénol : couramment utilisés pour tous ces composés (Manchado, 2016 in Mekki et al. 2022).

Ont classé les constituants phénoliques en différents groupes :

- Les phénols simples.
- Les acides phénols et leurs dérivés.
- Les catéchines et leurs esters galliques.
- Les leucoanthocyanes.
- Les anthocyanes.
- Les flavonoles.
- Les tanins et leurs dérivés.

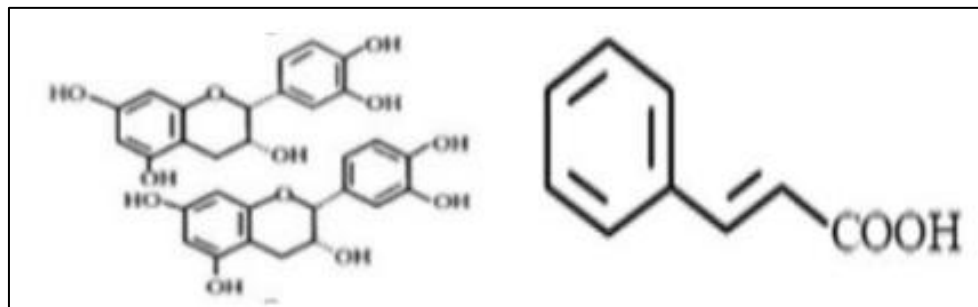


Figure N° 01: structures de quelques polyphénols (Bruneton, 1999).

I.1.6.1.2 Les terpénoïdes

Les terpénoïdes (ou isoprénoïdes) forment ainsi la famille de produits naturels la plus large et variée, avec des structures où le nombre d'unité diphosphate d'isopentényle (IPP). (Gavira, 2013). Les terpénoïdes sont une vaste famille de composés naturels près de 15000 de molécules différentes et de caractère généralement lipophiles, leurs grandes diversités du au nombre de base qui constituent la chaîne principal de formule (C₅H₈) n selon la variation de nombre n, (Wichtl et Anton, 2009).

Ils sont classés dans les catégories suivantes selon le nombre d'unités condensées : les hémiterpénoïdes (C₅), monoterpénoïdes (C₁₀), sesquiterpénoïdes (C₁₅), diterpénoïdes (C₂₀), triterpénoïdes (C₃₀), tétraterpénoïdes (C₄₀) ou les polyterpénoïdes (nombre de carbones supérieur à C₄₀) (Gavira, 2013).

Les mono terpènes et les sesquiterpènes sont les constituants principaux des huiles essentielles, qui sont utilisées en thérapeutique pour leurs propriétés antiseptiques ou pour d'autres propriétés. (Christophe, 2014).

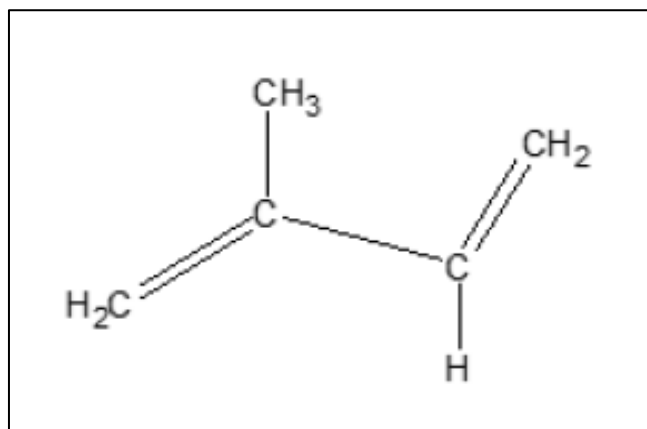


Figure N°02 : Structure de base d'une unité isoprène. (Baaziz et Gaoua, 2022)

I.1.6.1.3 Les alcaloïdes

Substances organiques naturelles, principalement dérivées de plantes, contenant au moins un atome d'azote avec divers degrés de basicité dans leur structure chimique. Depuis l'identification du premier alcaloïde en 1806, plus de 10000 alcaloïdes ont été isolés à partir de plante (Boutaghane, 2013 in Belloum et Nani, 2020).

On estime que les plantes produisent environ 12 000 alcaloïdes différents (Jörg et Peter, 2008), qui peuvent être organisés en groupes. On distingue généralement 03 types:

- **proto-alcaloïdes** : l'azote n'est pas inclus dans un système hétérocyclique. Ils sont élaborés à partir d'acides aminés. Exemple : Colchicine.
- **pseudo-alcaloïdes** : Ils représentent le plus souvent toutes les caractéristiques des alcaloïdes vrais, mais ne sont pas dérivés des acides aminés. Exemple : Caféine.
- **alcaloïdes vrais** : Ils comportent un atome d'azote dans un système hétérocyclique et sont biosynthétiquement formés à partir d'un acide aminé, ils possèdent une activité pharmacologique marquée (Beddou, 2015).

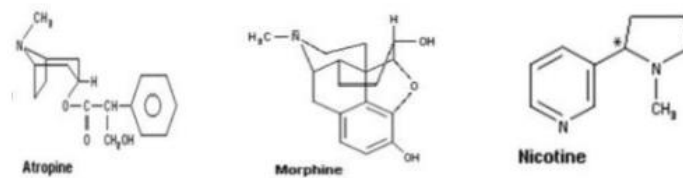


Figure N°03 : Structures de quelques alcaloïdes (Bouchelta et *al.*, 2005).

I.1.7 Activités biologiques

I.1.7.1 Activité antioxydante

Les polyphénols peuvent réagir avec les espèces réactives de l'oxygène pour produire des radicaux phénoxy stable. Ils peuvent aussi agir comme des antioxydants grâce à leur capacité à complexer les ions métalliques (Collin et Crouzet, 2011 in Larfi et Khiri, 2015).

I.1.7.1.1 Les antioxydants

Un antioxydant est défini comme une substance qui, ajoutée à faible dose à un produit naturellement oxydable à l'air est capable de ralentir ou d'inhiber le phénomène d'oxydation. Cette définition peut être élargie et le terme antioxydant englobe ainsi toutes les substances qui protègent les systèmes biologiques contre les effets délétères potentiels des processus ou réactions qui engendrent une oxydation excessive (Manallah, 2012 in Shimizu, 2004).

I.1.7.1.2 Les radicaux libres

Les radicaux libres sont des molécules ou atomes qui possèdent un ou plusieurs électrons non appariés sur leur couche externe (Benzitoune et Boutouil, 2018 in Tessier et Marconnet, 1995).

I.1.7.1.3 Stress oxydatifs

Est défini comme un déséquilibre de la balance entre les systèmes de défenses antioxydants et les pro-oxydants (Meda et al. 2013 in Saouli et Abdennebi, 2020).

I.1.7.1.4 Les polyphénols

Les composés phénoliques ou polyphénols sont des produits du métabolisme secondaire des plantes. Ils regroupent un vaste ensemble de plus de 8000 molécules divisées en plusieurs classes chimiques. Ce sont des composés possédant un noyau aromatique contenant un ou plusieurs substituant Hydroxyle, incluant différents groupes fonctionnels dérivés (ester, glucosides...) (Amadou, 2004 in Mekki et al., 2022).

I.1.7.1.5 L'activité anti- inflammatoire

L'inflammation est la réponse immunitaire de l'organisme à une agression par des agents pro-inflammatoires d'origine virale, bactérienne ou autre. L'inflammation est précisément régulée afin de limiter les altérations des biomolécules de l'hôte. Cependant, une régulation inappropriée de ce phénomène peut conduire à un état inflammatoire chronique (Bengmark, 2004 in Abbassi et Touil, 2019).

Chapitre II

Généralités sur *Erica arborea*

I.2.1 Généralités sur *Erica arborea*

Les *Ericaceae* sont une large famille représentée par 4250 espèces regroupées en 124 genres (Christenhusz et Byng, 2016).

Le genre *Erica* est un représentant typique de la famille des *Ericaceae* qui compte environ 700 espèces à travers le monde que l'on retrouve en Afrique du Sud, en Europe occidentale et dans les régions méditerranéennes (Suna et al., 2018).

En Algérie, les espèces du genre *Erica* sont représentées par quatre taxons (*Erica arborea*, *Erica multiflora*, *Erica cinerea* et *Erica scoparia*) (Yaici et al., 2019).

Erica arborea, la bruyère en arbre appartient à la grande famille des *Ericacées*, C'est une espèce qui a été décrite et dénommé par Carl Linnaeus en 1753. Le nom du genre *Erica* vient du grec ereikein qui veut dire brise et fait allusion aux rameaux fragiles de la plante. Le nom d'espèce *arborea*, du latin arbor, signifie arbre et indique le caractère arborescent de la plante (Boucher et Doux, 2011).

Cette espèce se développe sur les landes, les talus et les lisières forestières dans des sols siliceux et peu acides mais parfois calcaires, elle ne peut pas tolérer un substrat dont le pH est inférieur à 6 (Guendouze et al., 2015).

Erica arborea revêt une importance économique qui se traduit par la production de pipes de bruyère, de fourrage très apprécié par les caprins, et son utilisation en apiculture pour sa richesse en sucre de son nectar (Mebirouk-Boudechiche et al., 2016).

I.2.1.1 Taxonomie

La classification taxonomique de cette espèce, selon Guignard (2001), est comme suit :

- **Règne** : Plantes
- **Embranchement** : Spermatophyta
- **Sous-embranchement** : Angiosperma
- **Classe** : Magnolopsida
- **Sous classe** : Dilleniidae
- **Ordre** : Ericales
- **Famille** : *Ericaceae*
- **Genre** : *Erica*

- **Espèce** : *Erica arborea* L

I.2.1.1.1 Description botanique

Erica arborea c'est un arbuste pouvant atteindre plus de 3 m de haut, pour 40 à 60 cm de large. À rameaux dressés, serrés, les plus jeunes sont blanchâtres. Bien ramifiées, ses branches se tiennent verticales et un système racinaire profond, avec un grand diamètre (Aubert, 1978). (Bessah et Benyoussef, 2014 in Guendouze et al., 2015). se développe dans les sols acides pauvres en éléments nutritifs (Ojeda et al., 1998 in Ojeda et al., 2000),



Figure N° 04 : Photo d'*Erica arborea* L (originale, 2023).

Les tiges dressées, très rameuses par des rameaux blanchâtres, couverts de poils inégaux. D'après Chevalier (2008) et Thiffult (2015), les tiges au dessus de la zone de l'insertion des racines, émettent des excroissances volumineuses appelées souches, de forme assez irrégulière et dont le niveau supérieur affleure le sol par production de rejets.

Les feuilles sont fines, vertes et persistantes, ressemblant à des aiguilles très denses verticillées par 3 à 4 groupés eux-mêmes sur les petites rainures. Elles sont longues de 4 à 8 mm et creusée d'un sillon sur leur face inférieure (Hamim et al., 2017).

Les fleurs d'*Erica arborea* sont hermaphrodites, elles sont dispersées le long des branches. Ce sont de minuscules clochettes ovoïdes divisées jusqu'au milieu en lobes obtus, de couleur blanche et parfois rosée. La floraison commence dès mois de mars au mois de mai et certaines variétés fleurissent même dès le mois de février (Derbel, 2005 in Rhattas, 2016).



Figure N°05 : les différentes parties d'*Erica arborea* (A) : buisson, (B) : feuilles et (C) : fleurs (Boucher et Doux, 2011).

I.2.2 Répartition géographique de la plante

Erica arborea, cette espèce a une grande répartition, elle s'étend précisément en Afrique du Nord à l'Ouest et au Nord de la Méditerranée dans les forêts sclérophylles de l'Algérie ainsi qu'en Tunisie et au Maroc. En Europe Méditerranéenne (il vit surtout en Espagne, Portugal, Midi de la France, Corse, Italie et les îles Canaries) puis l'Afrique du Sud, l'Afrique centrale, pour arriver jusqu'en Australie et Asie (La Mantia, et *al.*, 2007).

En Algérie, elle est commune dans les maquis en altitude, les monts des Aurès et les monts de Ksour et dans le massif du Djurdjura (Ait Youssef, 2006).

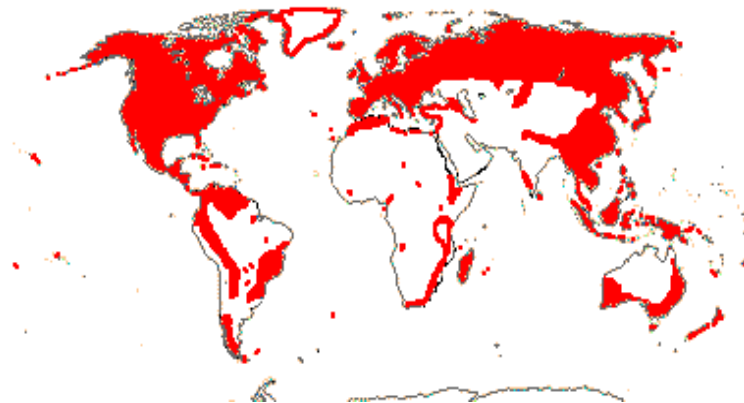


Figure N°06 : Répartition mondiale des *Ericaceae*

I.2.3 Composition chimique d'*Erica Arborea*

De nombreuses études ont mis en évidence la composition phytochimique des différents extraits d'*Erica arborea* qui ont montré sa richesse en métabolites secondaires. Selon Ait Youcef. (2006), les principaux composés phytochimiques isolés de cette espèce sont les flavonoïdes, les phénols, les terpénoïdes, les coumarines et les huiles essentielles.

Les métabolites les plus répandus au niveau des fleurs sont surtout les flavonoïdes notamment les flavanones (hespéridine), les flavan 3 ols (épicachétine), les flavonols (quercétine) et certains tanins condensés, phénols tels que l'acide caféique, l'acide chlorogénique, et les coumarines (Guendouze et al., 2015 ; Drissi et al., 2016), alors que Plus de 50 % de l'ensemble des composés ont été isolés au niveau des feuilles, notamment les tanins hydrolysables (galliques et ellagiques) et les saponines (35 types isolés) (Mederreg et Tayeb, 2018).

Erica Arborea possède une teneur élevée en cellulose brute (21,44 % MS) et faible en matières azotées totales (MAT : 6,1 % MS, tableau 01), ce qui en fait un fourrage pauvre en protéines qu'il est utile de compléter. Cette espèce est aussi riche en phénols et tanins condensés (17,88 g équivalent acide tannique /kg MS et 39,5 g équivalent leucocyanidine /kg MS respectivement). Les premiers seraient responsables de la diminution de la digestibilité des nutriments en formant des complexes avec les polysaccharides des plantes et avec les parois cellulaires des bactéries et champignons du rumen (Swain, 1979 cité par Burrit et al., 1987).

Tableau N°01: composition chimique du feuillage d'*Erica arborea*.

MS*	MM*	MAT*	CB*	Ph T*	TC*
56,56	11,79	6,1	21,44	17,88	39,5

I.2.4 Utilisation traditionnelle

En médecine traditionnelle, elle est très connue pour ses vertus thérapeutiques, à savoir, antiseptique, sédative, anti inflammatoire et antiputride, *Erica arborea* est considérée comme une plante astringente, dont les parties aériennes sont utilisées depuis longtemps dans le traitement de nombreuses maladies en raison de leurs bienfaits pour la santé et de leurs activités telles qu'anti-inflammatoire, analgésique, anti-nociceptive, diurétique et anti-rhumatique (Bessah et Benyoussef., 2014).

De plus, de nombreuses utilisations de cette plante en médecine traditionnelle à travers le monde ont été mentionnées. En Turquie, ses parties aériennes sont utilisées comme diurétique naturel et pour le traitement des infections urinaires tout comme pour traiter la constipation (Zengin et al., 2019). En Italie, elle est utilisée pour le

traitement des infections de la sphère buccodentaire (Cornara et *al.*, 2009). Aux Iles Canarie, le décocté de fleurs est utilisé comme antiseptique urinaire, anti-inflammatoire et hypotenseur (Darias et *al.*, 2001).

En médecine populaire algérienne elle est employée pour traiter l'inflammation, les maladies rénales comme l'urolithiase, les maladies de la prostate et hypertension (Benarba et *al.*, 2015 ; Eddaikra et *al.*, 2019). Elle est principalement recommandée dans la région du tell Sétifien pour traiter et prévenir les infections urinaires aiguës et chroniques (Yaici, 2020). En Kabylie, elle est utilisée pour soigner les calculs rénaux et les taches de rousseur (Meddour et Meddour-sahar, 2015).

Chapitre 03 :
Généralités sur les insectes
denrées et stockées

I.3.1 Généralités sur les insectes des denrées stockées

Pour rester en vie, les insectes ont besoin de nourriture, d'air et d'eau. Les céréales stockées fournissent très souvent un endroit idéal pour le séjour et le développement des insectes car la nourriture, l'air et l'eau s'y trouvent en quantités suffisantes. C'est pourquoi certaines espèces d'insectes infestent les céréales stockées (Inge de groot, 2004).

Environ 900 espèces au monde entrent dans cette catégorie. Il s'agit d'insectes qui nuisent aussi bien aux denrées et produits dérivés entreposés d'origines végétale et animale (produits alimentaires, pâtes, épices,...), qu'à une multitude de produits manufacturés ou de valeur patrimoniale (cuirs, peaux, laines, fibres végétales, livres, archives, collections en tout genre, mobilier,...). Beaucoup de ces ravageurs sont cosmopolites. Certains auteurs ont employé le terme de « domicile » pour qualifier ces insectes qui ont élu domicile dans nos maisons, bâtiments, entrepôts, usines, musées (benlameur, 2016).

Ces insectes sont les plus nuisibles et les plus redoutables car ils déprécient le stock tout entier, quelque soit leur nombre (Fleurrat-Lessard, 1982). Les dégâts causés par les insectes sont les plus importants. Même si le problème se pose de manière globale, les dégâts sont plus importants dans les pays en voie de développement et dans ceux de l'Afrique en particulier à cause des conditions climatiques favorables à leur développement (Alzouma, 1990).

I.3.1.1 Classification des insectes ravageurs

Ces insectes nuisibles peuvent être répartis en trois groupes

Ravageurs primaires : appelés aussi « à formes cachées » capables de s'attaquer à des grains sains et entiers, exemple de charançon du riz (Arrab, 2016). Les primaires sont très dangereux car ils effectuent leur cycle exclusivement sur le grain et sous forme cachée.

Ravageurs secondaires : appelés aussi « à formes libres » ne peuvent déprécier les grains qu'à partir des dégâts causés par les ravageurs primaires, exemple de *Tribolium* noire (Bekon et fleurat-lessrd, 1989).

Ravageurs tertiaires : se nourrissent de graines cassées de poussières de graines et de la poudre laissée par les groupes précédents exemple de trogoderm des denrées (Inge de groot, 2004).

I.3.1.2 Principaux groupes d'insectes ravageurs

Deux ordres principaux comprennent la majorité des espèces inféodés aux stocks : il s'agit des coléoptères et des lépidoptères.

I.3.1.2.1 Les coléoptères

Godon (1991), signale que l'ordre des coléoptères regroupe le plus grand nombre d'insectes nuisibles aux céréales stockés. Tous les coléoptères s'attaquant aux céréales stockées sont lucifuges c'est-à-dire qu'ils fuient la lumière. Ils sont de mœurs nocturnes et sont plus actifs la nuit que le jour (Champ et Dyte, 1976).

I.3.1.2.2 Les lépidoptères

Toutes les espèces de lépidoptères infestant les denrées stockées appartiennent au groupe des hétérocères qui comprennent des papillons de nuit. Les adultes, surtout actifs la nuit, se distinguent des papillons diurnes par leurs antennes dont l'extrémité ne se renfle jamais en bouton et par le fait qu'au repos, ils se tiennent par leurs ailes verticalement (Steffan, 1978).

I.3.1.3 Les insectes ravageurs dans le monde et l'Algérie

I.3.1.3.1 Dans le monde

Selon Gahukar, (1989) in Fleuray-Leussard, (1978) et Christine, (2001), les principaux insectes signalés sur les grains des céréales stockées sont donnés dans le tableau n°02. Il est à signalé que la richesse spécifique et l'abondance relative de ce type d'insectes diffèrent d'une région à une autre.

Tableau N°02 : Principaux insectes déprédateurs des céréales stockées (Gahukar ,1989), (Fleuray-Leussard ,1978) et (Christine ,2001).

Espèce	Nom commun	Céréalesattaquées
Ordre des coléoptères		
<i>Sitophilus oryzae</i>	Charançon du riz	Blé, orge, riz, maïsorgho, mil, millet
<i>Sitophilus zeamais</i>	Charançon du maïs	Blé, maïs
<i>Sitophilus granaries</i>	Charançon du blé	Blé
<i>Rhizopertha dominica</i>	Capucin des grains	Millet, orge, riz, maïs, sorgho
<i>Trogoderma granarium</i>	Dermeste des grains	Millet, riz, blé
<i>Oryzaephilus surinamensis</i>	Silvain	Blé, maïs, millet
<i>Tribolium castaneum</i>	Tribolium roux	Blé, maïs, riz, orge, sorgho, mil,millet
<i>Tribolium confusum</i>	Triboliumsombre	Riz, millet
<i>Tenebriode smauritanicus</i>	Cadelle	Blé, maïs
<i>Cryptolestesferrugineus</i>	Petit cucujide plat	Blé
<i>Prostphanus truncatus</i>	Grand capucin des grains	Maïs
<i>Carpophilus dimidiatus</i>	Carpophile des grains	Maïs
<i>Sitotrogacerealella</i>	Alucite des grains	Maïs, blé
<i>A.leaviga</i>	Ténébrion du champignon	Maïs
<i>Alphitobius diapernus</i>	Petit ténébrion mat	Maïs
<i>Corcyra cephalonica</i>	Pyrale du riz	Riz
Ordre des lépidoptères		
<i>Sitotrogacerealella</i>	Alucite	Orge, blé, riz, mil, sorgho, millet
<i>Ephestiacautella</i>	Pyrale des amande	Millet, riz
<i>Ephestiakuehnella</i>	Mite de la farine	Maïs
<i>Plodia interpunctella</i>	Pyrale des fruits secs	Riz, maïs, sorgho, mil
<i>Corcyra cephalonica</i>	Mite du riz	Blé, maïs, riz, sorgho, millet

<i>Pyralisfarinalis</i>	Pyrale de la farine	Blé
-------------------------	---------------------	-----

I.3.1.3.2 En Algérie

Un nombre important d'insectes des Denrées stockées ont été recensées sur les grains de céréales dans différentes régions d'Algérie (Mebarkia et al, 2001).

(Tazerouti et al, 2001) rapportent que parmi les espèces les plus rencontrées sur les céréales stockées viennent en premier lieu *Triboliumcastaneum* avec 30 %, suivi de *Sitophilus granarius* avec 20 % et ensuite *Trogodermagranarium* avec 10 %.

Tableau N°03 : Insectes les plus fréquents rencontrés sur les céréales stockées en Algérie (Mebarkia et al, 2001)

Nom scientifique	Céréaleattaquée	Famille	Ordre
<i>Sitophilus granaries</i>	Maïs, blé dur, blé tendre	Curculionidae	Coleoptera
<i>Sitophilus oryzea</i>	Blé dur, blétendre	Curculionidae	Coleoptera
<i>Triboliumcastaneum</i>	Blé dur, blétendre	Tenebrionidae	Coleoptera
<i>Triboliumconfusum</i>	Blé dur, blétendre	Tenebrionidae	Coleoptera
<i>Cryptolestesferrugineus</i>	Blé dur, blétendre	Cucujidae	Coleoptera
<i>Oryzaephilussurinamensis</i>	Blé dur, blétendre	Cucujidae	Coleoptera
<i>Rhizoperthadominica</i>	Blé dur	Bostrychidae	Coleoptera
<i>Trogoderma granarium</i>	Blé dur, blétendre	Dermestidae	Coleoptera
<i>Ephestiakuehniella</i>	Blé dur, blétendre	Pyralidae	Lepidoptera
<i>Plodia interpunctella</i>	Blé dur	Pyralidae	Lepidoptera

I.3.2. Méthodes de lutte contre les insectes des céréales stockées

I.3.2.1 Lutte chimique

Largement répandue, en raison de son efficacité, elle doit être appliquée avec discernement pour limiter les risques qu'elle peut faire courir aux consommateurs des denrées. Deux types de traitement sont généralement employés (Aidani, 2015) :

- Traitement par contact qui consiste à recouvrir les grains, l'emballage ainsi que les locaux de stockage d'une pellicule de produit insecticide qui agit par contact sur les déprédateurs, dont l'effet est plus ou moins rapide avec une persistance d'action plus longue
- Traitement par fumigation qui consiste à traiter les grains à l'aide d'un gaz toxique, qu'on appelle fumigeant. L'intérêt majeur de la fumigation est de faciliter la pénétration des gaz à l'intérieur du grain et donc de détruire les œufs, larves et nymphes qui s'y développent

I.3.2.2 Lutte physique

Elles concernent toutes les techniques mécano-thérapeutiques susceptibles de rendre le stock sain. Qui consiste en l'utilisation de la température basse (froid) ou haute (chaud) (Arrab, 2016).

- **L'irradiation et la lutte par le froid** : Ces méthodes Consiste à abaisser la température de stockage, ce qui entraîne un ralentissement du développement des insectes, freiné dès que la température est inférieure à 10°C (Gueye et al., 2010).
- **L'insolation** : C'est une pratique effectuée le plus souvent avant emmagasinage des récoltes. Elle permet d'achever le séchage et de faire fuir les insectes grâce à la chaleur et à l'incidence directe des rayons solaires (Lale et Vidal, 2003).
- **La lutte par le chaud** : Consiste à une élévation de la température (température supérieure à 50°C) ce qui entraîne la mort des insectes. Le passage des produits dans un séchoir permet d'éliminer les insectes présents dans les grains (Gueye et al., 2011).

I.3.2.3 Lutte biologique

Ce mode de lutte s'articule dans la majeure partie des cas sur l'utilisation de parasitoïdes, parasites et prédateurs. Elle a été particulièrement étudiée en Afrique dans le cas de la bruche du niébé *C. maculatus* (Ketoh et al., 2002 ; Jaloux et al., 2004).

Cette méthode entre dans le cadre du développement durable et de la sauvegarde des écosystèmes. Elle vise à réduire les populations des insectes ravageurs,

en utilisant leurs ennemis naturels qui sont soit des prédateurs, soit des parasites ou des agents pathogènes, ainsi que des produits naturels d'origine végétale

comme des poudres minérales des huiles végétales, huiles essentielles (Belouaer et Selahdja, 2020).

Ainsi, la lutte par les insecticides botaniques est très recommandée, parmi les moyens mis, en œuvre par les plantes pour se défendre contre leurs déprédateurs, les médiateurs chimiques jouent un rôle déterminant (Mann, 1987).

I.3.3 Insecte ravageur *Sitophilus granarius* L

Les charançons (*Sitophilus granarius* L) sont bien connus comme des ravageurs primaires très dévastateurs des grains de céréales entreposés (Mew et Misra ,1994). Ils sont caractérisés par la présence d'un rostre rigide, portant des antennes à sa base. Ces ravageurs attaquent la plus part des cultures céréalières, notamment le blé, l'orge, l'avoine et le seigle (Shelom et Noyes, 2001).

I.3.3.1 Position systématique

D'après (Longstaff, 1981) la classification de *Sitophilus granarius* L est la suivante

Règne	Animalia
Embranchement	Arthropodes
Sous Embranchement	Hexapoda
Classe	Insecta
Sous Classe	Ptérygota
Ordre	Coléoptères
Sous ordre	Polyphaga
Famille	Curculionidae
Sous Famille	Dryphtorinae
Genre	Sitophilus
Espèce	<i>Sitophilus granaries</i>

I.3.3.2 Origine et aire de Répartition géographique

Sitophilus granarius a une aire de répartition quasi-cosmopolite. C'est une espèce adaptée aux climats tempérés et présente dans tous les pays tempérés. Elle est plus rare dans les pays tropicaux, où on la trouve dans les régions des hauts plateaux à climat plus frais. Ce charançon peut néanmoins causer des dégâts dans les stocks de céréales dans les pays chauds (Thomson, 1966 in kechaoui et Mekdoud, 2022).

I.3.3.3 Description de *Sitophilus granarius* L

Le genre *Sitophilus* renferme deux espèces, *Sitophilus granarius* et *S. oryzae* qui sont devenues cosmopolites avec le développement du commerce des graines (Lavoisier, 2010). Ces charançons, connus sous le nom de calandres des grains, sont les insectes les plus nuisibles aux grains entreposés, de blé, de riz... (Lavoisier, 2010).



Figure N°07 : photo de *Sitophilus granarius* (originale, 2023).

L'œuf : est caractérisée par une couleur blanche brillante de forme opaque, ovoïde, avec une longueur variable entre 0.6 et 0.8mm sa largeur variant entre 0,2 et 0,3mm (Reichmuthet *al.*, 2007).

La larve : est apode, de couleur blanchâtre et en forme de tranche d'orange (Cruz et al., 2016). Elle est d'une longueur de 2-3 mm de long, très bombée en dessus et plate en dessous avec une tête brunâtre et hémisphérique et des mandibules à pointes plus foncée et munies d'une dent subapicale interne très prononcée et précédée d'une autre petite dent (Balachowsky et Mesnil, 1936).

La nymphe : Avant la métamorphose, la larve se transforme en prénymphe de forme cylindrique, aux trois tergites thoraciques bien distincts des segments abdominaux. La

nymphe, dont la taille est voisine de celle de l'imago, brunit à mesure qu'elle vieillit, son aspect préfigure celui de l'adulte (Balachowsky, 1963).

L'adulte : est ovale de couleur brun foncé mesure environ 4 mm de long, avec une tête prolongé par un long rostre et des longues pattes (Gerozisis et al., 2008). Les élytres sont striées et ponctuées de gros points, la deuxième paire des ailes est absente, le thorax avec des perforations ovales (Rees, 2007). Ces élytres leur confèrent une certaine résistance qui leur permet de se déplacer dans la masse des grains à la recherche de conditions favorables de développement (température, humidité, teneur en oxygène, présence d'impuretés fines...) (Fleusart, 2015).

I.3.3.4 Les dégâts

Les *Sitophilus* sont, sans conteste, les insectes les plus nuisibles aux grains entreposés, non seulement en raison de leurs propres déprédations, mais aussi parce qu'ils ouvrent la porte à tout un cortège de détritivores qui parachèvent leurs dégâts. En dépit des moyens de lutte dont nous disposons à l'heure actuelle, ils commettent encore de grands ravages dans les pays les mieux équipés (Balachowsky et al., 1963) Le développement d'un charançon dans un grain réduit sa masse d'environ 35 à 40 %. Le dégât principal est donc fait par les larves en croissance (Cruz et al., 2016).

En présence d'insectes et sous condition d'Aw défavorable ($> 0,8$), le premier critère qualitatif qui se dégrade sous l'effet de ces conditions de stockage « à risque » est la capacité germinative. Ce critère est à surveiller particulièrement pour les céréales destinées à la malterie, en particulier l'orge de brasserie, et pour la bonne conservation des semences (Fleurat- Leussard, 2015).

Le niveau des pertes pondérales infligées par les insectes ravageurs primaires dépend étroitement de la densité des insectes. À titre d'exemple, on peut établir une corrélation satisfaisante entre le niveau de population totale (formes libres adultes + formes logées dans le grain) de *S. granarius* et le pourcentage de perte quantitative de grains enregistré tout au long d'une période de conservation de 9 mois (Fleurat- Leussard, 2015). Dans un lot de 30g de blé, dont 27% des grains contiennent des larves IV de *S. granarius*, la quantité de frass expulsé par celles-ci s'élève, en 24 heures, à 170 mg. (Blachowsky et al., 1963).



Figure N°08 : photo de dégâts des adultes de *S. granarius* sur les grains de blé (originale, 2023).

Partie II :
Partie expérimentale

II.1 Zone étude

II.1.1 Cadre géographique

L'Oranie est une région de l'ouest algérien comprenant tout le nord-ouest de l'Algérie et correspond approximativement aux wilayas suivantes : Oran, Ain Témouchent, Mascara, Mostaganem, Relizane, Saida, sidi bel Abbas, Tlemcen, Tiaret. Le tout couvre une bande territoriale d'une superficie d'environ 30000 km², ce qui correspond à un ensemble spatial du 4^{ème} ordre de grandeur de l'échelle des études géographique (Lacoste, 2003).

L'Oranie représente naturellement la partie occidentale du tell, qui était dans le passé un lieu de nomadisme de nombreuses tribus. D'autres tribus nomadisaient entre le Sahara et le tell suivant les saisons. Le tell occidental oranais s'étend entre 2° de longitude Ouest et 0° 30' de longitude Est. En latitude, il s'étend de puis 34° 35' jusqu'à près de 36° de latitude Nord. Atteignant la mer d'Alboran par le Nord partie correspondant au bassin Ouest de la méditerranée occidentale, il est limité au sud par les hautes-planes steppique, s'étend d'Est en Ouest de l'embouchure du Chélif jusqu'aux frontières algéro-marocaines (plaine d'Oujda) Cet ensemble géographique représente 30 % environ de l'espace tellien algérien (kazitani, 2011).

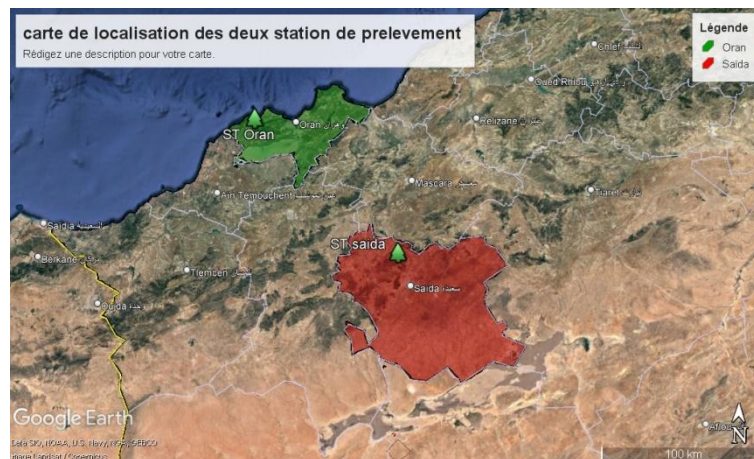


Figure N°09 : Carte de localisation des deux stations de prélèvements (Google Earth pro modifié 2023)

II.1.1.1 Wilaya d'Oran

La wilaya d'Oran est une ville méditerranéenne située à 432 km l'Ouest d'Alger, bordée au Nord par la mer méditerranée, à l'ouest par la wilaya d'Ain Témouchent, au sud par les wilayas de sidi bel Abbas et mascara, et à l'Est par la wilaya de Mostaganem. Située au fond d'une baie ouverte au Nord et immédiatement dominée à l'ouest par le mont mardjadjo, l'agglomération chevauche la profonde vallée de la vallée du rhi désormais couverte. Il a une population de 1213839 personnes réparties sur une superficie de 2114 kilomètres carrés (Univ-usto. dz : 31 mai 2023).

II.1.1.1.1 Climat de l'Oranie

Le climat est des caractéristique météorologique d'une région donnée. il existe une interférence entre climats, composition des communautés végétales propres à un écosystème donné et la nature des sols. La végétation de la région méditerranéenne comme toutes les végétations du globe terrestre, résulte de l'interaction d'une multitude de facteurs écologiques. Toutefois, elle doit sa spécificité à l'un de ces facteurs en particulier qui est le climat (Aubert, 1988).

L'Oranie est inscrite dans l'étage bioclimatique aride modéré à hiver froid (Emberge, 1942). Elle constitue une zone tampon entre l'Algérie occidentale saharienne. Elle présente la particularité d'avoir toutes les caractéristiques du climat méditerranéen et d'être simultanément soumise aux influences continentales (Meterfi et Moueddene, 2002).

Les régions arides sont des milieux sensibles. Elles sont fréquemment soumises à des phénomènes de dégradation (dégradation du couvert végétal, dégradation des sols et mise en place des processus d'érosion hydrique et éolienne intense). Cette dégradation est souvent irréversible. La réalisation d'un inventaire des ressources naturelles et la cartographie de l'état des milieux est nécessaire pour mener efficacement des actions de protection (Belghith, 2007).

L'incidence de la progression de l'aridité est perceptible à tous les niveaux : forte concentration de la population dans les centres urbains, réduction spatiales des formations

végétales spontanées, augmentation des surface agricoles de l'effectif du cheptel ovin menant la région vers un système de production agropastoral (kazitani, 2011).

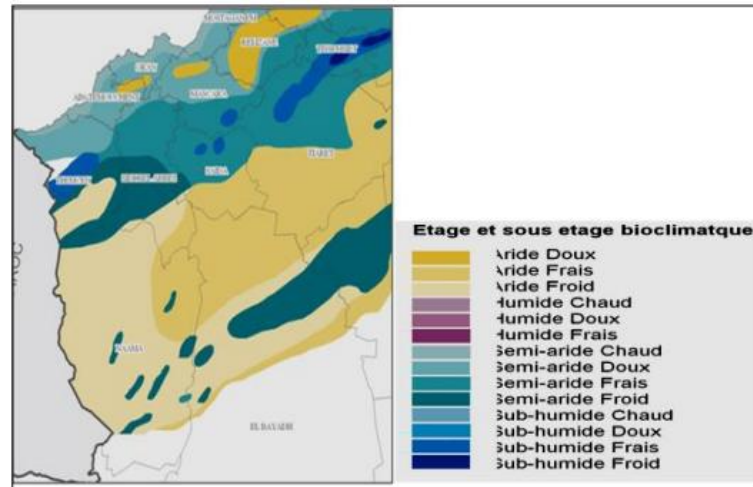


Figure N°10 : Les étages et sous étages bioclimatique de l'Oranie (ANAT, 2008).

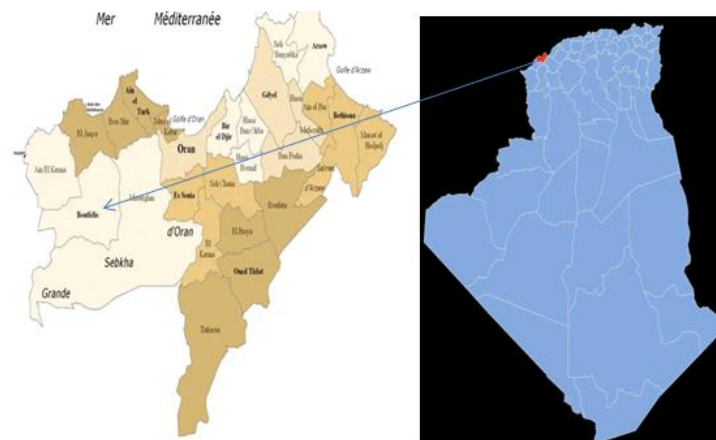


Figure N°11: Situation géographique de la Wilaya d'Oran (marefa.org : 30 mai 2023).

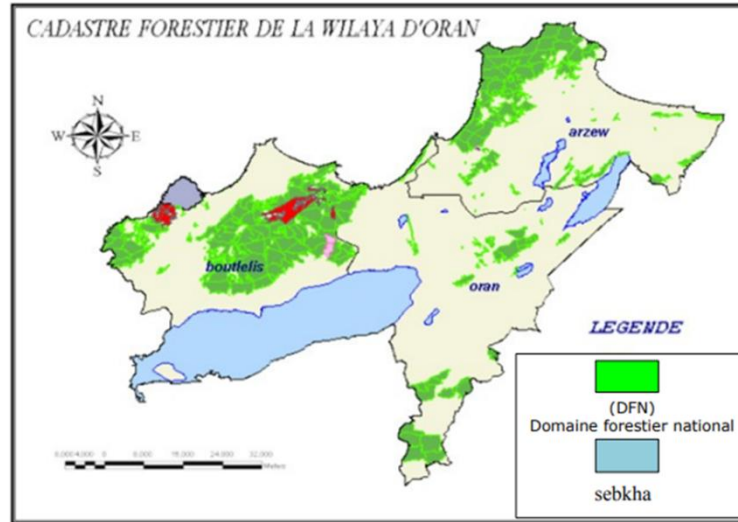


Figure N°12 : Cadastre forestier de la wilaya d’Oran Source : (D.F.G, 2011)

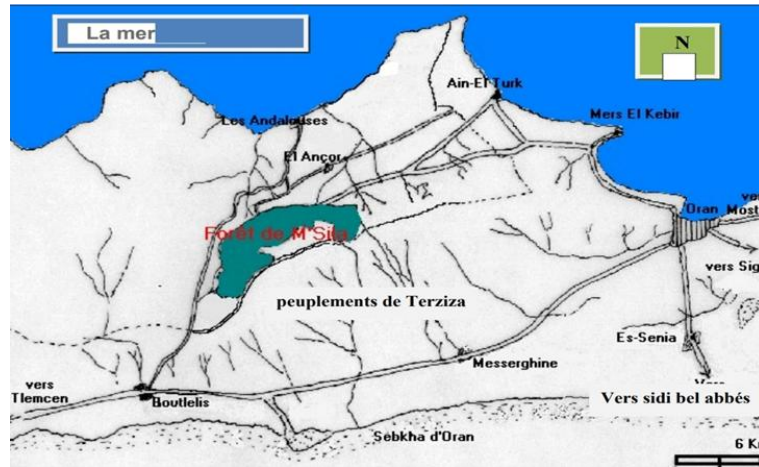
II.1.1.1.2 La forêt de M’Sila

II.1.1.1.2.1 Localisation géographique

La forêt de M’Sila est située à 30 km, à l’Ouest de ville d’Oran et à 7 km au nord de Boutlélis, elle s’étend sur une superficie de 6163 ha et regroupe six cantons y compris le canton de cheikh Ben Khalifa (C.F.W.O, 2010).

Administrativement, elle relève des compétences territoriales de la wilaya d’Oran, et dépend de la conservation des forêts de la même wilaya, de la circonscription forestière d’Oran et du district de Boutlélis (C.F.W.O, 2010).

Elle est limitée par les communes de Ain El Kerma à l’Ouest, Messerghine, à l’est, Ancor et les Andalouses, au nord, et les peuplements de Terziza au sud (fig.) (M’hamdia, 2011).



a : situation géographique de la forêt de M'Sila (Bohraoua, 2003).



b : situation géographique de la forêt domaniale de de M'Sila (google maps 2023)

Figure N°13: (a et b) situation géographique de la forêt domaniale de de M'Sila.

Tableau N°04 : Coordonnées géographiques de la forêt domaniale de M'Sila.

Nom de forêt	Coordonnées Lambert		Distance de la mer	Carte d'Etat major
	X (km)	Y (km)		
M'Sila	X1 : 173,1 X2 : 179,5	Y1 : 6,5 Y2 : 71,7	14 km	Andalouses feuilles N°152,153

II.1.1.1.2.2 Climat

Le type de climat dans la forêt de M'Sila est méditerranéen appartenant à l'étage bioclimatique semi-aride doux (figure N°10) au-dessus, avec des précipitations régulières (400mm/an), le régime saisonnier des précipitations est de type HAPE (O.N.M .2007). Ceci explique que le maximum des pluies est concentré en hiver et en l'automne et avec un degré moindre en printemps. Ce régime correspondant plus au moins à la bonne croissance des arbres et aux bons accroissements du liège. On y distingue deux périodes contrastées, une période humide et froide, l'autre sèche et chaude. Les mois de Décembre, Janvier et Février sont les mois les plus froids durant toute l'année (8.2, 6.7 et 8.3°C respectivement) et le mois de Juin, Juillet et Août sont les mois les plus chauds (26.5 ; 29.6 et 30°C).avec un amplitude thermique moins important (entre 18.7 et 23.3°C).

La forêt de M'Sila jouit d'un climat typiquement littoral, bénéficiant de la brise maritime durant l'année qui adoucie les températures de l'hiver (m) et de l'été (M). elles intègre dans l'étage de végétation thermo-méditerranéen ($m > 3^{\circ}\text{C}$, $T \geq 16^{\circ}\text{C}$ et alt. $< 600\text{m}$) (Belhoucine, 2013).

La forêt de M'Sila est abritée en hiver des vents marins du nord ouest par le massif de Lindles et en été des vents chauds du sud par le plateau de Ghamra créant ainsi un microclimat spécial (M'hamdia ,2012). Elle est exposée aux influences maritimes, est soumise à une forte hygrométrie atmosphérique variant annuellement entre 67% en été et 75% en hiver dépassant largement la valeur optimale pour le chêne-liège et sa régénération (60%). Cette humidité diminue la consommation d'eau et ralentit la transpiration. En effet, Boudy, (1955) confirme qu'en atmosphère humide, peut se contenter d'une moindre quantité d'eau.

II.1.1.2 Wilaya de Saida

C'est dans l'ensemble géographique des hauts plateaux telliens que se situe la wilaya de Saida qui est limitée naturellement au Sud par le chott Chergui, au nord par la wilaya de Mascara, au sud par celle d'El Bayadh, à l'est par la wilaya de Tiaret et à l'ouest par la wilaya de Sidi bel Abbés (Labani 2005).

Cette position lui donne un rôle de relais entre les wilayas steppiques au sud et les wilayas telliennes au nord, elle correspond en fait à l'extension du territoire de la wilaya de Saïda sur deux domaines naturels bien distincts, l'un est atlasique Tellien au nord et l'autre est celui des hautes plaines steppiques. Dans les temps historiques, cette position de contact a fait vivre la région d'échanges avec la steppe et les régions pré sahariennes. Cette économie d'échange, très largement ouverte sur le sud, convenait parfaitement au type de ressources qu'offre le territoire de la wilaya Elle couvre une superficie de 6765,40 km² (D.P.A.T 2010) ; le chef-lieu (commune de Saïda) est limité au nord par la commune d'Ouled Khaled, au sud par celle d'Aïn El Hadjar, à l'est par la commune d'El Hassasna et à l'ouest par la commune de DouiThabet. La wilaya regroupe six daïras coiffant 16 communes elle est caractérisée par un espace Agro-sylvo-pastoral (Labani 2005).

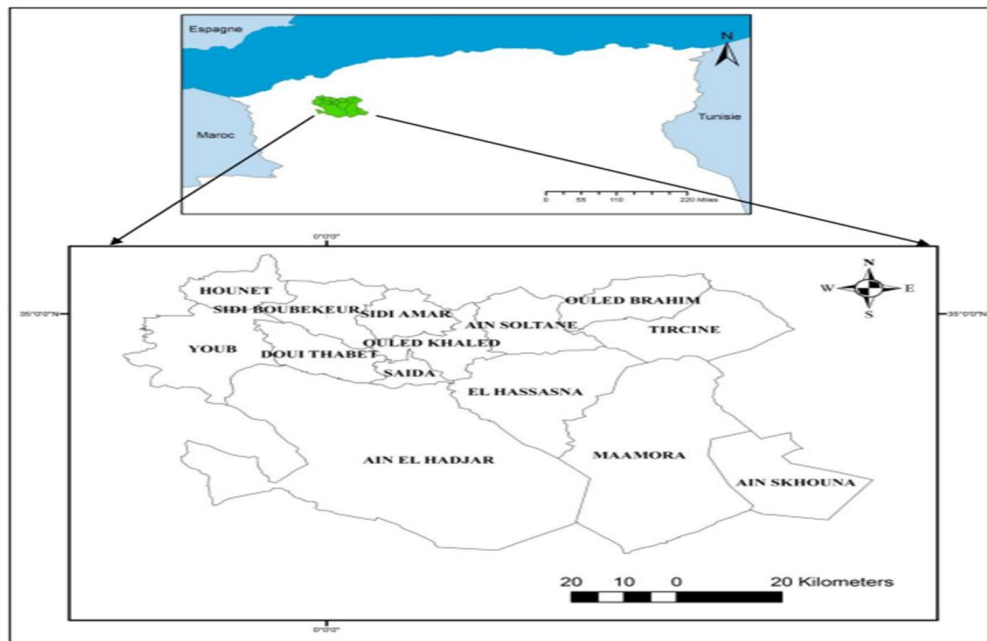


Figure N°14 : situation géographique et Découpage administratif de la wilaya de Saïda (djebbouri, 2020).

II.1.1.2.1 La forêt de Tafrent :

La forêt domaniale de Tafrent est située dans la daïra de Sidi Boubekour, elle se répartisse dans les trois communes suivantes : Sidi Boubekour, Sidi Amar, et Ouledkhaled. Elle est située au Nord de la wilaya de Saïda, à une distance de 15 km du chef-lieu de la wilaya une superficie de 12228 ha. Elle Chevauche trois communes, à savoir Sidi Boubekour,

Sidi Amar et Ouledkhaled. Sa gestion administrative et forestière est assurée par la Circonscription de Sidi Boubekeur Conservation des Forêts de Saïda). Le type de climat dans notre zone d'étude est méditerranéen appartenant à l'étage bioclimatique semi-aride frais, avec des précipitations irrégulières et faibles (entre 300 et 370 mm/an) . Les altitudes sont élevées (1000 m en moyenne) (Terras, 2011). Les types de sols sont : des sols peu évolués, sols brun calcaires, rendzines, fersiallitiques, calcomagnésiques, et des sols isohumiques marron (Allam et *al.*, 2021).

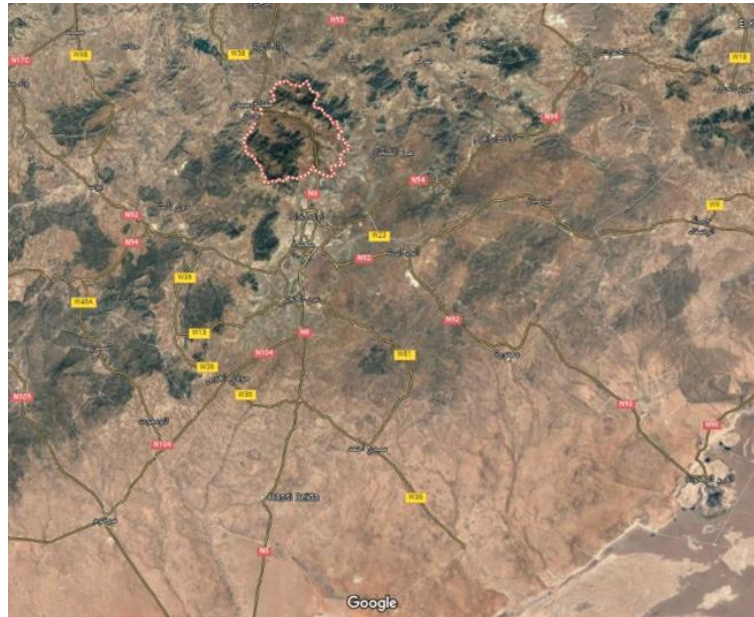


Figure N°15: forêt de Tafrent Saïda (google maps, 2023)

II.1.1.2.2 Climat

Le type de climat dans la forêt de Tafrent est méditerranéen appartenant à l'étage bioclimatique semi-aride frais au-dessus, avec des précipitations irrégulières et faibles (entre 300 et 370mm/an). On y distingue deux périodes contrastées, une période humide et froide, l'autre séchée chaude. Les précipitations estivales sont souvent des pluies torrentielles et les températures présentent des amplitudes importantes. Les mois de Janvier et Février sont les mois les plus froids durant toute l'année (3.3°C) et le mois de Juillet et Août sont les mois les plus chauds (35.5°C). Le vent est de direction dominante NW avec une présence du vent chaud (sirocco) pendant la période estivale qui peut accélérer le phénomène de l'érosion

éolienne dans les zones dépourvus de couvert végétal, et le déficit hydrique s'étale sur une période de 5 mois (Terras, 2011).

Tableau N°05: Caractérisation phytoécologique des stations d'étude

Station	ORAN	SAIDA
Commune	Boutlilis	SIDI AMAR
Forit Domaniale	M'Sila	Tafrent
Longitude	0.890318°	0.104442°
Latitude	35.642532°	34.929496°
altitude (m)	364	1053
Distance de la méditerranée	7.13 km	93.5 km
pente (°)	1	10
Etage bioclimatique	Semi-aride à hiver doux	Semi-aride à hiver froid
Etage de végétation	Thermo-méditerranéen	Supra-méditerranéen
Nature de sol	argileux-siliceux du type sol intermédiaire.	sols peu évolués, brun calcaires, rendzines, fersiallitiques, calcomagnésiques
Formation	Foret De Chêne liege	Foret dégradé De pin d'Alep
Exposition	NW	NE
Pacage	Faible	Fort
Incendie	Non	Oui
Régénération	Oui	Oui

II.2 Matériel et Méthodes

II.2.1 Préparation des extraits éthanoliques

II.2.1.1 Broyage

La plante étudiée a été broyées dans un broyeur électrique en une poudre très fine (figure N°17). Pour augmenter la surface d'échange entre le solide et le solvant et faciliter l'extraction, par la suite les poudres obtenues ont été conservées à l'obscurité jusqu'à leur utilisation (Mansori et Mokhtari, 2021).



Figure N°16: Photo de Broyeur électrique (originale, 2023).



Figure N°17: Photo de poudre de plante (originale, 2023).

II.2.1.2 Macération

L'extraction est la première étape de toute étude sur les plantes médicinales elle joue un rôle important sur les résultats finale. la macération (méthodes d'extraction solide-liquide) est une opération de contact entre la poudre du matériel végétale et le solvant pour en extraire les principes actifs. C'est une extraction qui se fait à température ambiante (Feknous et al.2014).

La macération (méthode d'extraction solide – liquide) a été réalisée en utilisant la poudre végétale de chaque site avec comme solvant l'éthanol dilué 70%.

II.2.1.2.1 Filtration

Après 24 heures de macération, l'homogénat obtenu est filtré sur un papier filtre Wathman. L'extrait obtenu a été versé dans un plat de cristallisation en verre puis séché à une température voisinant 35°C. L'extrait sec obtenu a été pesé et conservé à l'abri de la lumière pour une éventuelle utilisation (Mansouri et Mokhtari, 2021).

II.2.1.2.2 Protocole suivi

5 g de la poudre végétale + 100 ml de solvant

Agitation à l'obscurité pendant 24 heures

Filtration avec papier filtre Whatman

Séchage après évaporation de l'éthanol

Extrait éthanolique sec

Figure N°18: Organigramme du protocole expérimental de préparation de l'extrait éthanolique par macération (2023).



Figure N°19 : Photo d'Agitation (originale, 2023).

II.2.1.3 Ultrason

Pour cela, 10 g de poudre végétale dans 200 ml de solvant (éthanol / eau distillée), dans ultrason Pendant 1 heure, après filtration du mélange avec papier filtre. Le solvant a été éliminé du filtrat par évaporation sous vide en utilisant une pompe à vide dans un Rotavapeur à 50°C et complètement séché dans une étuve à 40°C. L'extrait séchés ont été conservés jusqu'à leur utilisation.



Figure N°20: Photo de balance et ultrason (originale, 2023).



Figure N°21: Photo Dispositif du Rotavapeur (originale, 2023).

II.2.1.4 Extracteur Soxhlet

L'extraction par soxhlet est une technique générale et bien établie, comme le montre la figure 22, la matière végétale est placée dans une cartouche dans un système Soxhlet rempli de solvant frais évaporé à partir d'un ballon à distiller. Quand le liquide atteint le niveau de débordement, un siphon aspire la solution de la cartouche et la décharge de nouveau dans le ballon à distiller, portant ainsi les corps dissous extraits dans le liquide. Dans le ballon,

Le corps dissous est séparé du solvant par distillation. Le soluté reste dans le ballon et le solvant passe de nouveau dans le lit de solide. L'opération est répétée jusqu'à ce que l'extraction complète soit réalisée (Tissouras Fatiha, 2014).

II.2.1.4.1 Protocole suivi

- 20g d'échantillon dans des cartouches.
- 150 ml d'Hexane dans un ballon à distiller.
- faire marcher l'appareil pendant 06 heures.



Figure N°22: Photo d'extracteur Soxhlet (originale, 2023).

II.2.2 Détermination du rendement

Le rendement d'extraction a été calculé après chaque étape d'extraction : le rendement exprimé en pourcentage par rapport au poids du matériel de départ est déterminé par la relation suivante

$$R (\%) = M (\text{ext}) * 100 / M (\text{éch})$$

R : rendement en %.

M ext : est la masse de l'extrait après l'évaporation du solvant en g.

M éch : est la masse de l'échantillon végétale en g (Clémence et Dongmo, 2009).

II.2.3 Dosage des composés phénoliques

II.2.3.1 Dosage des polyphénols totaux

II.2.3.1.1 Principe de dosage phénolique

Les polyphénols totaux ont été déterminés par spectrophotométrie en utilisant la méthode de Folin-Ciocalteu. Le réactif Folin-Ciocalteu est un acide de couleur jaune constitué d'un mélange de deux acides : acide phosphotungstique ($H_3PW_{12}O_{40}$) et acide phosphomolybdique ($H_3PMo_{12}O_{40}$). Il est réduit lors de l'oxydation des phénols pour former un complexe bleu stable d'oxydes de tungstène et de molybdène. La coloration produite, dont l'absorption maximum est au voisinage de 760 nm, est proportionnelle à la quantité des composés phénoliques présents dans les extraits végétaux. La quantification des polyphénols totaux a été faite à l'aide d'une courbe d'étalonnage linéaire ($y = ax$), réalisée dans les mêmes conditions que celles de l'échantillon, en utilisant l'acide gallique comme standard (figure 23). Les résultats sont exprimés en milligramme d'équivalents de l'acide gallique par gramme de matière végétale sèche et en poudre (mg EAG/g MS) (Elmouloud Bouchouka, 2016).

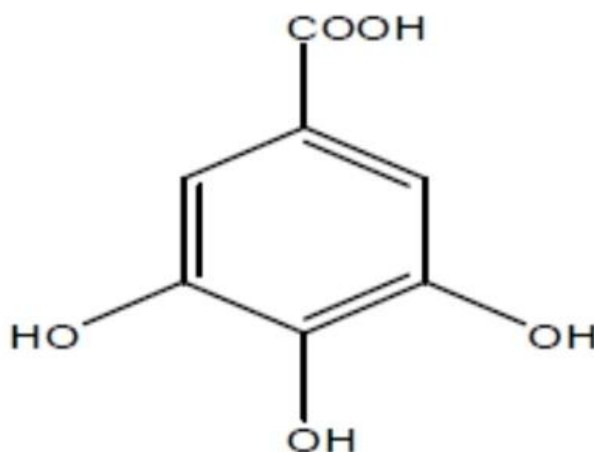


Figure N°23 : structure de l'acide gallique (Elmouloud Bouchouka, 2016).

II.2.3.1.2 Protocole de dosage phénolique

Un volume de 2,5 ml de réactif de Folin- Ciocalteu (diluée 10 fois) a été ajouté à 0,5 ml d'extrait. Après 3 min, 1 ml de la solution de carbonate de sodium (7,5%) a été ajouté.

Après 15 min d'incubation à l'abri de la lumière, l'absorbance a été lue à 760 nm. La concentration des polyphénols totaux contenus dans les extraits a été déterminée en se référant à une courbe d'étalonnage préparée avec l'acide gallique. Les résultats sont exprimés en mg EAG/g d'extrait (Ebrahim et *al.*, 2010 in Maaroufi et *al.*, 2016).

II.2.3.2 Dosage des flavonoïdes

II.2.3.2.1 Principe de dosage des flavonoïdes

Le dosage des flavonoïdes totaux est basé sur un test colorimétrique utilisant le trichlorure d'aluminium (C=O) en position C-4, soit avec le groupe hydroxyle en C-3 ou C-5 des flavones et des flavonols. Par ailleurs, $AlCl_3$ peut également former des complexes acides labiles avec les groupements orthodihydroxyles éventuellement présents sur le noyau A et/ou B flavonoïdes (Chang et *al.*, 2002).

II.2.3.2.2 Protocole de dosage des flavonoïdes

L'estimation quantitative des flavonoïdes totaux contenus dans les extraits des feuilles a été réalisée par une méthode colorimétrique. 2 ml de la solution éthanolique $AlCl_3$ (2%) a été ajoutée à 2 ml de chaque extrait. Après 10 min d'incubation, l'absorbance a été mesurée à 430 nm.

La concentration de flavonoïdes contenus dans les extraits a été calculée en se référant à une courbe d'étalonnage réalisée avec la quercitine. Les résultats sont exprimés en mg EQ/g d'extrait (Djarmouni et *al.*, 2018).

II.2.3.3 Dosage des Tanins condensés

II.2.3.3.1 Principe des tanins condensés

Les tanins condensés également appelés proanthocyanidines et sont synthétisés par l'intermédiaire de la voie biosynthétique des flavonoïdes. Ces molécules jouent un rôle dans la défense contre les herbivores (Bogs et *al.*, 2005 in Holderness et *al.*, 2008).

Les tanins condensés ont comme origine la polymérisation de flavones.

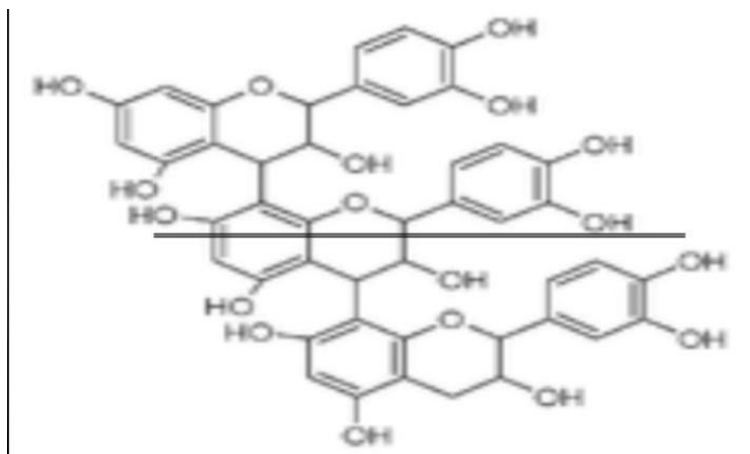


Figure N° 24 : Structure générale des proanthocyanidines (Khanbabae et Ree, 2001).

II.2.3.3.2 Protocole des tanins condensés

Un volume de 1 ml de chaque extrait a été ajouté à 2 ml de la solution vanilline à (1%), puis mélangé vigoureusement. Le mélange obtenu a été laissé réagir à ambiante pendant 20 min, l'absorbance a été mesurée à 500 nm contre un blanc. La concentration des tanins condensés contenue dans les extraits a été calculée en se référant à une courbe d'étalonnage réalisée avec le catéchol. Les résultats sont exprimés en mg Ec/g d'extrait (Boukroune, 2012).

II.2.4 Evaluation de l'activité insecticide

II.2.4.1 Elevage d'insectes

Sitophilus granarius, sont des insectes faciles à élever en laboratoire (Busvine, J. R., 1981), (Seri-Kouassi et al., 2004) des blés durs sont utilisés comme substrat alimentaire, ces insectes sont placés dans le fond d'un bocal en verre transparent, le bocal est maintenu, à une température d'élevage, 25 ± 1 °c, et une humidité relative de 60 ± 5 % et le temps maximum d'émergence 36 à 43 jours et à 63 jours les descendants prélevés pour le test bio-insecticide, *Sitophilus granarius* est plus gros que *sitophilus oryzae* il mesure de 3 à 4 mm de long. Il est brun foncé, luisant, dépourvu d'ailes postérieures et ne présente pas des taches claire sur les élytres, le prothorax couvert de dépression ovale ou oblongue.

II.2.4.2 Toxicité de contact des extraits aqueux sur papier filtre

L'étude de la toxicité des extraits aqueux sera réalisée par le test de contact sur papier filtre (Busvine, 1981 in Seri-Kouassi et al., 2004). Quatre concentrations sera préparées par

des micropipettes en diluant à chaque fois dans un volume de 1 ml d'acétone, les mesures respectives de 4, 8, 12, 16 et 20 $\mu\text{l/ml}$ extrait aqueux (Taponjou et *al.*, 2003). Ces volumes correspondant aux concentrations de 0,062 ; 0,125 ; 0,188 ; 0,251 ; 0,314 $\mu\text{l/cm}^2$. Chacune des solutions sera étalée sur la rondelle papier filtre (Wattman N°1) de 8 cm de diamètre (surface 63,62 cm^2) suivant une spirale progressivement décroissante pour obtenir une répartition uniforme et placée dans des boîtes de Pétri en verre de même diamètre. Ce laveur sera laissé à température ambiante pendant 15 minutes pour permettre l'évaporation complète du solvant de dilution.

Pour le contrôle, la rondelle sera traitée uniquement avec de l'acétone. Un lot de dix insectes adultes fraîchement prélevés de leur milieu d'élevage et âgés de trois à cinq semaines sera introduit dans chaque boîte puis immédiatement refermée le test comprend quatre répétitions pour chaque dose avec trois répétitions du contrôle. Les insectes morts seront comptés et maintenus dans les boîtes, la mortalité sera enregistrée pendant 24, 48 et 72 heures.

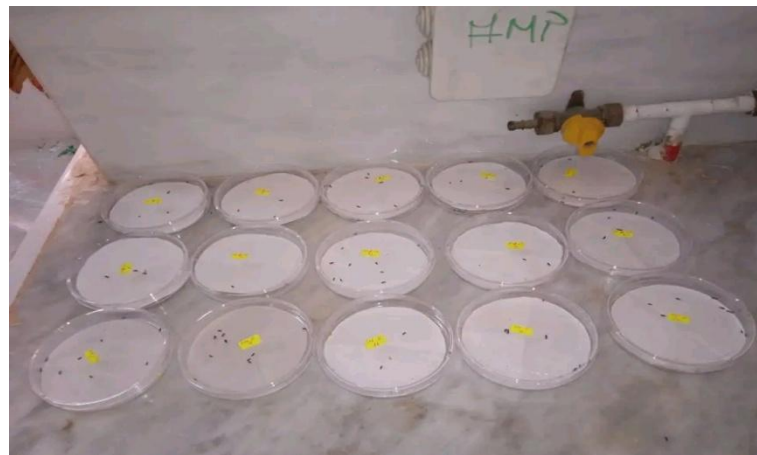


Figure N°25: Photo d'insectes dans des boîtes pétri (originale, 2023).

Résultats et discussion

II.3.1 Etude photochimique

II.3.1.1 Extraction

Dans la présente étude, afin d'évaluer la meilleure technique d'extraction des composés phénoliques (phénols totaux et flavonoïdes) d'*Erica arborea*, provenant de deux différents zones dans l'ouest Algériens qui sont caractérisées par différents conditions climatique, édaphiques et topographiques. Nous avons réalisé quatre techniques d'extraction sa savoir la macération éthanolique (MAE), l'extraction par ultrason éthanolique (UE) et aqueux (UA) et l'extraction par soxhlet hexane (SOH). Ces extractions sont permises d'obtenir quatre extraits bruts des feuilles d'*Erica arborea*.

II.3.1.2 Aspect et couleur

La couleur des extraits varie selon la technique et d'extraction on note une couleur marron brillant pour l'extrait aqueux tandis que l'extrait éthanolique est d'une couleur vert. Aussi La couleur varie selon la provenance, on note une couleur clair pour les extraits de la région de Saida et foncée pour la région d'Oran. L'aspect des extraits varie également selon la technique d'extraction, on enregistre un aspect miroitant poudreux pour les extraits aqueux alors qu'on note un aspect poudreux et pâteux pour les extraits éthanolique et hexanique. Tandis que selon les techniques d'extraction on note la présence d'un aspect poudreux pour les extraits par macération et par soxhlet, alors que l'extrait par ultrason présente un aspect pâteux et poudreux brillant (tableau N°06 et figure N° 26).

Tableau N°06 : Résultats d'aspect et couleur des quatre extraits obtenus à partir des feuilles d'*Erica arborea*

	Aspect		Couleur	
	Saida	Oran	Saida	Oran
Macération éthanolique	Poudreux	Poudreux	Vert clair	Vert bouteille
Ultrason éthanolique	Pâteux	Pâteux	Vert clair	Vert bouteille
Ultrason aqueux	Brillant	Poudreux	Marron brillant	Marron brillant
Soxhlet hexane	Poudre matte	Poudre matte	Vert	Vert

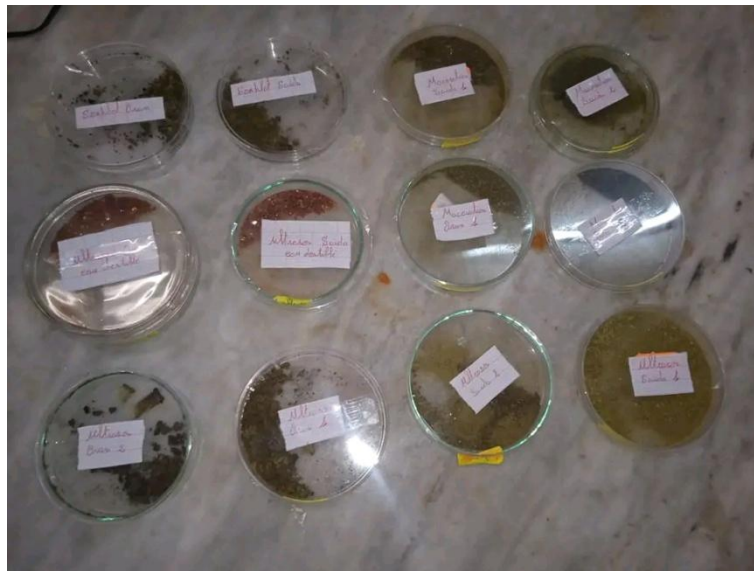


Figure N°26 : Photo d'aspect et couleur des quatre extraits obtenus à partir des feuilles d'*Erica arborea* (originale, 2023).

II.3.2 Rendement des extractions

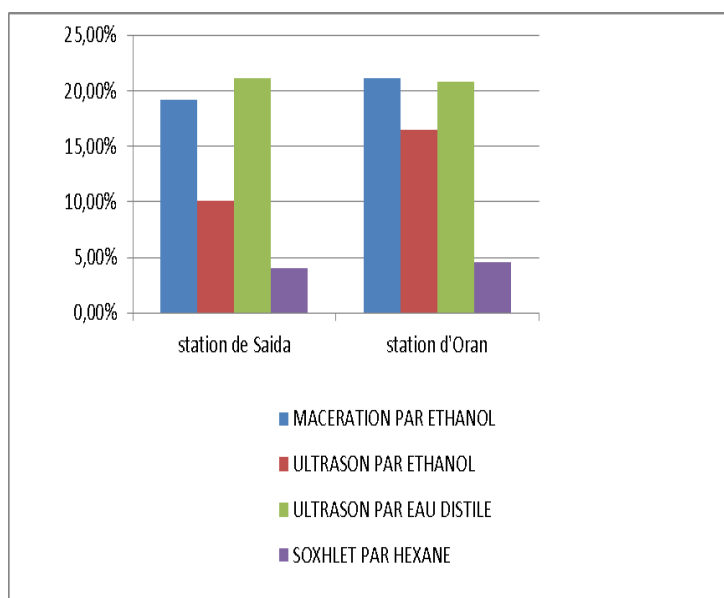
Le rendement des différentes techniques d'extractions est calculé par rapport au poids initial de la matière sèche d'*Erica arborea* utilisée. Les résultats obtenus sont rapportés dans le tableau N° 07. Ils montrent que le rendement d'extraction de l'extrait éthanolique par macération (MAE) présente le taux le plus élevé dans les deux stations (22.18 % pour la station d'Oran et 20.18 % pour la station de Saida), suivit de celui de l'extrait aqueux par ultrason (UA) puis l'extraction par ultrason éthanolique (UE) et enfin l'extrait par soxhlet hexane (SOH) qui possède le plus faible rendement dans les deux zones avec 4 %. Le rendement des extractions suit l'ordre suivant:

MAE > UA > UE > SOH

Tableau N°07 : Résultats des rendements de différents extraits des feuilles d'*Erica arborea*.

	Rendement (%)		Masse (g)	
	Saida	Oran	Saida	Oran
Macération éthanolique	20.18	22.18	1.009	1.109
Ultrason éthanolique	10.10	16.50	1.01	1.65
Ultrason aqueux	11.1	10	1.11	1.09
Soxhlet hexane	4.05	4.55	0.81	0.909

Les figures N°27 et N°28 indiquent respectivement les rendements d'extraction par provenance et rendements d'extraction par type d'extraction.

**Figure N°27** : Rendement d'extraction par provenance.

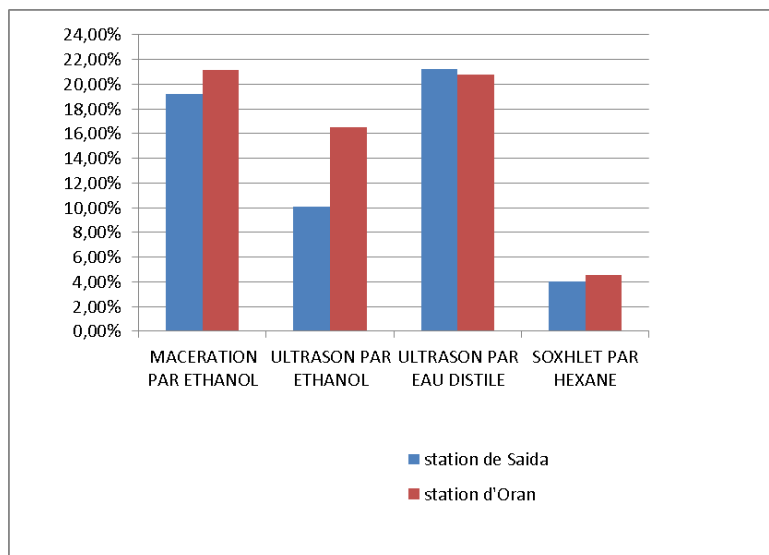


Figure N°28: Rendement d'extraction par type d'extraction.

En comparant nos résultats avec les valeurs trouvées par (Yaici et *al.*, 2019) et (Boudiaf et *al.*, 2022) qui ont travaillé sur les extraits aqueux des feuilles d'*Erica arborea* provenant de la région de Sétif, et la région de Médea respectivement ; nous constatons que les teneurs sont moins importantes similaires que notre, avec des pourcentages de 14.74% et 12%, respectivement.

Cependant les valeurs trouvées par (Amroun et *al.*, 2018) et (Bramki et Derbal, 2019) qui ont travaillé sur les extraits éthanoliques et aqueux des feuilles d'*E. arborea* provenant de Tizi ouzzou et de Bejaïa respectivement sont similaires aux nôtres, avec des concentrations de 17.17 % pour les extractions aqueuses et 16.63 % pour les extractions éthanoliques. Et 15.64 % pour la macération éthanolique chez Bramki et Derbal (2019).

II.3.3 Résultats de l'étude quantitative

L'étude quantitative des extraits des feuilles d'*Erica arborea*, au moyen des dosages spectrophotométriques, a pour objectif la détermination de la teneur des phénols totaux, des flavonoïdes et des tanins.

II.3.3.1 Dosage des phénols totaux

Les phénols totaux ont été déterminés par la méthode de Folin-Ciocalteu. L'acide gallique a été utilisé comme standard. L'absorbance a été lue dans une longueur d'onde de 765 nm.

La quantité des phénols totaux a été rapportée en milligramme d'équivalent de l'acide gallique par milligramme de poids sec de l'extrait (mg EAG/mg extrait sec). Une courbe d'étalonnage réalisée par l'acide gallique (figure N° 29), a été tracée pour cet objectif.

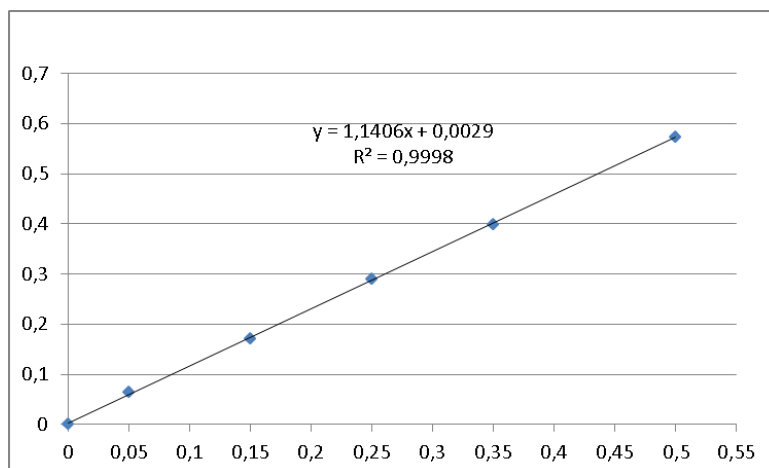


Figure N°29: Courbe d'étalonnage pour le dosage des phénols totaux.

À partir de la courbe d'étalonnage, la concentration des phénols totaux varie de 60.66 ± 1.21 à 5.5 ± 0.24 mg EAG/g extrait sec pour la région de Saida et de 51.7 à 13.9 mg EAG/g extrait sec pour la région d'Oran.

La valeur la plus élevée est enregistrée dans la station de Saida par la technique d'ultrason aqueux (60.66) alors que la valeur la plus faible s'enregistre dans la même station par technique soxhlet.

Selon les techniques d'extraction, la méthode de macération éthanolique et ultrason aqueux enregistrent les taux les plus élevés dans les deux stations (52.95 ± 2.32 à Saida et 51.7 ± 1.95 EAG/g à Oran) pour la macération éthanolique et pour l'ultrason aqueux (60.66 ± 1.21 à Saida et 50.66 ± 0.32 EAG/g à Oran).

La technique d'extraction par soxhlet renferme la quantité en phénols totaux la moins importante, pour les deux zones d'étude, avec une valeur de 13.9 ± 0.43 mg EAG/g, pour l'extrait d'Oran, et 5.5 ± 0.24 mg EAG/g pour celui de Saida. Selon les stations on note l'enregistrement d'une valeur de 51.3 ± 2.20 EAG/g dans la station d'Oran par la technique d'ultrason éthanolique alors qu'on enregistre que 19.2 ± 1.05 EAG/g dans la station de Saida par la même technique (UE) (Tableau N°08 et figure N°30).

Tableau N°08: le teneur en polyphénols dans les extraits des feuilles d'*Erica arborea* dans les deux zones d'études.

Extrait	Teneur en polyphénols (EAG/g d'extrait sec)	
	La station de Saida	La station d'Oran
Macération éthanolique	52.95 ± 2.32	51.7 ± 1.95
Ultrason éthanolique	19.2 ± 1.05	51.3 ± 2.20
Ultrason aqueux	60.66 ± 1.21	50.66 ± 0.32
Soxhlet par hexane	5.5 ± 0.24	13.9 ± 0.43

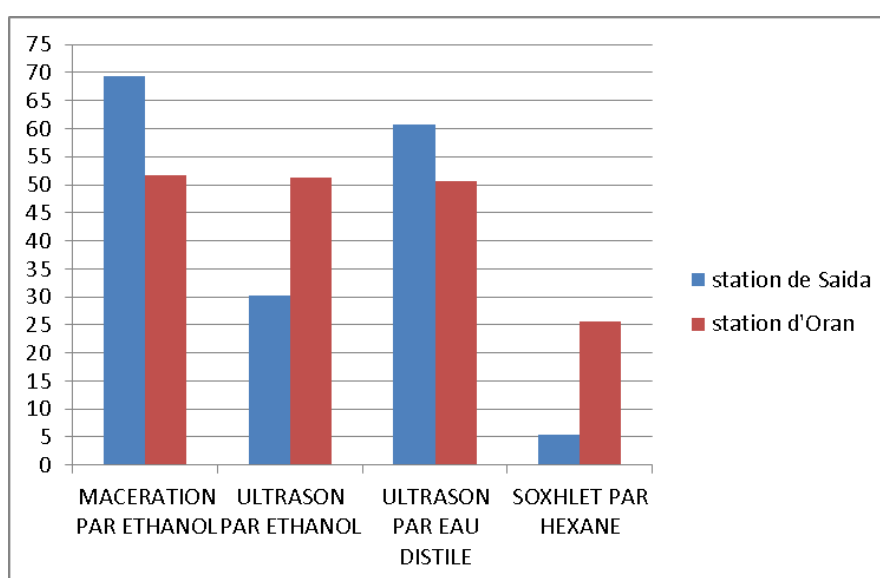


Figure N°30: Comparaison des teneurs des polyphénols entre différents extraits des feuilles *d'Erica arborea*.

Selon les stations les extraits de la région d'Oran renferment des teneurs importantes que ceux de la région de Saida pour les méthodes d'ultrason éthanolique et soxhlet, avec un teneur de 51.3 ± 2.20 EAG/g et 13.9 ± 0.43 EAG/g respectivement.

Par contre on registre des teneurs moins importantes que ceux de la région de Saida pour la méthode ultrason aqueux, avec une teneur de 50.66 ± 0.32 mg EAG/g versus 60.66 ± 1.21 mg EAG/g pour la station de Saida (Figure 31).

Alors que les valeurs de polyphénols par la macération éthanolique sont restées proches dans les deux stations.

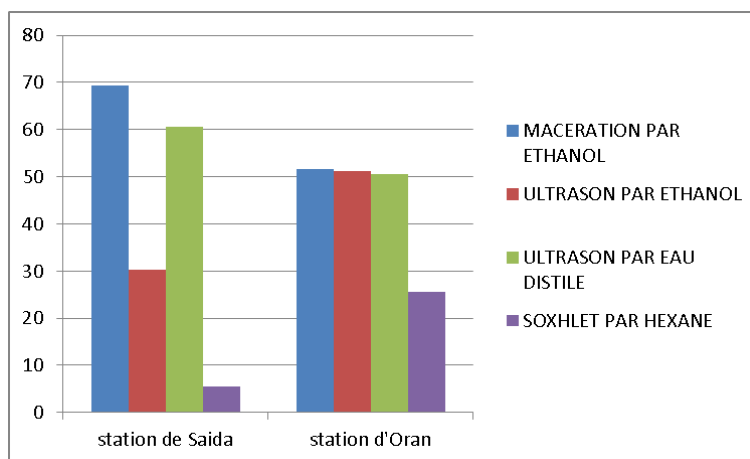


Figure N°31: comparaison des teneurs des polyphénols par station entre différents extraits des feuilles d'*Erica arborea*.

En comparant nos résultats avec les valeurs trouvées par (Bramki et Derbal, 2019) dans la région de Bejaia, nous constatons que les teneurs est similaire à notre, avec une concentration de 47.52 mg GAE/g d'extrait pour la technique de macération éthanolique.

Considérant que, d'autres études ont été menées sur les teneurs en polyphénols d'origine algérienne. Ils ont montré des valeurs plus élevées que ce que nous avons obtenu dans cette étude ; Yaici et al., (2019) dans la région de Média, Guendouz et al., (2015) dans la région de Bejaia Amroun et al., (2018) dans la région de Tizi Ouzou et Belarbi et al., (2018) dans la région de Tlemcen, qui enregistrent les valeurs: 74 mg GAE/g PS, 70.8 mg GAE/g PS, 139 mg GAE/g PS et 168.23 mg GAE/g PS successivement. Tandis que les valeurs de teneur en polyphénols les plus faibles sont enregistrés par (Boudiaf et rabehi, 2022) qui ont travaillé sur *E. arborea* dans la zone de Médea ; qui marquent une valeur de 25 mg GAE/g PS pour l'extraction éthanolique et 26 mg GAE/g PS pour l'extraction aqueux.

En parallèle, les travaux réalisés sur les feuilles d'*E. arborea*, dans différentes régions du monde, montrent que la teneur total des composés phénoliques n'est pas toujours la même que celle d'*E. arborea* originaire d'Algérie.

Cependant, les études de Koroglu et al et al., (2018) qui a travaillé sur les feuilles d'*E. arborea* d'origine de Turquie indiquent un montant de 877.5 mg GAE / g d'extrait, tandis que Ay et al., (2007) qui a traité l'*Erica arborea* poussant en Turquie rapport une valeur de 75.83 mg PCE / g d'extrait (équivalent pyrocatechine) et Amezouar et al., (2013) qui a travaillé sue les extraits éthanolique des feuilles d'*E. arborea* d'origine marocaine indique une valeur de 78.49 mg GAE / g de poids sec.

Cette différence dans les teneurs peut être expliquée par les conditions environnementales, climatiques et période de collecte ainsi que par les facteurs génétiques et les conditions expérimentales.

Richter (1993) a signalé que la teneur et la composition chimique des métabolites secondaires varient en fonction d'un grand nombre de paramètres d'origine extrinsèque et intrinsèque et d'ordre technologique.

II.3.3.2 Dosage des flavonoïdes

Le dosage des flavonoïdes a été réalisé selon la méthode de trichlorure d'aluminium (AlCl₃), la quercitine a été utilisée comme étalon. L'absorbance a été déterminée à une longueur d'onde de 430 nm. Les résultats obtenus sont représentés dans le tableau 9 et illustrés dans la figure N°33. Pour cet objectif, une courbe d'étalonnage réalisée par la quercitine (figure N°32) a été tracée.

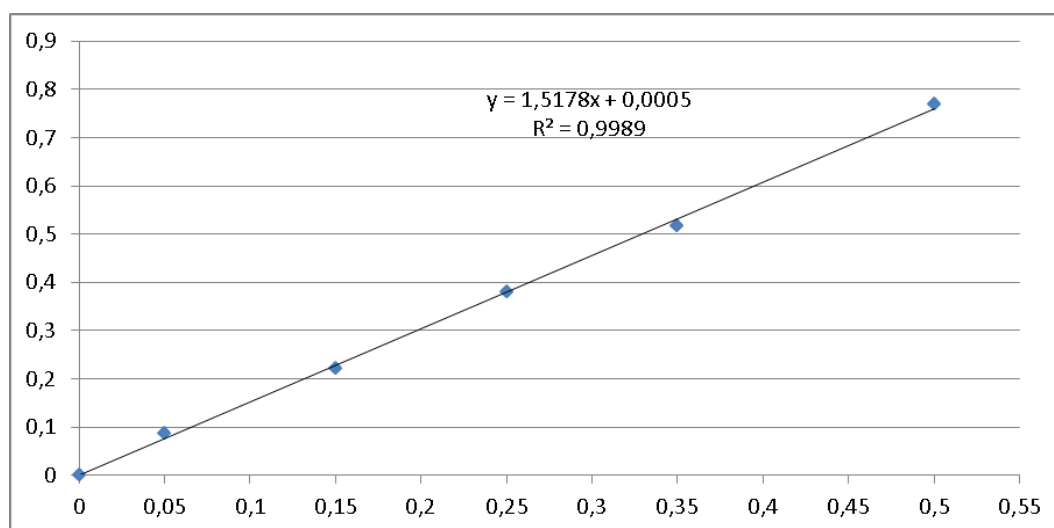


Figure N°32: Courbe d'étalonnage pour le dosage des flavonoïdes.

La quantité des flavonoïdes a été rapportée en milligramme d'équivalent de la catéchine par milligramme de poids sec de l'extrait (mg EQ/mg Ps). À partir de la courbe

d'étalonnage, la concentration des flavonoïdes varie entre 17.86 mg EQ/g Ps et 10.9 mg EQ/g Ps dans la région de Saida et de 9.62 mg EQ/g Ps et 24.81 mg EQ/g Ps dans la région d'Oran.

Tableau N°09: le teneur en flavonoïdes dans les extraits des feuilles d'*Erica arborea* dans les deux zones d'études.

Extrait	Teneur en flavonoïdes (EQ/g d'extrait sec)	
	La station de Saida	La station d'Oran
Macération éthanolique	15.13 ± 1.23	20 ± 1.07
Ultrason éthanolique	17.86 ± 0.66	24.81 ± 1.14
Ultrason aqueux	16.66 ± 1.98	9.62 ± 0.69
Soxhlet par hexane	13.9 ± 0.9	17.29 ± 1.04

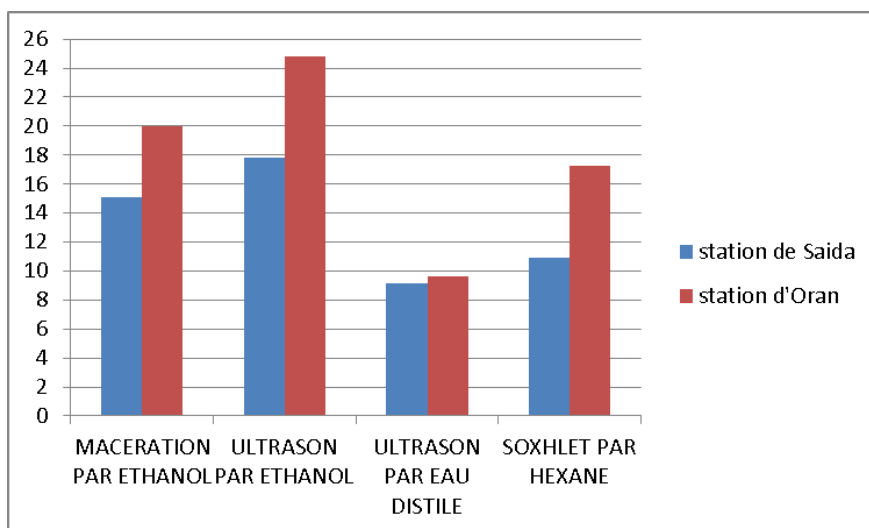


Figure N°33: comparaison des teneurs des flavonoides entre différents extraits des feuilles d'*Erica arborea*.

Les extraits éthanolique de la région de Saida renferment la quantité la moins remarquable des flavonoïdes, avec des valeurs de 15.13 ± 1.23 ; 17.86 ± 0.66 ; 10.9 ± 0.9 EQ mg/g pour extraits de macération éthanolique (MAE), ultrason éthanolique (UE), et soxhlet hexane (SOH) respectivement, versus 20 ± 1.07 ; 24.81 ± 1.14 ; 17.29 ± 1.04 EQ mg/g d'extrait pour celle de la station d'Oran (Figure N°33 et Tableau N°09).

D'autre part, il est important de noter que la technique d'extraction ultrason éthanolique (UE) reste la plus riche en flavonoïdes pour les extraits des deux régions.

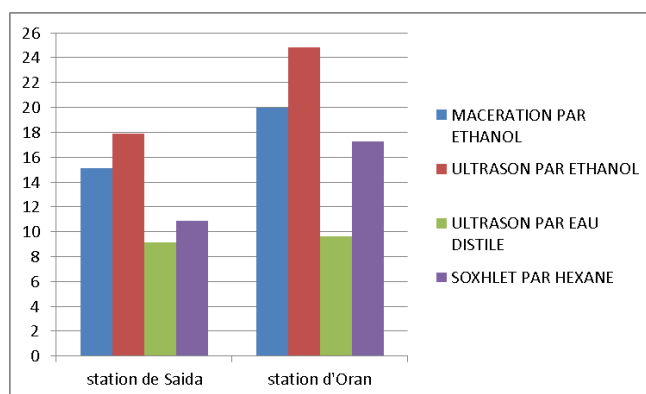


Figure N°34 : comparaison des teneurs en flavonoïdes par station entre différents extraits des feuilles d'*Erica arborea*.

Nous constatons, que les extraits éthanolique de la région d'Oran sont les plus riches en flavonoïdes, tandis que l'extrait aqueux le plus riche en flavonoïdes est obtenu dans la région de Saida (Figure N°34).

En comparant nos résultats avec les valeurs trouvées par Boudiaf et Rabehi (2022) dans la région de Médea, nous constatons que le teneur est similaire à notre, avec une concentration de 15 mg EQ/g d'extrait pour l'extrait éthanolique et 9 mg EQ/g d'extrait pour l'extrait aqueux, aussi le teneur est similaire aux résultats obtenus par Guendouz et *al.*, (2015) dans la région de Bejaia qui a signalé une concentration de 9.5 mg EQ/g d'extrait .

D'autre part, Les résultats obtenus par d'autres auteurs en Algérie sur la teneur en flavonoïdes des différents extraits de feuilles différent grandement de nos résultats. Certains d'entre eux ont trouvé des valeurs supérieures, entre eux ; Yaici et *al.*, (2019), Belarbi (2018) et Amroun (2018) qui ont trouvé 55,151.26 et 47.47 mg EQ/g d'extrait respectivement, tandis que Bramki et derbal (2019) a signalé une valeur de 1.53 mg EQ/g d'extrait.

Les travaux effectués sur les feuilles d'*E. arborea*, dans différents régions du monde, ont montré que la teneur en flavonoïdes est variable d'une région à l'autre ; Ay et *al.*, (2007) en a trouvé 2.27 mg EQ/g d'extrait (en Turquie) tandis qu'Amzouar et *al.*, (2013) en a trouvé 151.26 mg EQ/g d'extrait (nord du Maroc).

II.3.3.3 Dosage des tanins condensés

Le dosage des tanins condensés a été réalisé selon la méthode de trichlorure d'aluminium ($AlCl_3$), la catéchine a été utilisée comme étalon. L'absorbance a été déterminée à une longueur d'onde de 430 nm. Les résultats obtenus sont représentés dans le tableau N°10 et illustrés dans la figure N°36.

Pour cet objectif, une courbe d'étalonnage réalisée par la quercitine (Figure N°35) a été tracée.

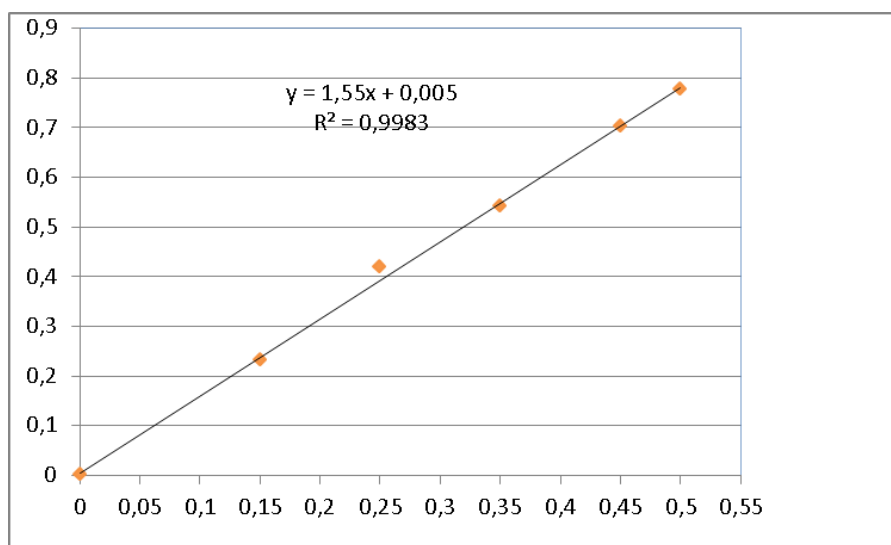


Figure N°35: courbe d'étalonnage pour les tannins condensés.

Tableau N°10 : le teneur en tanins condensés dans les extraits des feuilles d'*Erica arborea* dans les deux zones d'études.

Extrait	Teneur en tanins condensés (EC/g d'extrait sec)	
	La station de Saida	La station d'Oran
Macération éthanolique	5.17±0.05	5.94 ± 0.24
Ultrason éthanolique	6.16 ± 0.05	7.96 ± 0.81
Ultrason aqueux	06.11 ± 0.41	05.49 ± 0.71
Soxhlet par hexane	05.62 ± 0.69	07.6 ± 0.34

La teneur en tanins condensés était plus faible dans les deux zones d'étude et par les différentes techniques d'extraction, où les valeurs étaient comprises entre 5.17 et 7.96 mg EC/g d'extrait.

Toutes les valeurs de teneur en tanins condensés étaient proches et faibles, ce qui indique la pauvreté des feuilles d'*E. arborea* de tanin condensés (Tableau N°10).

Les figures N°36 et N°37 montrent comparaison des teneurs en Tanins condensés entre différents extraits dans différents régions des feuilles d'*Erica arborea*.

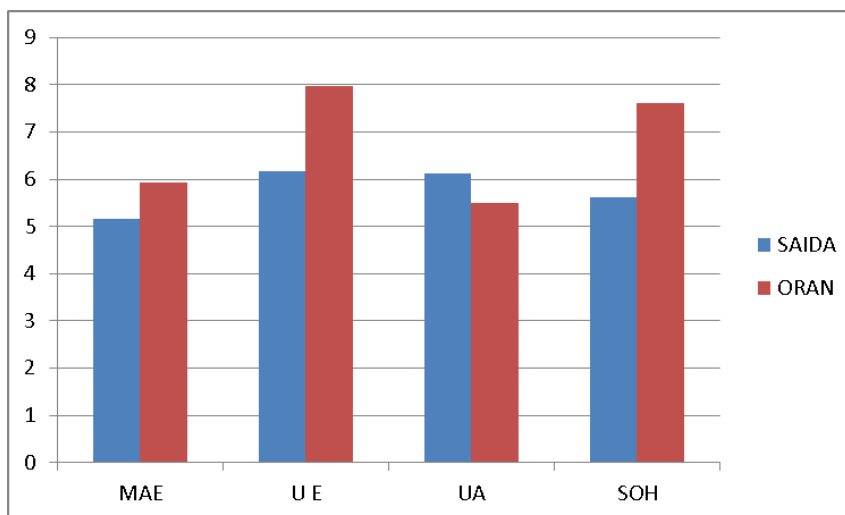


Figure N°36 : comparaison des teneurs en tanins condensés entre différents extraits des feuilles d'*Erica arborea*.

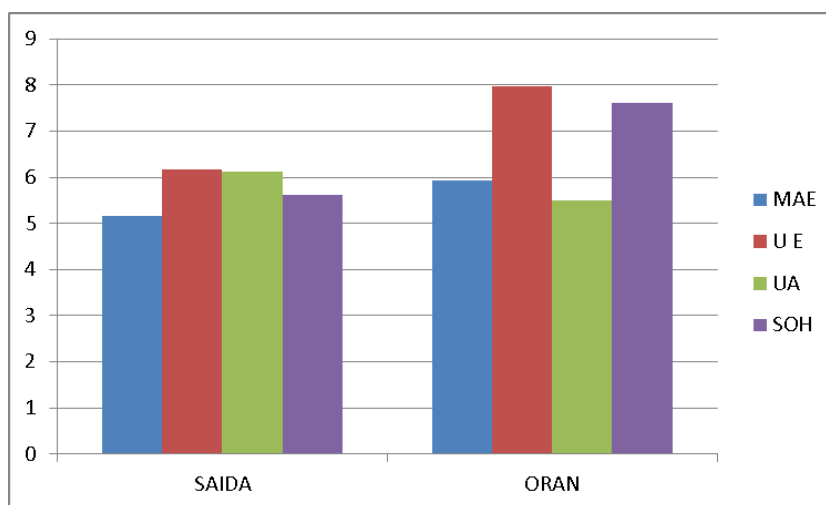


Figure N°37: comparaison des teneurs en tanins condensés par station entre différents extraits des feuilles d'*Erica arborea*.

II.3.4 Conclusion sur la composition chimique

Des différences significatives sont alors constatées à travers cette étude. Ceux-ci peuvent être expliqués par la différence dans les conditions écologiques, telles que le type de sol, les conditions microclimatiques, position géographique, le site, l'âge et le stade végétatif des plantes et des fruits.

De ce fait, les facteurs extrinsèques touchent particulièrement l'origine géographique et les conditions écologiques (climat et sol). Ainsi, les rendements de ces composés et leur composition différente suivant l'origine géographique de la plante, la durée d'exposition au soleil, les températures minimales et maximales, le régime des vents et la pluviométrie (Bouزيد khadidja, 2015).

Par contre, les facteurs intrinsèques sont des variables qui dépendent de la plante elle-même (Généétique, localisation et maturité). On cite comme exemple l'origine botanique, les chémotypes, les sites producteurs et le cycle biologique.

Les paramètres technologiques se résument surtout dans le mode d'extraction des composés naturels qui marque son empreinte sur la composition chimique et le rendement de ceux-ci. Ces multiples et divers paramètres sont liés entre eux et constituent un ensemble qui interfère au niveau du produit obtenu (bouزيد khadidja, 2015).

Dans des études antérieures, La récupération des composés phénolique à partir de matières végétales est influencée par leur solubilité dans le solvant d'extraction, le type de solvant, le degré de polymérisation des composés phénoliques, de l'interaction de ces composés avec d'autres constituants de la plante et la formation des complexes insolubles (Galvez et *al.*, 2005). En effet, Les différences dans la polarité des solvants utilisés peuvent aussi expliquer les différences de rendement d'extraction et leur teneur en composés phénoliques.

De ce fait, Il est donc difficile de définir une procédure standard pour l'extraction des phénols des végétaux.

Selon les travaux ultérieurs, la teneur en polyphénols et en flavonoïdes et tanins contenues dans les extraits d'*E. arborea* diffère d'un auteur à l'autre ce qui rend difficile de comparer strictement nos résultats à ceux de la bibliographie.

Il est important de souligner que le choix des solvants, ainsi que les conditions dans lesquelles l'extraction est effectuée, ont un impact direct sur la teneur des composés phénoliques et par conséquent sur leurs activités biologiques (Lee et *al.*, 2003).

Márquez-García et *al.*, (2009) et Amezouar et *al.*, (2013) ont rapporté un taux de polyphénols dans l'extrait de feuilles d'*E. arborea* égale à $81.37 \pm 8.63 \mu\text{g GAE/mg}$ et $78.49 \pm 0.047 \text{ mg GAE/g}$ de matière sèche, respectivement ; Ainsi Köroğlu et *al.*, (2019) indiquent des valeurs moyennes de 192 mg GAE/g . dans les extraits aqueux des parties aériennes d'*E. arborea*.

II.3.5 Valorisation d'*Erica arborea* par la détermination d'activité insecticide:

II.3.5.1 Taux de mortalité

La mortalité est le premier critère de jugement de l'efficacité d'un traitement chimique ou biologique. Le pourcentage de la mortalité observée chez les adultes témoins et traités par les extraits végétaux est estimé en appliquant la formule suivante (OuldElhadj et *al.*, 2006): Mortalité observée = [Nombre de morts / Nombre total des individus] \times 100

Concentration d'efficacité CE50

Les lettres CE désignent la «concentration d'efficacité», la CE50 correspond à la quantité d'une matière administrée en une seule fois qui cause la mort de 50% d'un groupe traité. La CE50 est une façon de mesurer le potentiel toxique à court terme (toxicité aiguë) d'une matière (Kemassi, 2014). Pour la présente étude, la méthode des Probits est suivie.

On a utilisé, la formule de Schneider (Kemassi, 2014) pour corriger le taux de mortalité :

Formule de SCHNEIDER : $MC = [M2 - M1 / 100 - M1] \times 100$

MC : % de mortalité corrigée.

M2 : % de mortalité dans la population traitée.

M1 : % de mortalité dans la population témoin.

Analyse des données :

On a des mortalités dans les groupes témoins ; il était donc nécessaire de corriger les données de mortalité.

II.3.5.2 Activité insecticide par contact sur papier filtre

La mortalité des adultes de *S. granarius* exposé à différents dosages de différents extraits des feuilles séchées d'*E. arborea* est donnée sous forme de (Figure N°38). Il montre une variation dans les taux de mortalité cumulée entre les lots traités selon : les différents extrais ; les différentes concentrations et les périodes d'exposition par rapport au témoin, pour les avec le taut de mortalité le plus élevé atteindre 69% à partir de dosage de 32 $\mu\text{l/ml}$ pour l'extrait de macération éthanolique après 72 heures d'exposition , le taut de mortalité le plus faible s'enregistrer pour l'extrait de soxhlet par hexane , tel qu'il ne dépasse pas 36% pour le dosage le plus élevé (40 $\mu\text{l/ml}$) après 72 heures d'exposition.



Figure N°38 : Photo d'effet de différents dosages de différents extraits des feuilles séchées d'*E. arborea* sur *S. granarius* (originale, 2023).

Tableau N°11: (a, b et c) Taux de mortalités de *Sitophilus granarius* par les différents extraits du feuilles d'*Erica arborea*.

a : Taux de mortalités de *Sitophilus granarius* par l'extrait de macération par éthanol.

Concentration ($\mu\text{l/ml}$)	Taux de mortalité des insectes (%)								
	24H			48H			72H		
8	0	1	1	2	2	1	3	3	2
16	2	2	1	4	4	3	8	5	5
24	2	2	2	5	5	4	7	6	6
32	2	2	1	5	5	5	8	7	7
40	3	2	2	5	4	5	9	7	6
Témoin	0	10	10	0	10	10	10	10	20

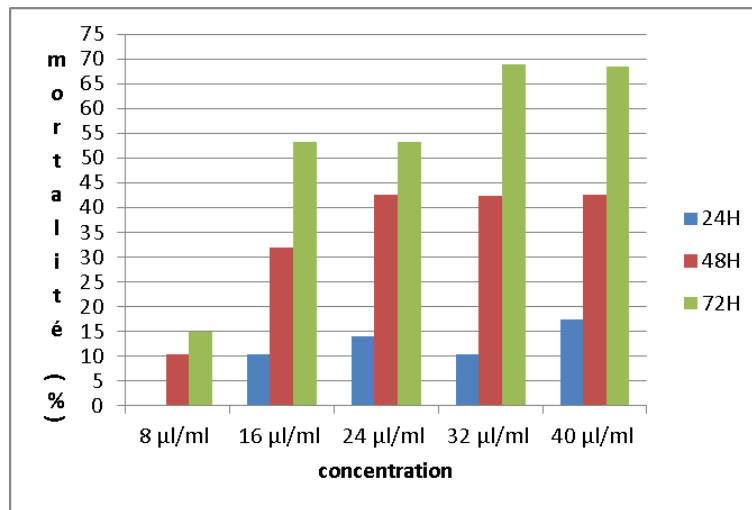
b : Taux de mortalités de *Sitophilus granarius* par l'extrait d'ultrason par éthanol.

Concentration n (µl/ml)	Taux de mortalité des insectes (%)								
	24H			48H			72H		
8	10	0	0	10	0	0	11,11	22,22	0
16	10	0	0	30	11,11	11,11	44,44	22,22	25
24	20	0	11,11	40	22,22	22,22	55,55	55,55	37,5
32	30	11,11	11,11	50	33,33	33,33	66,66	55,55	50
40	30	22,22	11,11	60	33,33	44,44	77,77	55,55	50
Témoin	0	10	10	0	10	10	10	10	20

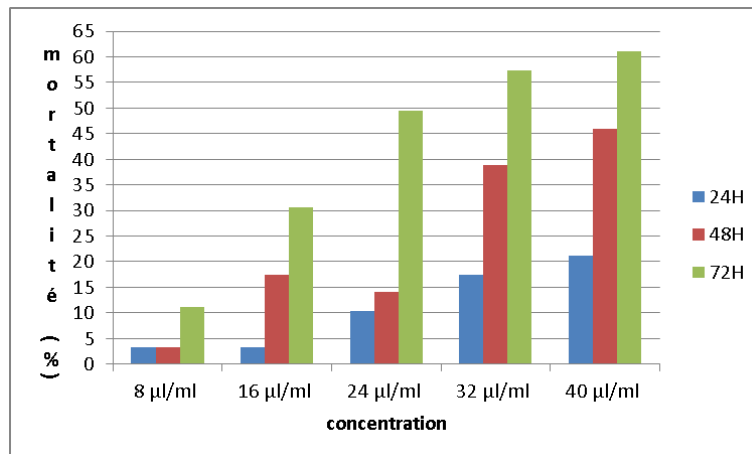
c : Taux de mortalités de *Sinophiles granarius* par l'extrait de soxhlet par hexane .

Concentration (µl/ml)	Taux de mortalité des insectes (%)								
	24H			48H			72H		
8	0	0	0	10	0	11,11	11,11	0	12,5
16	10	0	11,11	20	0	11,11	22,22	0	0
24	10	11,11	0	20	11,11	11,11	11,11	22,22	0
32	20	11,11	11,11	30	22,22	22,22	33,33	22,22	12,5
40	20	22,22	11,11	30	33,33	22,22	33,33	44,44	37,5
Témoin	0	10	10	0	10	10	10	10	20

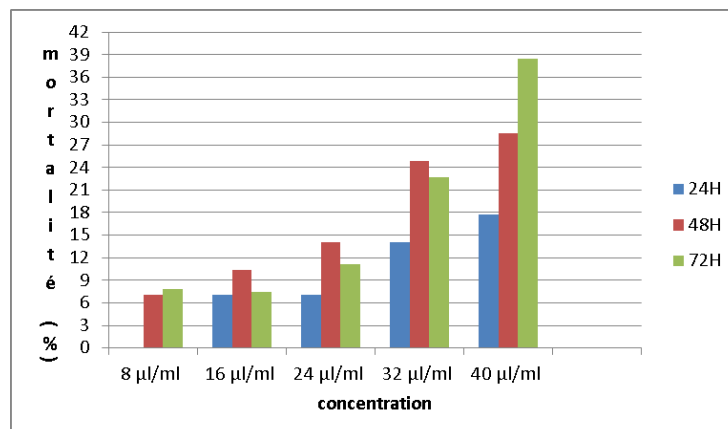
Selon les figures N°39 et N°40 ; le taux de mortalité de *Sitophilus granarius* augmente linéairement avec la concentration et le temps d'exposition.



a : Taux de mortalités de *Sitophilus granarius* par l'extrait de macération par éthanol.

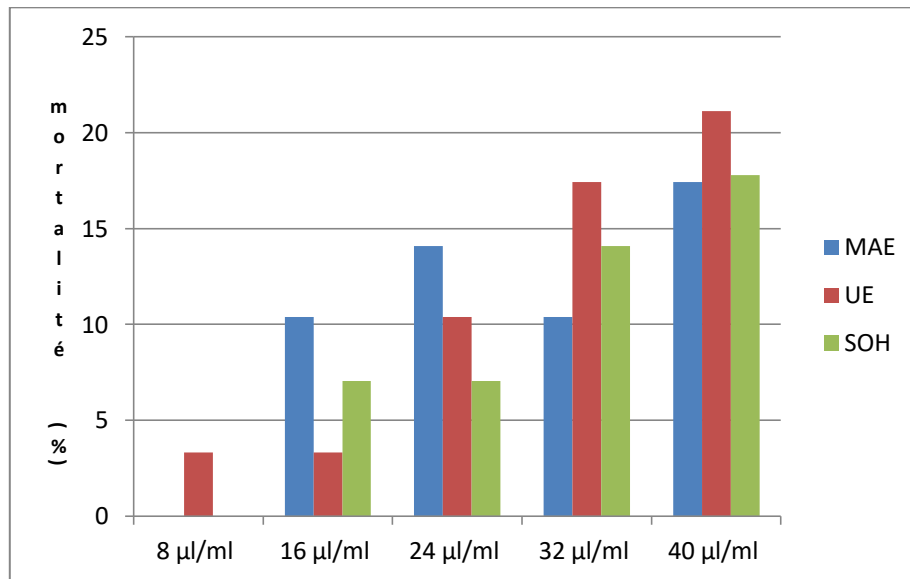


b : Taux de mortalités de *Sitophilus granarius* par l'extrait d'ultrason par éthanol.

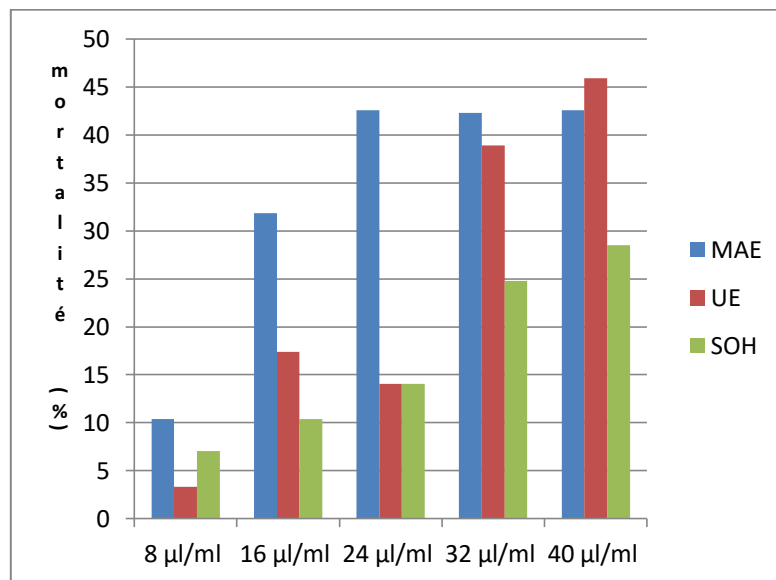


c : Taux de mortalités de *Sitophilus granarius* par l'extrait de soxhlet par hexane.

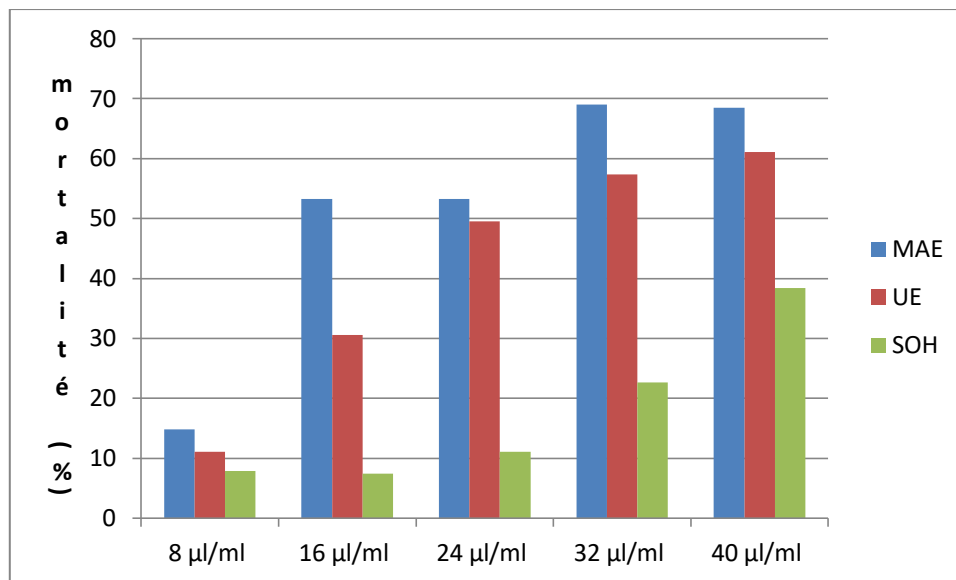
Figure N°39 : (a,b et c) : Taux de mortalités de *Sitophilus granarius* par différents extrait du feuilles d'*Erica arborea*.



a : Taux de mortalités de *Sitophilus granarius* pendant 24 heures d'exposition



b : Taux de mortalités de *Sitophilus granarius* pendant 48 heures d'exposition.



c : Taux de mortalités de *Sitophilus granarius* pendant 72 heures d'exposition.

Figure N°40 : (a, b et c) Taux de mortalités de *Sitophilus granarius* au cours de temps.

Conclusion

Conclusion

Erica arborea, une plante native des forêts du bassin méditerranéen, est largement distribuée sur le territoire algérien. Ses parties aériennes sont principalement utilisées dans la médecine traditionnelle algérienne pour leur action anti-inflammatoire et diurétique.

Nos connaissances cette étude n'est pas la première recherche met en évidence l'effet des extraits sur l'insecte et son utilisation comme insecticide.

Notre étude a montré que le rendement d'extraction diffère entre les régions d'Oran et de Saida selon la différence de méthode d'extraction, ou en macérations nous avons enregistré le pourcentage le plus important à Oran 22,18%, ultrason 16,5%, et Soxhlet 4,55% par rapport à Saida macération éthanolique 20,18%, ultrason éthanolique 10,10%, et Soxhlet hexane 4,051%, à l'inverse ultrason eau enregistré le pourcentage élevé en Saida 11,1% et 10% à Oran.

Concernant l'effet insecticide de contact sur papier filtre de différents extraits des feuilles d'*Erica arborea* contre les adultes de *Sitophilus granarius*. Les résultats ont révélé manifestent une toxicité importante atteinte à 69% pour une dose de 32 µl/ml après 72 heures d'exposition.

Les effets toxiques des extraits de feuilles d'*E. arborea* pourraient dépendre de sa composition chimique. Tel que l'extrait de macération éthanolique qui contient le teneur le plus élevé des composés phénoliques marque le taux de mortalité le plus élevé. Tandis que l'extrait de Soxhlet par hexane qui contient le plus faible teneur en composé phénolique marque le taux de mortalité le plus faible.

Ces résultats obtenus *in vitro* ne constituent qu'une étape dans la recherche des substances naturelles d'origine végétale.

Référence bibliographique

- 01. Abbassi et Touil ,2019 in beng mark, 2004** : contribution à l'étude phytochimique de feuilles de *pergularia tomentosa* L. dans la région d'El-oued.
- 02. Abdelli, I ., 2018** . Caractérisation physicochimique des huiles d'olive de quatre région de la Kabylie et étude de leur activité biologique à l'égard des deux insectes ravageurs des grains stockés, *Rhyzoperta dominica* et *Sitophylus granarius*, mémoire de master, univ Tizi-Ouzou, pp 46.
- 03. Aidani H., 2015** . Effet des attaque de capucin des garins (*Rhizopertha dominica*) sur les céréales stockées Mémoire fin d'étude université abobeker belkaid Pp 41-42.
- 04. Ait Youssef M., 2006** . Plantes médicinales de kabylie. Edition Ibis Press, Paris. Pp. 37–38.
- 05. Allam A., Borsali A., Kefifa A., Zouidi M., farnet M., 2021** . Impact of water erosion on the properties of forest soils .13 (2):10921.Not scibiol, 13 (2),10921.
- 06. Alzouma I., 1990** . Les problèmes de la post-récolte en Afrique sahélienne in Fouabi K. and Philogene J. (eds.). Actes du Séminaire International de la post-récolte en Afrique. Abidjan, Côte d'Ivoire. 29 jan. - 02 fev : Pp 22-27.
- 07. Amjad H., 2005** . Etude du pouvoir antimicrobien et antioxydant des huiles essentielle et flavonoïdes de quelques plantes de la région de Tlemcen, thèse de Magistère. Université de Tlemcen. P 140.
- 08. Arrab, R., 2016** . Effet insecticide des plantes *Melia azedarach* I et *Peganum harmala* L. sur l'insecte des céréales stockées *Tribolium castanum*herbest (Coleoptera , Tenebrionidae). Magister, unv. Farhat Abbas Sétif.
- 09. Aubert G., 1978** . Relations entre le sol et cinq espèces d'Ericacées dans le Sud-est de la France. Oecol Plant.13. Pp 253–269.
- 10. Baba Aissa F., 2000** . Encyclopédie des plantes utiles : Flore d'Algérie et du Maghreb, Substances végétales d'Afrique, d'Orient et d'Occident. Ed Librairie moderne Rouiba, 217 p.
- 11. Balachowsky A. S., 1963** . Entomologie Appliquée à L'agriculture, les Coléoptères. Ed .Masson et Cie, T.1, Pp 314-315.
- 12. Balachowsky A., et Mesnil L., 1936**. Insectes nuisibles aux plantes cultivés, leur moeurs, leur destruction.Ed. Basson, Paris, Tome 1, Pp 11-37.

Référence bibliographique

13. **Beddou F., 2015.** Etude phytochimique et activités biologique de deux plantes médicinales sahariennes *Rumex vesicarius* L et *Anvillearadiata*Coss. & Dur. Thèse de doctorat en biologie cellulaire et biochimie. Université Abou Bekr Belkaid, Tlemcen.
14. **Bennani M., Jean Fietb H., et Adlounia A., 2009.** impact des huiles essentielles sur le cancer de la prostate, étude de l'effet antiprolifératif des polyphénols. *Revue francophone des laboratoires*,56(2),23-26.
15. **Bekon K., et Fleurat-Lessard F., 1989.** Evolution des pertes en matière sèche des grains dus aux ravageurs secondaires *Triboliumcastaneum* (Herbst) (Coléoptère; Tenebrionidae), lors de la conservation des céréales. In *Céréale en région chaudes*. AUPELF-UREF, John Libbey Eurotext, Paris, 97-104.
16. **Belauaer R., in Selahdja A ., 2020.** Synthèse bibliographique sur les méthodes de lutte contre les ravageurs des denrées stockées, mémoire de master,univ de Bordj Bou Arréridj.
17. **Belhoucine L., 2013.** fungi associated with *platypus cylindrus* Fab. (coleoptera, curculionidae, platipodinae) in a young stand of cork oak in the forest of M'sila (Oran, north-western Algeria): specific study of the biology and epidemiology of the insect. PhD thesis, Aboubakr Belkaïd University, Tlemcen, Algeria. P 200.
18. **Belloum N., et Nani N., 2020 in Boutaghane, 2013.** contribution à l'étude phytochimique de racine de *pergularia tomentosa* L. dans la region d'El-Oued.
19. **Benarba B., Belabid L., Righi K., Bekkar A.A., Melouissi M., Khaldi A., Hamimed A., 2015:** Ethnobotanical study of medicinal plants used by traditional healers in Mascara (North West of Algeria). *J. of Ethnopharmacol.* 175: 626–637.
20. **Benlameur Z., 2016.** Les ravageurs des denrées stockées et leur impact sur la santé humaine, thèse de doctorat, Ecole Nationale Supérieure Agronomique El-Harrach ALGER, p 114.
21. **Bensikaddour H., et Bachkat S., 2017 in cavin , 1999 .** Étude phytochimique et activité biologique de mélange (feuilles, fleurs et brindilles) de *Thynelaea lirsuta*.
22. **Bensniwa et Meribai H., 2019.** valorisation des plantes aromatiques et médicinales (PAM) dans la wilaya de constantine.

Référence bibliographique

- 23. Benyahia, 2017 in christianson, 2008.** Étude phytochimique et dosage de quelques composés phenoliques des fruits d'*Elettaria cardamomum* et évaluation de son activité antioxydante .
- 24. Benzitoune N., et Boutouil D., 2018 in Tessier et marconnet, 1995.** Mise en évidence de quelques activités biologiques d'un extrait poly phénolique des graines de *pinus halepensis*.
- 25. Bessah R., and Benyoussef E. H., 2014.** Essential Oil Composition of *Erica arborea* L. Leaves From Algeria, *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, TEOP, 17 (5), 931 – 935.
- 26. Bouchelta A., Boughdad A., Blenzer A., 2005.** Effets biocides des alcaloïdes, des saponines et des flavonoïdes extraits de *Capsicum frutescens* L. (Solanaceae) sur *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hom ; Aleyrodidae). *Biotechnology, Agronomy, Society and Environment* 9: 259-69.
- 27. Boucher C., et Doux Y., 2011.** Guide Des Arbres et Arbustes de Méditerranée. 2^{ème} Ed., Delachaux et Niestlé, Paris, France. Pp 319-320.
- 28. Boudy P., 1955.** Economie forestière Nord Africaine. Tome IV. Description forestière de l'Algérie et de la Tunisie. Paris : La rose, Pp 481.
- 29. Bouhenna M. M., Chemat S., Harrat Z., 2019.** Leishmanicidal and Cytotoxic Activity of Algerian Medicinal Plants on *Leishmania major* and *Leishmania infantum*. *J. Med. Microbiol. Infect. Dis.* 7 (3): 66-71.
- 30. Bouhraoua R.T., 2003.** situation sanitaire de quelques forêts de chêne-liège de l'ouest Algérien : étude particulière des problèmes posés par les insectes, thèse d'état département de foresterie, faculté des sciences, université de Tlemcen, Pp:8-87.
- 31. Boutalbi N., 2016.** les montagnes de Tavernet à Saida sont une destination touristique qui a besoin d'investissements, *Al-jumhuriya* le 15-05-2016.
- 32. Bouziane Z., 2017 in chevallier, 2001.** Contribution à l'étude ethnobotanique des plantes médicinales de la région d'azail (Tlemcen-Algerie).
- 33. Bouzraya et Alachie, 2021 in salen, 2008.** Etude ethnobotanique et inventaire des plantes médicinales et aromatiques à jabal al-Wahsh, Constantine.

Référence bibliographique

- 34. Bruneton J., 1999.** Pharmacognosie, Phytochimie, Plantes médicinales. Technique & Documentation, Paris, 721-741.
- 35. Chabrier J. Y., 2010.** Plantes médicinales et formes d'utilisation en phytothérapie Thèse diplôme d'état de docteur en pharmacie, Faculté de pharmacie Université Henri Poincaré, Nancy 1.
- 36. CHAMP B. R., et DYTE C. E., 1976.** Rapport de l'enquête mondiale de la FAO sur les insectes des céréales entreposées et leur sensibilité aux insecticides. FAO, Rome, p 374.
- 37. Chang C., Yang M., Wen H. et Chern J., 2002.** Estimation of total flavonoïd content in propolis by two complementary colorimetric methods J food drug analysis 10 ; Pp178-182.
- 38. Chevalier A., 2008.** Note Sur Erica arborea et sur l'Emploi de ses Souches Pour la Fabrication des Pipes. Revue de Botanique Appliquée et d'Agriculture Coloniale, 74, 649-656.
- 39. Christenhusz M. J. M. et Byng J.W., 2016.** The number of known plants species in the world and its annual increase. Phytotaxa. 261(3): 201–217.
- 40. Christine B., 2001.** Contrôle de la qualité des céréales et protéagineux, guide pratique. 2^{ème} Edition, 124-154.
- 41. Christophe A., 2014.** Limites et risque de la phytothérapie, Université de limoges, p12-14.
- 42. Clémence R. et Dongmo M., 2009.** clinique et pharmacologie évaluation de l'activité antidermatophytique des extraits au méthanol et fractions d'acalyphaman niana (euphorbiacées) et tristem mahirtun (mélastomatacées), universite de Ds Hang. Master enbiochimie, p34.
- 43. Cornara L., La Rocca A., Marsili S., Mariotti M.G., 2009.** Traditional uses of plants in the Eastern Riviera (Liguria, Italy). Journal of Ethnopharmacology. 125 (1): 16-30.
- 44. Cruz J. D. Hounhouigan J ; et Fleurat-Lessard F ; avec la collaboration de francistroute, 2016.** La conservation des grains après récolte Quæ CTAP resses agronomiques 2016 page 165 et 168.
- 45. C.F.W.O, 1997.** Conservation des forets de la wilaya d'Oran presentation generale, Dir, Gen, for, minagri ; juin, Pp24.

Référence bibliographique

- 46. Darias V., Martín-Herrera D., Abdala S., de la Fuente D., 2001. Plants Used in Urinary Pathologies in the Canary Islands. *Pharmaceutical Biology*. 39 (3). 170–180.**
- 47. Delaveau P., 1987.** Les épices, histoire, description, et usage des différents épices, aromates et condiments. (Ed) Albin Michel. 372P.
- 48. Djebbouri M., 2020.** Study of the biodiversity, structure and dynamic evolution of the forest massif of the region of Saida. Algeria. Doctoral thesis, Dr. Tahar Moulay Saida University, Algeria. 335P
- 49. Drissi A., Bennani H. et Giton F., 2016.** Tocopherols and Saponins Derived From Some Moroccan Plants Exert an Antiproliferative Effect on Human Prostate Cancer. *Cancer Investigation* 24 (6), 588-92.
- 50. Ebrahim et al, 2010 in Maaroufi et al, 2016.**
- 51. Eddaikra N., Boudjelal A., Sbabdji M.A., Eddaikra A., Boudrissa A.E.K., Yaici K., 2020.** Etude floristique et Ethnobotanique des plantes médicinales dans le Tell Sétifien (forêt de Tamntout, Beni Aziz), Essai de caractérisation biologique et pharmacopée de l'espèce *Erica arborea* L. Thèse de doctorat, Département Ecologie et Environnement, Université Ferhat Abbas Sétif1, Algérie. 180p.
- 52. El-mouloud Bouchouka, 2016.** extraction des polyphénols et étude des activités antioxydante et antibactérienne de quelques plantes Sahariennes.
- 53. Emna.C, 2019.** Eco-extraction et valorisation des métabolites primaires et secondaires des différentes parties de *pistacia lentiscus* .
- 54. Farnsworth N., Akerele O., Bingel A., Soejarto D., et Guo Z., 1986.** Places des plantes médicinales dans la thérapeutique. *Bulletin de l'organisation mondiale de la santé*. 64(2) : 159-164P.
- 55. Feknous S. et Saidi F., Ramdhane MS., 2014.** Extraction caractérisation et identification de quelques métabolites secondaires actifs de la mélisse (*Melissa officinalis* L.). *Nature et Technologie*. n°11, p7-13.
- 56. Fleurat lessard F., 1982.** Les insectes et les acariens in conservation et stockage des grains et graines et produits dérivés, Ed Lavoisier et Apria, Paris, 349-396 pp.

Référence bibliographique

- 57. Fleurat-Lessard F., 1978.** Les insectes et les acariens des denrées stockées, Autres méthodes de lutte .Coed.Afnor-Itcf , Paris, 165-168. (Fleusart, 2015).
- 58. Fleurat -Lessard F., 2015.** Résidu de pesticides dans les céréales alimentaires : origine, devenir et gestion raisonnée (page 42 44, 51) .
- 59. Gahukar R.T., 1989.** Pest and disease incidence in pearl millet under different plant density and intercropping patterns. *AgricEcosyst Environ* 26:69– 74.
- 60. Gavira C., 2013.** Production de terpènes fonctionnalisés par les cytochromes P450 de plantes recombinants. Université de Strasbourg, 314p.
- 61. Gerozisis J, Hadlington P. et Staunton I. 2008.** *Urban Pest Management in Australia.* University of New South Wales Press, Sydney.
- 62. Gheriani F. et Khemis S., 2019** *in sanago, 2006.* valorisation de deux plantes médicinales algériennes.
- 63. Godon B., 1991.** Biotransformations des produits céréaliers. Ed : Tec et Doc. Lavoisier. Paris. 688p.
- 64. Guendouze-Bouchefa N., Madani K., Chibane M., Boulekbache-MakhloufL., Hauchard D., KiendrebeogM., Stévinny C., NdjoloOkusaP. and Duez P. 2015.** Phenolic Compounds, Antioxidant and Antibacterial Activities of T hree Ericaceae from Algeria. *Industrial Crops and Products* 70, 459–466.
- 65. Gueye M.T., Seck D., Wathelet J.P. et Lognay G., 2011.** Lutte contre les Ravageurs des stocks de céréales et de légumineuses au Sénégal et en Afrique occidentale : synthèse bibliographique. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ* .15(1): 183-194.
- 66. Guingnard J.L. 2001.** Botanique Systématique Moléculaire.12ème Ed., Masson, Paris, France. P. 290 -291.
- 67. Hamim H., Lucie Miche B., Ahmed DouaikC., Mrabet R., Ouhammou A., Robin D. and Hafidi M. 2017.** Diversity of Fungal Assemblages in Roots of Ericaceae in Two Mediterranean Contrasting Ecosystems. *Académie des Sciences, Elsevier Masson SAS,* 1, 1-12.
- 68. Inge de Groot. K., 2004.** Protection des céréales ET des légumineuses stockées. Ed.FondationAgromisa, Wageningen, Pays Bas, 74 p.

Référence bibliographique

- 69. Jaloux B., 2004.** La discrimination interspécifique par *Eupelmusvilleti* (hymenoptera:eupemidae) des hôtes parasités par *dinarmusbasalis* (hymenoptera : pteromalidae). Thèse de doctorat, Tours, 161p.
- 70. Jörg Z., Peter J. F. 2008.** Alkaloid Biosynthesis: Metabolism and Trafficking. Annual Review of Plant Biology, vol. 59:735-769.
- 71. Justin N. K., Edmond S., Ally R. M. and Xin H., 2014.** Plant Secondary Metabolites: Biosynthesis, Classification, Function and pharmacological properties. Journal of Pharmacy and Pharmacology, 2 : 377-392.
- 72. Kazi tani C., 2011.** Contribution à l'étude des des communautés d'adventices des cultures du secteur phytogéographique oranais (Nord-Ouest algérien): Aspects botanique, agronomique et phyto-écologique. Th.Doc. Etat. Univ. Tlemcen. 284 p.
- 73. Kechaoui L., et Mekdoud S., 2022.** Effet biocide de deux huiles essentielles de la lavande (*Lavandulastoechas*) et de l'eucalyptus (*Eucalyptus globulus*) à l'égard de deux insectes ravageurs secondaire de blé *Tribolium castaneum* et *Sitophilus granarius*. Mémoire master univ TIZI-OUZOU , 57 p
- 74. Kemassi, 2014.** Toxicité comparée des extraits d'*Euphorbia guyoniana* (Stapf.) (Euphorbiaceae), *Cleome arabica* L. (Capparidaceae) et de *Capparisspinosa* L. (Capparidaceae) récoltés de la région de Ghardaïa (Sahara septentrional) sur les larves du cinquième stade et les adultes de *Schistocercagregaria* (Forskål, 1775) (Orthoptera-Cyrtacanthacridinae) thèse de doctorat en Écologie Saharienne et Environnement, université de KasdiMerbah-Ouargla, 264 p.
- 75. Ketoh G.K., Glitho I.A. et Huignard J., 2002.** Susceptibility of the bruchid *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae) and its parasitoid *Dinarmus basalis* (Hymenoptera: Pteromalidae) to three essential oils. *J. Econ. Entomol.*, 95 (1), p 174-182.
- 76. Lacoste Y., 2003.** De la géopolitique aux paysages. Dictionnaire de la géographie. Armand Colin / VUEF, Paris, 413p.
- 77. Lale N.E.S. et Vidal S., 2003.** Simulation studies on the effects of solar heat on egg-laying, development and survival of *Callosobruchus maculatus* (F.) and

Référence bibliographique

Callosobruchussubinnotatus (Pic) in stored bambara groundnut *Vigna subterranea* (L.) Verdcourt. J. Stored Prod. Res. 39, 447-458.

78. La Mantia T., Giaimi G., La MelaVeca D S., et Pasta S., 2007. The role of traditional *Erica arborea* L. management practices in maintaining northeastern Sicily's cultural landscape. Forest Ecology and Management. 249. 63–70.

79. Larfi F. et Khiri A., 2015 in collin et crouzet , 2011. Optimisation des conditions d'extraction de polyphénols du thé vert utilisé comme agent antibactérien.

80. Lavoisier, 2010. Dictionnaire d'entomologie pages 86 et 87.

81. Longstaff B.C., 1981. Biology of the grain pest species of the genus *Sitophilus* (Coleoptera: Curculionidae): A critical review. Protection Ecology.,2: 83-130.

82. Manallah A., 2012 in shinizu, 2004. Activites antioxydante et anticoagulante des polyphénols de la pulpe d'olive *olea europaea* L.

83. MANN J., 1987.Secondary Metabolism. Clarendon press, Oxford, UK .

84. Mansouri M. et Mokhtari A., 2021. étude de l'activité biologie des rameaux de cédrus *Atlantica manetti*.

85. Mebarkia A., Khalfi O. et Guechi A., 2001. Problèmes phytosanitaires des céréales stockées en régions semi-aride. Journées Scientifiques et Technique Phytosanitaires, 12 et 13 Nov, MAP, INPV El-Harrach, 119-126.

86. Mebirouk-Boudechiche L., Abidi S., Boudechiche L., et Gherssi M., 2016. Evaluation of forage produced by *Erica arborea*, shrub species found in Algerian alder forests in wetlands of northeastern Algeria. Fourrages, (225), 71-74.

87. Meddour R., Meddour-Sahar O., 2015. Medicinal plants and their traditional uses in Kabylia (Tizi-Ouzou. Algeria). AJMAP. 1 (2): 137-151.

88 Mekki A., Sarir B. et Zine A., 2022 in Manchado, 2016. étude de quelques activites biologiques des cones de cedrus atlantica manetti.

89. MEW T.W., Misra JK., 1994. Amanual of rice seed healttesting , Manila (Philippines): IRRI, 113 p 16, 353–364.

Référence bibliographique

- 90. Ojeda F., Arroyo J. et Maranon T., 1998.** The phytogeography of European and Mediterranean heath species (Ericoideae, Ericaceae): a quantitative analysis. *Journal of Biogeography*. 25. 165–178.
- 91. Ojeda F., Arroyo J. et Maranon T., 2000.** Ecological distribution of four co-occurring Mediterranean heath species. *Ecography*. 23. 148–159.
- 92. Ould El Hadj M. D., Tankari Dan-Badjo A., Halouane F. et Doumandji S., 2006.** Toxicité comparée des extraits de trois plantes acridifuges sur les larves du cinquième stade et sur les adultes de *Schistocercagregaria* (Forskål, 1775) (OrthopteraCyrtacanthacridinae). *Sécheresse*, 17(3): 407-414.
- 93. Porter N., 2001.** Essentiel oil and their production, crop and food research. Number 39.
- 94. REES D., 2007.** Insects of stores grain. Secondedition.CSIRO publishing. Collingwood, 81pp.
- 95. Reichmuth Ch., Schöller M., Ulrichs C., 2007.** Stored Products Pests in Grain. Morphology, Biology, Damage and control. Agro Concept Verlagsgesellschaft: Bonn; 170 p.
- 96. Rhattas M., 2016.** Etude ethnobotanique des plantes médicinales dans le parc national de talassemtane (rif occidental du maroc). *Journal of applied biosciences* ,97,36-37.
- 97. Saouli S. et Abdennabi B., 2020 in meda et al., 2013.** Construbtion à l'étude des caractéristiques phytochimiques de l'extrait aqueux de *rosmarinus officinalis* L.
- 98. Steffan J. R., 1978.** Description et biologie des insectes, 1-65 In Scotti, G.Les insectes et les acariens des céréales. AFNOR/ITCF, Paris, 238 P .
- 99. Stevens P.F., 2001.** Angiosperm Phylogeny Website. In Version 7, May 2006.
- 100. Suna S., Özcan-Sinir G., Tamer C. E., İncedayi B., Çopur, Ö. U., 2018.** Antioxidant capacity and physicochemical characteristics of carbonated *Erica arborea* tea beverage. *Beverages*, 4(3), 50.
- 101. Tazerouti-Bendiffallah L., Bakour K. et Kellouch AEK, 2001.** Etat sanitaire des denrées entreposées dans les unités de stockage de Draa Ben Khedda, Bouira et Ain Bessam. Journées Scientifiques et Techniques Phytosanitaires, 12 et 13 Nov, MAP, INPV El-Harrach, 355-360.

Référence bibliographique

102. Terras M., 2011. Typologie, cartographie des stations forestières et modélisations des peuplements forestiers. Cas des massifs forestiers de la wilaya de Saida (Algerie) PhD thesis , université Abou bakr Belkaid , telemcen, Alegria.

103. Teuscher E., Iobstein A. et Anton R., 2017. Plantes aromatiques, épices, aromates, condiments et huiles. 3^{ème} ed. Lavoisier, Paris, France. P.203-204.

104. Thiffult N., 2015. *Ericaceae* et Régénération Forestière Sous Enquête. Bulletin du ministère des ressources naturelles et de la faune, Québec, Canada, 1, 103-130.

105. Tissouras Fatiha, 2014. Extraction, identification et mise en évidence des propriétés des huiles de graines des espèces d'Acacia (*A.raddiana*) des zones arides algériennes.

106. Wichtl M., Anton R., 2009. Plantes thérapeutiques tradition, pratique officinale, science et thérapeutique. Édition LAVOISIR, Paris, 291-293p.

107. Yaici K., Dahamna S., Moualek I., Belhadj H., Houali K., 2019. Evaluation of the Content of Phenolic Compounds. Antioxidant and Antimicrobial Properties of *Erica arborea* L. (*Ericaceae*) in Traditional Medicine of Setifian Tell in the East Algerian. Phytothérapie.

108. Zengin G., Cvetanović A., Gašić U., Stupard A., Bulute G., Senkardese I., Dogane A., Seebaluck-Sandoramf R., Rengasamyg K.R.R., Sinana K.I., Mahomoodallyf M.F., 2019. Chemical composition and bio-functional perspectives of *Erica arborea* L. extracts obtained by different extraction techniques: Innovative insights. Ind. Crop. Prod.142, 111843.

Sites :

UNIV-usto.dz. université des sciences et techniques d'Oran Mohamed Boudiaf.

[http S://m.marefa.org](http://m.marefa.org)