

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur
Université de Ghardaïa
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre
Département des Sciences Agronomiques



Mémoire
en vue de l'obtention du diplôme de
Master académique en Sciences Agronomiques
Spécialité : Protection des végétaux

THEME

Evaluation de la phytotoxicité d'huile essentielle
sur la germination de quelques céréales

Présentée et Soutenue publiquement
Par :

Belkacemi Souad

le: 22 - 5 -2017

Devant le jury composé de :

Arbouche Halima Saadia	Professeur	Univ. Ghardaïa	présidente
Mehani Mouna	Maître de conférence A.	Univ. Ghardaïa	Encadreur
Salhi Nesrine	Maître de conférence A.	Univ. Ouargla	Co-encadreur
Ouaali Bakir Moussa	Maître assistant	Univ. Ghardaïa	Examineur

Année universitaire: 2016-2017

Dédicaces

A mes très chers parents

A mes frères, Mohamed, Ibrahim et Abdellah

A mes sœurs, Zahra, Amina

A toute ma famille Belkacemi et Meskine

Sans oublier mbarqa, souad, houda et houssin

Souad

Remerciements

Tout d'abord je remercie ALLAH tout puissant qui nous a donné, le courage et l'ambition et la patience pour réaliser ce modeste travail.

Avant tout Je tiens à remercier du fond du cœur et infiniment Dr. Mehani Mouna pour avoir accepté de diriger mon mémoire. Je la remercie également pour sa disponibilité, sa gentillesse et patience , sons conseils et pour le temps qu'elle nous a consacré pour mon mémoire, et son ouverture d'esprit.

J'adresse mes remerciements à ma co-encadreur de mémoire, Dr. Salhi Nasrine

Mes profonds remerciements à tous les membres de cet honorable jury qui ont bien eu l'amabilité de siéger cette soutenance et ont accepté de poser sur le présent travail leur clairvoyant regard d'évaluateur.

A tous les enseignants de Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre sans oublier les enseignants de Département des Sciences Agronomiques.

Je tiens également à remercier l'équipe du laboratoire de génie des procédés de l'université Kasdi Merbah de Ouargla, et l'équipe du laboratoire de microbiologie de l'université de Ghardaïa, pour leur accueil, leur sympathie ainsi que leurs idées constructives.

Je voudrais remercier du fond du mon cœur Mr. Hassan pour ses nombreux conseils et de ses encouragements , Merci pour tout le bonheur que tu m'apportée, Merci aussi pour ta patience et ton soutien

Toute la promotion de master II protection des végétaux année 2016-2017

Enfin, J'adresse mes remerciements à tous les gens qui m'ont aidé de loin ou de près pour leur soutien, leurs conseils et leur participation directe ou indirecte à mon travail.

Souad belkacemi

Résumé

En Algérie, les produits céréaliers occupent une place stratégique dans le système alimentaire et dans l'économie nationale. Les céréales peuvent être infectées par nombreux pathogènes fongiques.

L'augmentation de l'utilisation des agents chimiques comme des fongicides sont effectués négativement sur la santé humaine et la pollution de l'environnement, phytotoxicité et la sélection de populations de pathogène résistant aux traitements. Par conséquent nécessaire de développer de nouvelles méthodes, C'est les huiles essentielles pour leurs propriétés antiseptiques antiparasitaires, antivirales...comme un lutte biologique.

Ce travail s'intègre dans le cadre des études de la potentialité de phytotoxicité des huiles essentielles d'*Eucalyptus camaldulensis*, sur la germination de trois espèces de céréale (le blé tendre, l'orge et l'avoine), Les huiles essentielles ont été extraites par hydrodistillation à l'aide d'un appareil type Clevenger, Ceci nous a incité à faire une analyse in vitro les graines des céréales ont été traitées par le trempage dans l'extrait à concentration 50µl.

Les résultats des tests phytotoxicité montrent que l'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis* à une concentration de 50µl marque un taux de toxicité faible sur la germination de toutes les variétés de céréales étudiées : l'orge (*Hordeum vulgare* (Saida183)) l'avoines (*Avena sativa* L. subsp. *Sativa* (sonar)) et le blé tendre (*Triticum aestivum* L var HD1220 (Sersou)). par conséquent, l'ensemble de ces résultats obtenus in vitro ne constituent qu'une ébauche à la recherche scientifique des substances naturelles pour la lutte biologique.

Mots clés : phytotoxicité, céréale, *Eucalyptus camaldulensis*, huile essentielle, Ghardaïa

Abstract

In Algeria, cereal products occupy a strategic place in the food system and in the national economy. Cereals can be infected by numerous fungal pathogens.

Increased use of chemical agents such as fungicides are negatively affecting human health and environmental pollution, Phytotoxicity and selection of resistant pathogen populations.

Therefore, it is necessary to develop new methods, to savory biological control, by the use of essential oils which are characterized by antiseptic antiparasitic, antibacterial and antifungal properties.

This work is part of the study of the phytotoxicity potential of *Eucalyptus camaldulensis* essential oil on the germination of three cereal species (common wheat, barley and oats), Essential oils were extracted by steam distillation using Clevenger-type apparatus adapted and analyzed This prompted us to do an in vitro analysis of the seeds of cereals treated by soaking In the essential oil extract of *Eucalyptus camaldulensis* at a concentration of 50 μ l.

The results of the phytotoxicity tests show that the essential oil of *Eucalyptus camaldulensis* at a concentration of 50 μ l marks a low toxicity rate on the germination of all the varieties of cereals studied: barley (*Hordeum vulgare* (Saida183)) oats (*Avena sativa* L. subsp. *Sativa* (sonar)) and soft wheat (*Triticum aestivum* L var HD1220 (Sersou)). Therefore, all of these in vitro results are only a rough draft for the scientific research of natural substances for biological control.

Key words: phytotoxicity, cereal, *Eucalyptus camaldulensis*, essential oil, Ghardaia

الملخص

في الجزائر، تحتل منتجات الحبوب مكانة استراتيجية في النظام الغذائي وفي الاقتصاد الوطني. يمكن أن تصيب الحبوب العديد من مسببات الأمراض الفطرية .

زيادة استخدام العوامل الكيميائية مثل مبيدات الفطريات تؤثر سلبا على صحة الإنسان والتلوث البيئي.

لذلك، فمن الضروري لتطوير أساليب جديدة، للسيطرة البيولوجية، من خلال استخدام الزيوت الأساسية التي تتميز بالمطهرات المضادة للطفيليات، ومضاد للبكتيريا ومضادات الفطريات.

هذا العمل هو جزء من دراسة إمكانات السمية النباتية للزيت العطري من *Eucalyptus camaldulensis* على إنبات ثلاثة أنواع من الحبوب (القمح العادي والشعير والشوفان)، تم استخراج الزيوت الأساسية عن طريق التقطير بالبخار باستخدام جهاز كليفنجر من نوع تكييفها وتحليلها دفعنا هذا للقيام في المختبر بأجراء التجربة ورؤية مدى تأثير الزيوت العطرية *Eucalyptus camaldulensis* بتركيز 50 ميكرو لتر على نمو بذور الحبوب.

أظهرت نتائج اختبارات السمية النباتية ان الزيوت العطرية لشجرة *Eucalyptus camaldulensis* بتركيز 50 µL يمثل مستوى منخفض السمية على إنبات جميع أنواع الحبوب التي تمى اختيارها للتجربة : الشعير (*Hordeum vulgare* (Saida183)) الشوفان (*Avena sativa* L. subsp. *Sativa* (sonar)) والقمح (*Triticum aestivum* L var HD1220 (Sersou)). وبالتالي، فإن كل هذه النتائج في المختبر ليست سوى مشروع البحث العلمي من المواد الطبيعية للمكافحة البيولوجية.

كلمات المفتاحية: السمية النباتية و الحبوب و *Eucalyptus camaldulensis* ، الزيوت العطرية، غرداية

Liste des abréviations

Abréviations	Significations
cm	Centimètre
D.P.S.B.	Direction de la Programmation et du Suivi Budgétaires
D.S.A.	Directions de Services Agricoles
FAO	Food and Agriculture Organization
H.E	Huile essentielle
he	Hectare
Km²	Kilomètre au carrée
kg	Kilogramme
l	Litre
mm	millimètre
ml	Millilitre
OMS	Organisation mondiale de la santé
Qx	Quintaux
PMG	Poids de Mille Grains
T-	Témoin (eau distillée stérile)
Tg	Taux de germination
TR	Toxicité relative
µl	Microlitre

Liste des figures

Figure N°	Titre	Page N°
1	Localisation géographique de Ghardaïa et d'El- Ménée	11
2	Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gausson de la région de Ghardaïa.(2007-2016)	13
3	Localisation de la région de Ghardaïa dans le Climagramme d'Emberger.	14
4	Superficies des principales cultures dans la région d'El Ménée (en ha)	15
5	Productions des principales cultures dans la région d'El Ménée	16
6	Protocole expérimental	22
7	Evolution de l'effet d'huile essentielle d' <i>Eucalyptus camaldulensis</i> sur la cinétique de germination du <i>Triticum aestivum</i>	29
8	Evolution de l'effet d'huile essentielle d' <i>Eucalyptus camaldulensis</i> sur le taux de germination du <i>Triticum aestivum</i>	30
9	Effet des extraits aqueux sur la longueur de coléorhize et coléoptile de <i>Triticum aestivum</i>	31
10	Effet d'huile essentielle d' <i>Eucalyptus camaldulensis</i> sur la cinétique de germination du <i>Hordeum vulgare</i>	32
11	Evolution de l'effet d'huile essentielle d' <i>Eucalyptus camaldulensis</i> sur le taux de germination du <i>Hordeum vulgare</i>	33
12	Effet d'huile essentielle d' <i>Eucalyptus camaldulensis</i> sur la longueur de coléorhize et coléoptile du <i>Hordeum vulgare</i>	34
13	Effet d'huile essentielle d' <i>Eucalyptus camaldulensis</i> sur la cinétique de germination du <i>Avena sativa</i>	35
14	Effet d'huile essentielle d' <i>Eucalyptus camaldulensis</i> sur le taux de germination du <i>Avena sativa</i>	36
15	Effet d'huile essentielle d' <i>Eucalyptus camaldulensis</i> sur la longueur de coléorhize et coléoptile du <i>Avena sativa</i>	37
16	Evolution de taux relative de la toxicité sur la germination des céréales sous l'effet d'huile essentielle d' <i>Eucalyptus camaldulensis</i>	38
17	Effet d'huile essentielle d' <i>Eucalyptus camaldulensis</i> sur la fréquence de l'infection des graines des céréales	30

Liste des photos

Photo N°	Titre	Page N°
1	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	17
2	Graines de Sersou	19
3	Graines de Saïda	20
4	Graines de Sonar	21
5	Montage d'extraction par hydrodistillation type Clevenger	24
6	Ampoule à décanter	25
7	Traitement des graines par (H.E +Tween +Eau distillée)	26
8	Emplacement les graines dans les boites du pétri	26
9	Dépôt des graine de céréale dans les boites pétri	26
10	Mesurer de la longueur de coléorhize et coléoptile	27

Sommaire

	Page
Introduction.....	1

Partie Bibliographique

Chapitre I :généralité sur les céréales

1. Céréales.....	3
1.1. Importance et production et superficie des céréales dans le monde et en Algérie.....	3
1.1.1. Dans le Monde	3
1.1.2. En Algérie	3
1.2. Cycle de développement.....	4

Chapitre II :généralité sur les huiles essentielles

1. Huiles essentielles.....	4
1.1. Aromathérapie	4
1.2. Historique.....	5
1.3. Définition	6
1.4. Activités biologiques	6
1.5. Toxicité des huiles essentielles.....	7
1.6. Méthodes d'extraction.....	7
1.6.1. Distillation.....	7
1.6.2. Extraction par micro-ondes.....	8
1.6.3. Extraction par solvants organique (soxhlet).....	8

Partie expérimentale

I. Présentation de la région d'étude.....	10
1.1. Situation géographiques	10
1.1.1. Ghardaïa.....	10
1.1.2. El Goléa.....	10

I.2.	facteurs climatiques.....	11
I.2.1.	Température.....	12
I.2.2.	Pluviomètre.....	12
I.2.3.	Humidité relative.....	12
I.2.4.	Vents.....	13
I.3.	Synthèse climatique.....	13
I.3.1.	Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN.....	13
I.3.2.	Climagramme d'Emberger.....	14
I.4.	Agriculture de la région d'El Ménéa.....	15
II.	Matériel et méthode	16
II.1.	Matériel du laboratoire.....	16
II.2.	Matériel végétal.....	16
II.2.1.	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	16
II.2.1.1.	Description botanique.....	16
II.2.1.2.	Classification.....	18
II.2.1.3.	Utilisation traditionnelle.....	18
II.2.2.	Céréales.....	18
II.2.2.1.	Déscription botanique du <i>Triticum aestivum</i> L var (HD1220).....	19
II.2.2.2.	Déscription botanique <i>Hordeum vulgare</i> L var (Saïda).....	19
II.2.2.3.	Déscription botanique <i>Avena sativa</i> L. subsp. <i>Sativa</i> (Sonar).....	20
II.3.	Méthodes.....	21
II.4.	Principe adopté.....	21
II.5.	Extraction d'huile essentielle.....	23
II.5.1.	Dispositif d'extraction par hydrodistillation type Clevenger.....	23
II.6.	Test de la phytotoxicité	25
II.7.	Exploitation des résultats.....	27
II.7.1.	Cinétique de germination	27
II.7.2.	Taux maximal de germination (TG).....	27
II.7.3.	Toxicité relative (% de TR)	28
II.7.4.	Longueur de coléorhize et coléoptile	28
II.7.5.	Fréquence d'infection des graines des céréales.....	28
III.	Résultats et discussion.....	25

III.1. Résultats	29
III.1.1. Effet des extraits aqueux sur la germination du <i>Triticum aestivum</i>	29
III.1.1.1. Cinétique de germination du <i>Triticum aestivum</i>	29
III.1.1.2. Taux maximal de germination (TG) du <i>Triticum aestivum</i>	30
III.1.1.3. Longueur de coléorhize et coléoptile du <i>Triticum aestivum</i>	31
III.1.2. Effet des extraits aqueux sur la germination d' <i>Hordeum vulgare</i>	32
III.1.2.1. Cinétique de germination d' <i>Hordeum vulgare</i>	32
III.1.2.2. Taux maximal de germination (TG) d' <i>Hordeum vulgare</i>	33
III.1.2.3. Longueur de coléorhize et coléoptile d' <i>Hordeum vulgare</i>	33
III.1.3. Effet des extraits aqueux sur la germination d' <i>Avena sativa</i>	35
III.1.3.1. Cinétique de germination d' <i>Avena sativa</i>	35
III.1.3.2. Taux maximal de germination (TG) d' <i>Avena sativa</i>	36
III.1.3.3. Longueur de coléorhize et coléoptile d' <i>Avena sativa</i>	36
III.1.4. Taux relatif de la toxicité d'huile essentielle d' <i>Eucalyptus camaldulensis</i>	37
III.1.5. Effet des extraits aqueux sur le potentiel mycotoxique des graines de céréales.....	38
III.1.5.1. Fréquence d'infection des graines	38
III.2. Discussion.....	40
Conclusion	42
Références bibliographiques.....	43
Annexes.....	49

Introduction

Introduction

Les grains de céréales constituent depuis toujours la principale ressource alimentaire de l'homme et des animaux domestiques (Multon, 1982). Les céréales et leurs dérivées constituent l'alimentation de base dans beaucoup de pays en développement, particulièrement dans les pays maghrébins (Djermoun, 2009).

En Algérie, les produits céréaliers occupent une place stratégique dans le système alimentaire et dans l'économie nationale. Cette caractéristique est perçue d'une manière claire à travers toutes les phases de la filière (Djermoun, 2009).

La filière céréalière constitue une des principales filières de la production agricole en Algérie, elle en occupe une place importante dans le système alimentaire et dans l'économie nationale (Djermoun, 2009), où elle occupe environ 2 708 880 ha de la superficie agricole utile, la production annuelle nationale en 2013 été de 49 109 735 Qtx (CCLS, 2016).

Plusieurs maladie cryptogamique affectent la céréaliculture et provoquent des baisse de rendement d'importance variable tel que : *Aspergillus*, *Alternaria*, *Penicillium* et *Fusarium*. (Boulife, 1975).

Face à cette contamination, des produits chimiques ont été employés pour empêcher la croissance fongique (Phattayakorn et Wanchaitanawong, 2009). Cependant, l'OMS interdit l'usage de certains fongicides chimiques, en raison de leurs effets toxicologiques indésirables à long terme, y compris la cancérogénicité (Chahardehi *et al.*, 2010). De même, l'augmentation de la conscience du consommateur au sujet des risques de ces composés sur les produits alimentaires a incité la nécessité de rechercher d'autres agents pour lutte contre ces ennemis, naturels et sans danger pour la santé (Wageningen, 2004).

Il existe de nombreuses méthodes de protection des produits locaux stockés. A voire les méthodes traditionnelles, telles que l'utilisation de certains matériaux naturels (plantes, minéraux et huile...), qui sont toujours très efficaces (Wageningen, 2004).

A l'heure actuelle, Les plantes sont également utilisées pour leur propriété antibactérienne et antifongique. Cependant, en tant que sources de médicaments, les plantes restent encore sous exploitées surtout dans le domaine de la microbiologie médicale. Un grand nombre de ses composés sont de très bons agents antifongiques. Les études *in vitro* ont

démontré que les substances bioactives provenant de diverses espèces végétales à intérêt médicinales présentent un spectre large d'activité sur une gamme de flore fongique dont sont inclus les champignons toxigènes (Mohammedi, 2013).

Ces substances varient qualitativement et quantitativement dans les différents organes de la plante (fleurs, feuilles, épines, racines, tiges) et selon les saisons. Elles peuvent persister dans le sol et donc affecter plusieurs successions de végétation et les plantes voisines. La majorité de ces composés ont un effet inhibiteur sur la germination des graines et sur la croissance des germes, leurs effets peuvent être synergiques ou additifs. Les composés allélopathique sont le plus souvent des composés phénoliques, terpénoïdes, des alcaloïdes (Fanny, 2005 ; Mubeen *et al.*, 2011 ; Tesio *et al.*, 2012).

Dans ce contexte, nous nous sommes intéressées à l'étude de l'effet de toxicité d'huile essentielle de la plantes *Eucalyptus camaldulensis* in vitro sur le taux de germination des céréales à savoir : le blé tendre, l'orge et l'avoine.

Partie Bibliographique

Chapitre I. généralité sur les céréales

Chapitre I. généralité sur les céréales

1. Céréales

Les céréales sont des espèces généralement cultivées pour leur grain, dont l'album en amylicé, réduit en farine, est consommable par l'homme ou par les animaux domestiques. La plupart des céréales appartiennent à la famille des Graminées (ou Poacées). Ce sont : le blé, l'orge, l'avoine, le seigle, le maïs, le riz, le millet, le sorgho. Les unes appartiennent à la sous-famille des *Festucoïdées* : Blé, Orge, Avoine, Seigle; les autres à la sous-famille des *Panicoïdées* : Maïs, Riz, Sorgho, Millet. Enfin, une céréale, le sarrasin appartient à une autre famille, celle des *Polygonacées* (Moule, 1971).

1.1. Importance et production et superficie des céréales dans le monde et en Algérie

1.1.1. Dans le Monde

Les céréales occupent une place importante dans la production agricole et constitue la nourriture de base pour 35% de la population mondiale. Cette production est estimée à deux milliards de tonnes (FAO, 2015). La première production céréalière mondiale est celle du maïs qui est de 972,3 millions de tonnes, en suite arrive celle du Blé qui s'élève à 710 millions de tonnes, puis celles du Riz 499,8 de l'orge 144,9 et du Sorgho 60 millions de tonnes (FAO, 2014).

Parmi les principales céréales cultivées dans le monde, le blé est celui qui a pris le plus cultivée des céréales. Cependant des niveaux de productions peinent à satisfaire la demande mondiale qui ne cesse de s'accroître avec l'augmentation de la population. Les très mauvaises récoltes de ces dernières années, causées par des aléas climatiques associés aux utilisations alimentaires qui ont particulièrement contribué à la diminution du stock mondial de certaines céréales telles que le blé entraînant une hausse des prix (Chahat, 2007 in Alayat, 2015).

Les quatre pays de l'Afrique du Nord soit l'Algérie, le Maroc, la Tunisie, et la Libye, forment le plus grand marché d'importation des céréales du monde et notamment la blé dur (Chahat, 2007).

1.1.2. En Algérie

En Algérie. on peut estimer 2,9 millions d'hectares (moins de 3% en irrigué) et majoritairement localisée en zone humide et subhumide, dans le Nord du pays. La

consommation des produits céréaliers se situe à un niveau d'environ 205 kg/hat/an. Les céréales et leurs dérivés constituent l'épine dorsale du système alimentaire Algérien (Chahat, 2007 in Alayat, 2015).

Depuis 1995 jusqu'à 2005, le marché Algérien a absorbé en moyenne annuelle 4244903 tonnes de blés dont 70,44% de blé dur, soit 2990265 tonnes représentant une valeur de 858 millions de dollars, dont 60,36% de blé dur, soit 578 millions (Chehat, 2007).

1.2. Cycle de développement de céréale

Le cycle de développement d'une céréale comprend trois grandes périodes :

- la période végétative qui va de la germination aux premières manifestations de l'allongement de la tige principale, c'est-à-dire au début de la montée;
- la période reproductrice allant du début de la montée à la fécondation;
- la période de maturation allant de la fécondation à la maturité complète du grain.

La germination d'une céréale se traduit par la sortie des racines séminales de la coléorhize et à l'opposé par la croissance d'une pré feuille, le coléoptile sert de manchon protecteur et perforateur du sol pour la première feuille qui sera fonctionnelle et percera le sommet du coléoptile (Moule, 1971).

La réalisation de cette phase est sous la dépendance de deux groupes de facteurs (Moule, 1971):

- Facteurs intrinsèques : La valeur biologique de la semence, caractérisée par sa faculté et son énergie germinative.
- Facteurs extrinsèques : température et humidité du sol.

Partie Bibliographique

Chapitre II. généralité sur les huiles essentielles

Chapitre II. généralité sur les huiles essentielles

1. Huiles essentielles

1.1. Aromathérapie

Le terme « aromathérapie » vient du latin « aroma » qui signifie arôme, odeur agréable de certaines essences naturelles de végétaux, d'essences chimiques ou d'acides volatils et du grec « therapeia » qui signifie soin «cure». Le terme « aromathérapie» désigne l'utilisation des plantes afin de traiter des pathologies et d'améliorer sa santé et son bien-être. Il est utilisé pour la première fois en 1930 par un pharmacien français, René-Maurice Gatte fossé (Valnet, 2014).

L'histoire raconte que René-Maurice Gatte fossé se serait brûlé les mains, le visage et les avant-bras dans son laboratoire et qu'il aurait eu le réflexe de plonger sa main dans un récipient rempli d'huile essentielle de lavande vraie (*Lavendula vera*). La douleur se serait dissipée très rapidement et les processus de guérison et de cicatrisation auraient été d'une rapidité étonnante. C'est ainsi que lui est venue l'idée d'étudier les propriétés des huiles essentielles. De nombreux chimistes se sont penchés sur la question : Beauquesne, Cadéac, Caujolle, Cazin, Chamberland, Guyon, Martin da, Sévelinge, Valnet, et beaucoup d'autres (Valnet, 2014).

Dans les années 1960, le Docteur Jean Valnet reprend les travaux de Gatte fossé et publie des ouvrages de référence. En 1981, il crée la Société française de phytothérapie et d'aromathérapie, après avoir utilisé abondamment les plantes pendant la guerre d'Indochine en tant que chirurgien militaire (Valnet, 2014).

C'est en 1975 que Pierre Franchomme, aromatologue, apporte la notion de «chémotype» ou plus vulgairement la carte d'identité de l'huile essentielle. Le chémotype va définir les propriétés de chaque huile essentielle (Baudoux, 2008).

1.2. Historique

Le terme « huile essentielle » a été inventé au 16^{ème} siècle par le médecin Suisse Parascelsus Vonhhenheim afin de désigner le composant actif d'un remède naturel. Il existe aujourd'hui approximativement 3000 huiles essentielles, dont environ 300 sont réellement commercialisées, destinées principalement à l'industrie des arômes et des parfums (El kalamouni, 2010 ; Bouzidi, 2016).

L'utilisation des huiles essentielles remonte à l'Antiquité, les Égyptiens les utilisaient sous forme de bains aromatiques. Les Pharaons les utilisaient pour embaumer les corps des défunts. Les Romains et les Grecs ont aussi eu recours aux huiles essentielles pour leurs bains. À Athènes, au V^{ème} siècle avant JC, lors de la grande épidémie de peste, Hippocrate utilisât des jarres où brûlaient des fumigations aromatiques afin d'enrayer l'épidémie (Sallé et Jean-Luc, 1991).

1.3. Définition

Les huiles essentielles ou huiles volatiles, essence végétale sont des mélanges de nombreux composés qui sont des molécules peu complexes comme les terpènes, les phénols, les méthyl-éthers, les oxydes, les esters, les cétones ect... (Isman, 2002 in Taleb-toudert, 2015).

Elle sont produites par les plantes comme moyen de défense contre les ravageurs phytophages (Csesk et Kaufman, 1999 in Taleb-toudert, 2015).

Les huiles essentielles sont composées de molécules ou bien des substances odorantes huileuses, volatiles, peu solubles dans l'eau, plus ou moins solubles dans l'alcool et dans l'éther, incolores ou jaunâtres, inflammables qui s'altèrent facilement à l'air en se résinifiant. Elles s'accumulent dans des glandes et tissus spécialisés des végétaux tels que les cellules épidermique des pétales chez les Rosaceae et les Oleaceae, les glandes épidermiques des Lamiaceae, les poches sécrétrices des Rutaceae ou canaux sécréteurs des Apiaceae (anciennement Umbellifereae) (Gilly, 1997), Ces huiles sont responsables de l'odeur de la plante et vont servir de signaux chimiques permettant à la plante de contrôler ou réguler son environnement (Deans et Waterman, 1993; Rahini, 2002; Tenscher *et al.*, 2005).

Donc le terme «huile» provient du fait que les volatiles contenus dans le végétal sont visqueux et hydrophobes, elles ont des propriétés de solubiliser dans les huiles végétales et minérales, et les graisses, les alcools et l'éther. La dénomination «Essentielles» reflète le caractère principal des plantes qui dégagent des odeurs agréables (Bouamer *et al.*, 2004).

1.4. Activités biologiques des huiles essentielles

Les huiles essentielles possèdent de nombreuses activités biologiques. En phytothérapie, elles sont utilisées pour leurs propriétés antiseptiques contre les maladies infectieuses d'origine bactérienne, par exemple contre les bactéries endocanaliaires ou au

niveau de la microflore vaginale et d'origine fongique contre les dermatophytes (Hammoudi *et al.*, 2009).

1.5. Toxicité des huiles essentielles

Les Huiles essentielles contiennent des milliers de composants : elles sont très efficaces, mais aussi très dangereuses. Certains composants aromatiques peuvent être dangereux et toxique.

La toxicité des huiles essentielles (principalement des cétones mono terpéniques) est connue depuis le siècle dernier. L'automédication (dangereuse) est favorisée par le fait que bon nombre de ces produits sont distribués en dehors du secteur pharmacies ; au mépris d'une législation qui réserve la distribution de certains d'entre eux aux pharmaciens garantissant ainsi un contrôle rigoureux d'identité et de conformité (Bouanane *et al.*, 2005).

Egalement les huiles essentielles de Lamiaceae ; peuvent se révéler dangereuses lorsqu'elles ingérées à forte dose. Les intoxications décrites sont généralement consécutives à un usage inconsidéré (exemple 5 ml de l'huile essentielle). La symptomatologie de ce type d'intoxication est marquée par des épisodes de convulsions de type épileptique, parfois accompagnée de cyanose et entrecoupé de phases hypotoniques et hyporéflexique. Elle peut aussi comporter une perte de conscience. L'un des cas les plus récemment publiés révèle que 12 gouttes peuvent suffire pour induire une sensation de malaise rapidement suivie d'un épisode de convulsion tonic cloniques généralisées. La lipophile de ces huiles essentielles explique que leur toxicité peut se manifester aussi bien par voie orale que par voie rectale ou par voie transcutanée (exemple avec des préparations pour bains) (Bouanane *et al.*, 2005).

1.6. Méthodes d'extraction

Il existe plusieurs méthodes d'extraction des huiles essentielles mais la plus utilisée est l'entraînement à la vapeur ou l'hydrodistillation à partir de la plante fraîche ou sèche (Bruneto, 1993).

1.6.1. Distillation

C'est le procédé le plus ancien et le mieux adapté pour extraire les essences des végétaux aromatiques. La méthode est basée sur la distillation des composés volatils et de l'eau simultanément à une température inférieure à 100°C sous pression atmosphérique normale. En conséquence, les produits aromatiques sont entraînés par la vapeur d'eau sans

subir d'altérations majeures. Il existe précisément trois différents procédés utilisant ce principe : l'hydro distillation, l'hydro diffusion et l'entraînement à la vapeur d'eau (Piochon, 2008).

1.6.2. Extraction par micro-ondes

Le mécanisme du chauffage diélectrique repose sur le fait que les molécules polaires, telles que l'eau, ont des extrémités négatives et positives, ce sont des dipôles. En l'absence de champ électrique, les dipôles d'un milieu diélectrique se trouvent orientés au hasard sous l'effet de l'agitation thermique du milieu. Sous l'effet d'un champ électrique. Plus le champ électrique est intense, moins l'agitation thermique tend à désorganiser l'alignement a d'importance (Lucchesi, 2005).

Lorsque toutes les molécules sont orientées, il apparait un moment dipolaire global induit. Sous l'effet d'un champ électrique alternatif de fréquence, les dipôles s'orientent dans la direction du champ sur une demi alternance, se désorientent lorsque le champ s'annule et se réorientent dans l'autre sens pendant la seconde demi alternance : c'est la rotation dipolaire. L'énergie cinétique est transformée partiellement en chaleur : l'alignement des dipôles par rapport au champ électrique est contrarié par les forces d'interaction entre molécules (les forces de liaison par pont hydrogène et les forces de liaisons de Van der Waals). Ces forces peuvent être assimilées à des forces de frottement internes qui existent dans les contacts solide-solide. Elles s'opposent ainsi à la libre rotation des molécules de la friction produite, nait le dégagement de chaleur (Lucchesi, 2005).

1.6.3. Extraction par solvants organique (soxhlet)

La technique d'extraction « classique » par solvant, consiste, à la placer dans un extracteur un solvant volatil et la matière végétale à traiter. Grâce à des lavages successifs, le solvant va se charger en molécules aromatiques, avant d'être envoyé au concentrateur pour y être distillé à pression atmosphérique (Lucchesi, 2005).

Les rendements sont généralement plus importants par rapport à la distillation et cette technique évite l'action hydrolysant de l'eau ou de la vapeur d'eau (Lucchesi, 2005).

Le solvant choisi, en plus d'être autorisé devra posséder une forte solubilité de l'huile, certaine stabilité face à la chaleur, la lumière ou l'oxygène, sa température d'ébullition sera de préférence basse afin de faciliter son élimination, et il ne devra pas réagir chimiquement

avec l'extrait (Bottin, 2006) absence de toxicité pour les applications alimentaire (Wan *et al.*, 1995).

Permis les solvants les plus utilisés sont des carbures aliphatiques (pentane, hexane), ou des carbures aromatiques (benzène) (Amalia *et al.*, 2005).

Partie expérimentale

L'objectif de notre travail vise études in-vitro de l'effet phytotoxicité des extraits huileux d'*Eucalyptus camaldulensis* sur la germination de trois variétés de céréale à savoir : le blé tendre, l'orge et l'avoine.

I. Présentation de la région d'étude

I.1. Situation géographiques

I.1.1. Ghardaïa

La Wilaya de Ghardaïa est située au centre de la partie Nord du Sahara Algérien, issue du découpage administratif de 1984.

L'altitude moyenne des principaux reliefs est de 520 mètres. Elle couvre une superficie de 84.660,12 km². Composée de 13 communes et 09 daïras (Figure N°1). La wilaya de Ghardaïa est limitée (D.P.S.B., 2010):

- Au Nord par la Wilaya de Laghouat (200 km);
- Au Nord Est par la Wilaya de Djelfa (300 km);
- A l'Est par la Wilaya d'Ouargla (200 km);
- Au Sud par la Wilaya de Tamanrasset (1.470 km);
- Au Sud- Ouest par la Wilaya d'Adrar (650 km);
- A l'Ouest par la Wilaya d'El-Bayadh (350 km).

I.1.2. El Goléa

El Goléa dite actuellement El- Ménéa est une oasis rattachée à la wilaya de Ghardaïa, se trouvant à mi -chemin sur l'axe routier "Alger - Tamanrasset". Elle est composée de deux communes El-Menia et Hassi Gara. Elle occupe un couloir entre la falaise (Battent) et les dunes de l'Erg Occidental, couloir qui correspondrait au prolongement de l'Oued - Seggeur provenant de l'Atlas saharien (D.S.A, 2016).

El Ménéa se situe presque au centre de l'Algérie, à environ 870 Km de la capitale Alger. L'altitude moyenne des principaux reliefs est de 397 mètres, Latitude 2°25' Nord, et Longitude 30°35' Est (figure N°1), Couvre une superficie de 49000 km². Elle est limitée par (D.S.A, 2016):

- Au Nord par In Salah (wilaya de Tamanrasset) à 480 km;
- Au Sud-ouest par le chef-lieu de la wilaya d'Ouargla à 410 km;
- Au Nord-est par Timimoune (wilaya d'Adrar) à 396 km;
- Au Sud-ouest par le chef-lieu de la wilaya de Ghardaïa à 250 km.

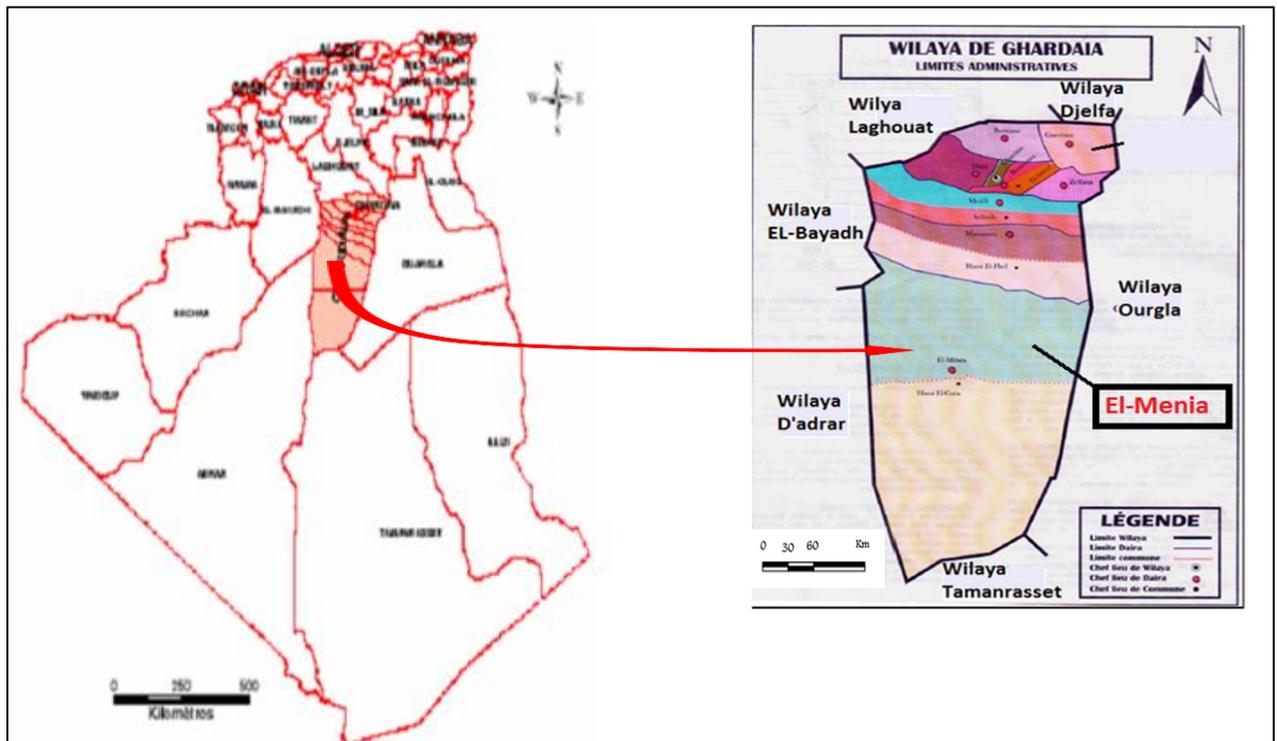


Figure N°1 : Localisation géographique de Ghardaïa et d'El- Ménéa (DPSB, 2010)

I.2. facteurs climatiques

Les facteurs climatiques jouent un rôle fondamental dans la distribution et la vie des êtres vivants, la région de Ghardaïa est caractérisée par un climat saharien aride (Chahma, 2013).

Le tableau 1 montre les données climatique mensuelle sur une période de 10 ans. Sur la base de ces données, on peut établir la courbe pluviométrique pour déterminer la période sèche.

Table N°1 : Données climatique de la région de Ghardaïa (2007-2016)

	T min (C°)	T max (C°)	T Moy (C°)	H%	P. (mm)	V.V. m/s
Janvier	6,80	17,73	11,96	48,62	9,04	11,23
Février	7,83	18,85	13,20	40,48	2,82	13,08
Mars	10,84	22,75	16,83	35,18	8,61	14,17
Avril	15,13	27,99	21,77	31,09	5,51	13,40
Mai	19,36	32,60	26,30	26,00	2,92	13,98
Juin	24,21	37,83	31,38	23,52	3,12	13,72
Juillet	28,26	41,49	35,22	20,35	1,42	10,86
Aout	27,78	40,56	34,17	23,74	2,74	10,54
Septembre	23,47	35,68	29,49	34,02	11,32	11,10
Octobre	17,94	29,41	23,55	40,59	10,99	10,74
Novembre	11,18	22,07	16,38	45,76	6,14	10,89
Décembre	7,30	17,57	11,11	51,42	4,72	10,97
Moyenne mensuelle	16,68	28,71	22,61	35,06	5,78	12,06
Cumul annuel	/	/	/	/	75,13	/

(Tutiempo, 2016)

T : température **H** : humidité relative **P** : précipitation **V.V.** : vitesse de vent

I.2.1. Température

la température est considérée comme étant le facteur le plus important. Elle agit sur la répartition géographique des animaux et des plantes ainsi que sur la durée de leurs cycles biologiques. Elle conditionne de ce fait les différentes activités de la totalité des espèces et des communautés vivant dans la biosphère (Chehma, 2011).

I.2.2. Pluviomètre

elles sont caractérisées par leur faible quantité et les pluies torrentielles sont rares (Chehma, 2011). Un maximum 11,32 mm au mois septembre et minimum en juillet avec 1,42 mm (Tableau N°1), la moyenne annuelle est de 5,78 mm .

I.2.3. Humidité relative

pendant l'été, elle chute jusqu'à 20,35% au mois de juillet, alors qu'en hiver elle s'élève et atteint un maximum de 48,62% au mois de janvier (Tableau N°1).

I.2.4. Vents

le vent est le facteur principal de la topographie désertique. Il influe sur les moyennes de température et d'humidité, ainsi que la valeur d'évaporation (D.P.S.B, 2010).

La vitesse de vents la plus élevée est enregistrée en Avril 14,17 m/s tandis que la plus faible est celle du mois d'Aout 10,54 m/s. La vitesse moyenne annuelle du vent est de 12,06 m/s (Tableau N°1).

I.3. Synthèse climatique

I.3.1. Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN

Le digramme Ombrothermique permet de mettre en évidence les caractéristique du climat, il est une représentation graphique où sont portés, en abscisse les mois, et en ordonnées les précipitations (P) et les températures (T), selon la formule $P = 2T$. La saison sèche s'étale entre les intersections des deux courbes P et T.

Le diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gausсен (1952) est représenté par la figure suivante.

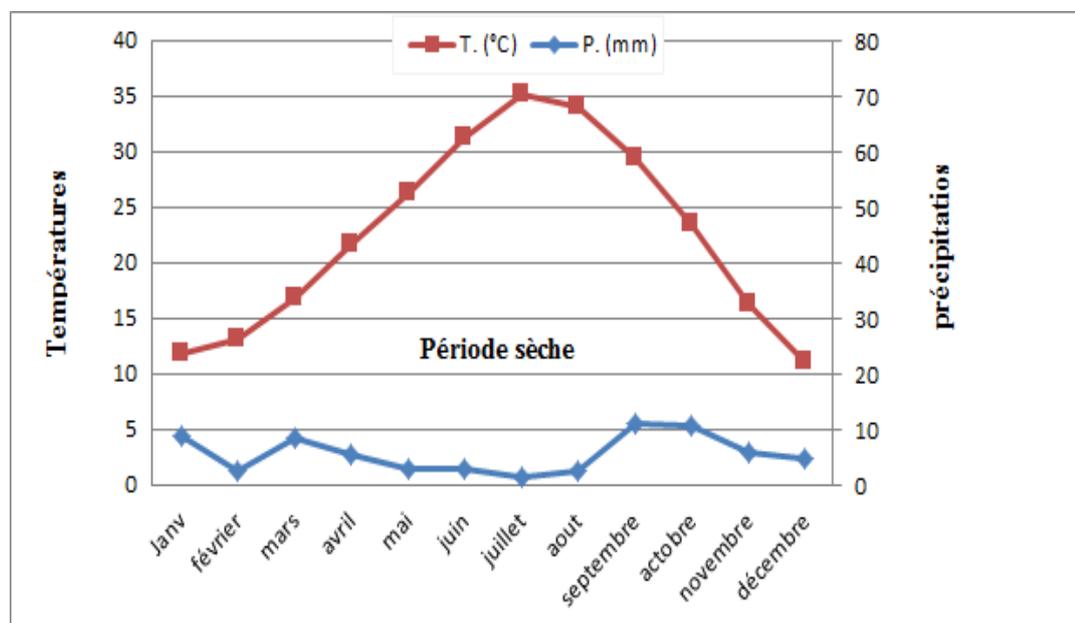


Figure N°2: Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gausсен de la région de Ghardaïa.(2007-2016)

I.3.2. Climagramme d'Emberger

Ce type de graphique permet de connaître l'étage bioclimatique de la région d'étude. Il est présenté par la Figure N°3 dont :

- En abscisses la moyenne des minima du mois le plus froid.
- En ordonnées le quotient pluviométrique (Q_2) d'Emberger.

On utilise la formule de Stewart adaptée pour l'Algérie, qui se présente comme suit :

$$Q_2 = \frac{3,43 \times P}{(M - m)}$$

Avec :

P : précipitations moyennes annuelles en mm. (75,13mm)

M : moyenne des maxima du mois le plus chaud en °C. (41,49°C)

m : moyenne des minima du mois le plus froid en °C. (6,80°C) (Tableau N°1)

Q₂ : quotient thermique d'Emberger

Le quotient pluviométrique Q_2 de la région d'étude calculé à partir des données climatiques obtenues durant une période qui s'étalant sur les 10 ans (2007-2016) est égal à 7,42.

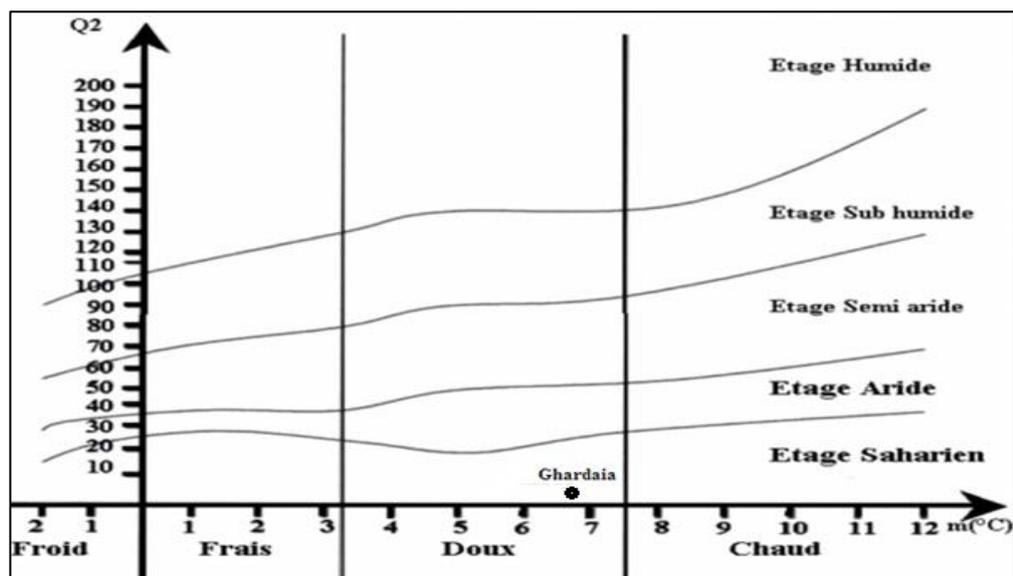


Figure N°3: Localisation de la région de Ghardaïa dans le Climagramme d'Emberger.

I.4. Agriculture de la région d'El Ménée

Les principales cultures de la région d'El Ménée sont le palmier dattier, les cultures fourragères, la céréaliculture et le maraichage. la céréaliculture domine en matière de superficie avec 2560 ha suivie par La phoeniciculture avec 1631ha, les cultures fourragères avec 1560 ha et les cultures maraichères avec 667 ha (D.S.A., 2016).

Les Superficies des principales cultures de la région d'El Ménée, sont présentées dans la figure N°2.

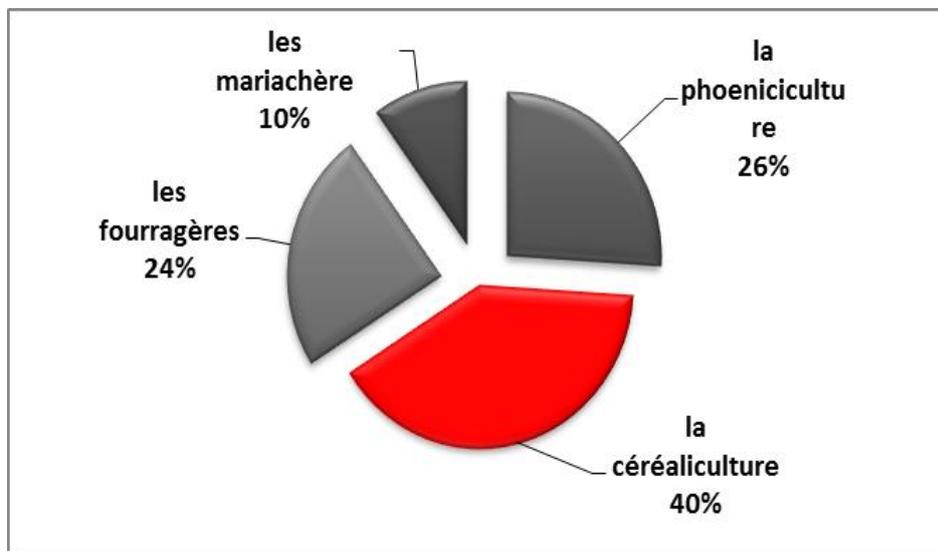


Figure N°4 : Superficies des principales cultures dans la région d'El Ménée (en ha) (D.S.A., 2016).

En matière de production, c'est les cultures maraîchages qui dominent avec une production annuelle 131600 Qx, suivies par les cultures fourragères avec une production de 129750 Qx, la phoeniciculture avec 106735 Qx et enfin la céréaliculture avec 77925 Qx (D.S.A., 2016).

Les productions des principales cultures dans la région d'El Ménée, sont présentées dans la figure N°3.

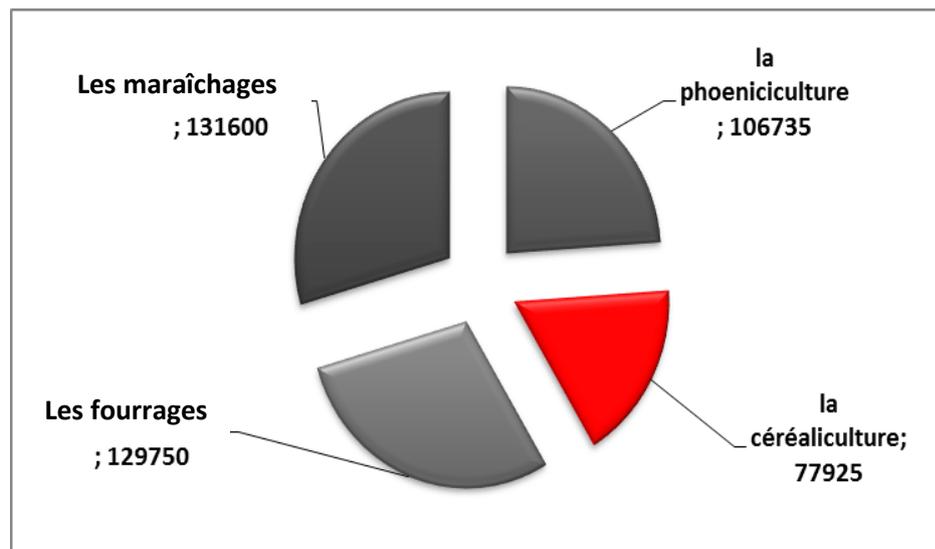


Figure N°5 : Productions des principales cultures de la région d'El Ménée (en Qx) (D.S.A., 2016).

II. Matériel et méthodes

II.1. Matériel du laboratoire

Afin de réaliser cette étude, plusieurs types d'appareillages ont été utilisés citant par exemple : Les matériels utilisés lors de l'extraction (photo N°5, N°6), Bicher, Pipette, Micropipette, Papier aluminium, Papier filtre, Papier hygiénique, Boîte de Pétrie, Pince, Bec bunsen, Autoclave, Hotte à flux laminaire, Alcool et Eau distillée.

II.2. Matériel végétal

II.2.1. *Eucalyptus camaldulensis*

Pour la présente étude, il est utilisé comme matériel végétal l'*Eucalyptus camaldulensis* récoltés à Ghardaïa, en DATE 2017, l'âge des arbres est presque 14 ans. L'identification de cette essence a été réalisée à l'Institut National de Recherche Forestière de Bainem (INRF) Algérie. Les échantillons de l'essence forestière a été cueillis au printemps, durant les mois Mars et Avril (car les stades phonologiques influent énormément). La récolte a été réalisée le matin, elle concerne seulement les feuilles d'arbre adultes choisis au hasard.

II.2.1.1. Description botanique

Eucalyptus camaldulensis est un arbre fortement adaptable avec la capacité de tolérer des conditions extrêmes telles que la sécheresse et la salinité de sol, *Eucalyptus camaldulensis* est une plante de la famille des Myrtaceae. Généralement appelée "gomme de la rivière

rouge”, *Eucalyptus camaldulensis* est un arbre du genre *Eucalyptus*. C'est une espèce de plantation dans de nombreuses parties du monde, mais il est originaire d'Autriche où il est répandu surtout au bord de cours d'eau navigables. Les feuilles d'*Eucalyptus camaldulensis* sont persistantes. L'arbre est d'environ 24 - 40 mètres de haut avec un tronc robuste, l'écorce est lisse, gris blanc ou chamois (photo N°1) (Boily *et* Vapuyvelde, 1986).

Eucalyptus camaldulensis est un arbre toujours vert, avec un tronc droit lisse et cendré. Ses écorces sont bruns clairs et minces. L'extrémité des rameaux et les feuilles pendent perpendiculairement au soleil de manière à avoir un minimum d'évaporation (Nacoulma, 1996).

C'est une plante à feuilles persistantes, plates, luisantes, alternes, lancéolées, bleu gris, glabres; froissés elles ont une odeur forte. Une inflorescence faite de nombreuses petites ombelles de fleurs blanchâtres. Son fruit est une capsule ligneuse, anguleuse à 4 valves contenant des graines. Sa reproduction se fait par graines (Nacoulma, 1996).

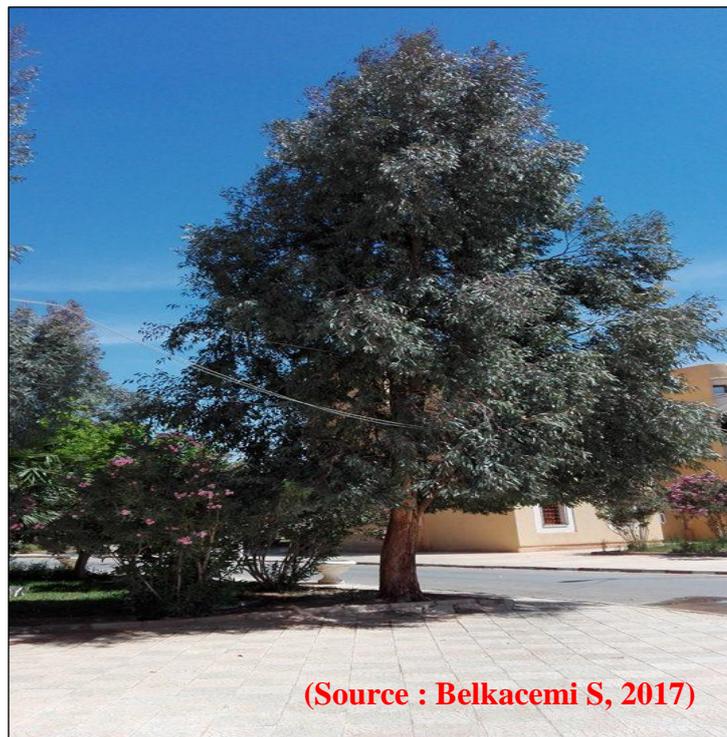


Photo N°1 : *Eucalyptus camaldulensis*

II.2.1.2. Classification

La classification scientifique réalisée par l'AGP (Angiosperms Phylogeny Groupe) sur le genre *Eucalyptus* a permis de déterminer la systématique suivante (Guignard, 2001).

Règne: Plantae

Sous règne: Angiosperms

Classe: Eudicots

Ordre : Myrtales

Famille: Myrtaceae

Genre: *Eucalyptus*

Espèce: *Eucalyptus camaldulensis*

II.2.1.3. Utilisation traditionnelle

En usage interne, les feuilles de *Eucalyptus camaldulensis* sont utilisées pour traiter les affections respiratoires, les bronchites, l'asthme, la phtisie, la laryngée, les maux de ventre, les dysménorrhées, les maladies infectieuses de l'appareil génito-urinaire, le diabète, l'ictère, l'hépatite, la blennorragie chronique, les fièvres, la grippe, la laryngite, les vers intestinaux, les urétrites, les vaginites, l'asthénie; la toux, la leucorrhée, la colibacillose, les rhumatismes. *Eucalyptus camaldulensis* est un excellent antiseptique des voies respiratoires, biliaires et urinaires. Elle est fébrifuge, tonique, astringent, balsamique, antibactérien, légèrement hémostatique, vermifuge, hypoglycémiant, pectoral, béchique, anti-infectieux, détoxifiant (diphtérie, tétanos), anti-inflammatoire, cholagogue, antimicrobien (bactéries Gram⁺ et Gram⁻) (Nacoulma-ouedraogo, 1996).

En usage externe elle est utilisée dans le traitement des voies respiratoires, de la toux et des bronchites. Elle est antiseptique faible, désodorisant assainisseur d'atmosphère, chassant des fumées désagréables et les insectes (Nacoulma-ouedraogo, 1996).

II.2.2. Céréales

Trois céréales ont été choisies dans notre travail, une variété de blé tendre du *Triticum aestivum* L var HD1220, une variété de l'avoine *Avena sativa* L. subsp. Sativa (Sonar) et un variété d'orge *Hordeum vulgare* variété SAIDA 183. Ces céréales constituent la base de l'alimentation Algérienne d'où leur grande consommation. Graines de ces trois

céréales nous ont été fournies par un parcelle citée au niveau d'El-Menia (30°31'14.40''N, 2°57'20.45''E élév. 420 m altitude 8.50 km).

II.2.2.1. Description botanique du *Triticum aestivum* L var (HD1220)

Triticum aestivum est une variété qui nommé aussi (Sersou), l'origine de cette variété en Italie, leurs rendement est élevé, qui caractérise par un PMG élevé d'une qualité très bonne et une mitadinage résistante, cette variété résistent aux maladies (photo N°2) (CCLS, 2009).



Photo N°2 : Graines de blé (Sersou)

Les graines sont :

- De forme demi allongée ;
- La longueur des poils de la brosse vue dorsale moyenne ;
- Coloration au phénol faible ;
- Le type de développement en hiver (CCLS, 2009).

II.2.2.2. Description botanique *Hordeum vulgare* L var Saïda

C'est une variété qui nommée (Saïda183), l'origine de cette variété en Algérie, leurs rendement est élevé, qui caractérise par un PMG élevé, cette variété résiste aux maladies (photo N°3) (CCLS, 2009).



Photo N°3 : Graines d'orge (Saïda)

La graine sont :

- le type de pilosité de la bague courte ;
- les glumelles est présente ;
- la pigmentation anthocyannique des nervures de la glumelle inférieure nulle à très faible ;
- la denticulation des nervures de la glumelle inférieure nulle à très faible ;
- la pilosité du sillon est absente ;
- la position des lodicules se forme latérale (CCLS, 2009).

II.2.2.3. Description botanique *Avena sativa* L. subsp. *Sativa* (Sonar)

Avena sativa Faciles à identifier grâce à leur inflorescence en panicule, les avoines sont principalement représentées dans nos champs par l'avoine cultivée, céréale à grains vêtus, destinée principalement à l'alimentation animale. Toutefois certains agriculteurs cultivent aussi depuis quelques années de l'avoine nue destinée à la consommation humaine (flacons, farine, son, biscuits, barres de céréales, etc...) et à l'industrie pharmaceutique.

Chez l'avoine cultivée, les glumes sont plus grandes que l'épillet et celles-ci se désarticulent à maturité, libérant chaque grain muni de ses deux glumelles, de couleur variable selon les variétés. Chez l'avoine nue, les glumes sont plus courtes que l'épillet ; le grain,

semblable à celui du blé en plus petit, se détache de l'épillet à maturité, qui caractérise par un PMG élevé (photo N°4) (CCLS, 2009).



Photo N°4 : Graines d'avoine (Sonar)

La graine sont :

- Glumes enveloppant entièrement l'épillet, grains vêtus ;
- Épillet dépassant largement des glumes.

II.3. Méthodes

L'extraction et l'étude physiques et chimiques de l'huile essentielle des feuilles d'*Eucalyptus camaldulensis* ont été réalisées au sein du laboratoire de recherche Génie des Procédés à la faculté des sciences de la technologie et sciences de la matière à l'université de Kasdi Merbah Ouargla. Le laboratoire s'occupe de l'extraction, la caractérisation et l'analyse des huiles essentielles et extraits végétaux des plantes aromatiques. Cependant, l'étude de phytotoxicité d'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis* sur la germination de graine de céréale a été réalisée au laboratoire de Microbiologie de faculté des sciences de la vie et de la nature université de Ghardaïa, Pour s'assurer du bon déroulement des tests expérimentaux, les essais sont répétés plusieurs fois.

II.4. Principe adopté

On a établi le plan suivant (figure N°6) :

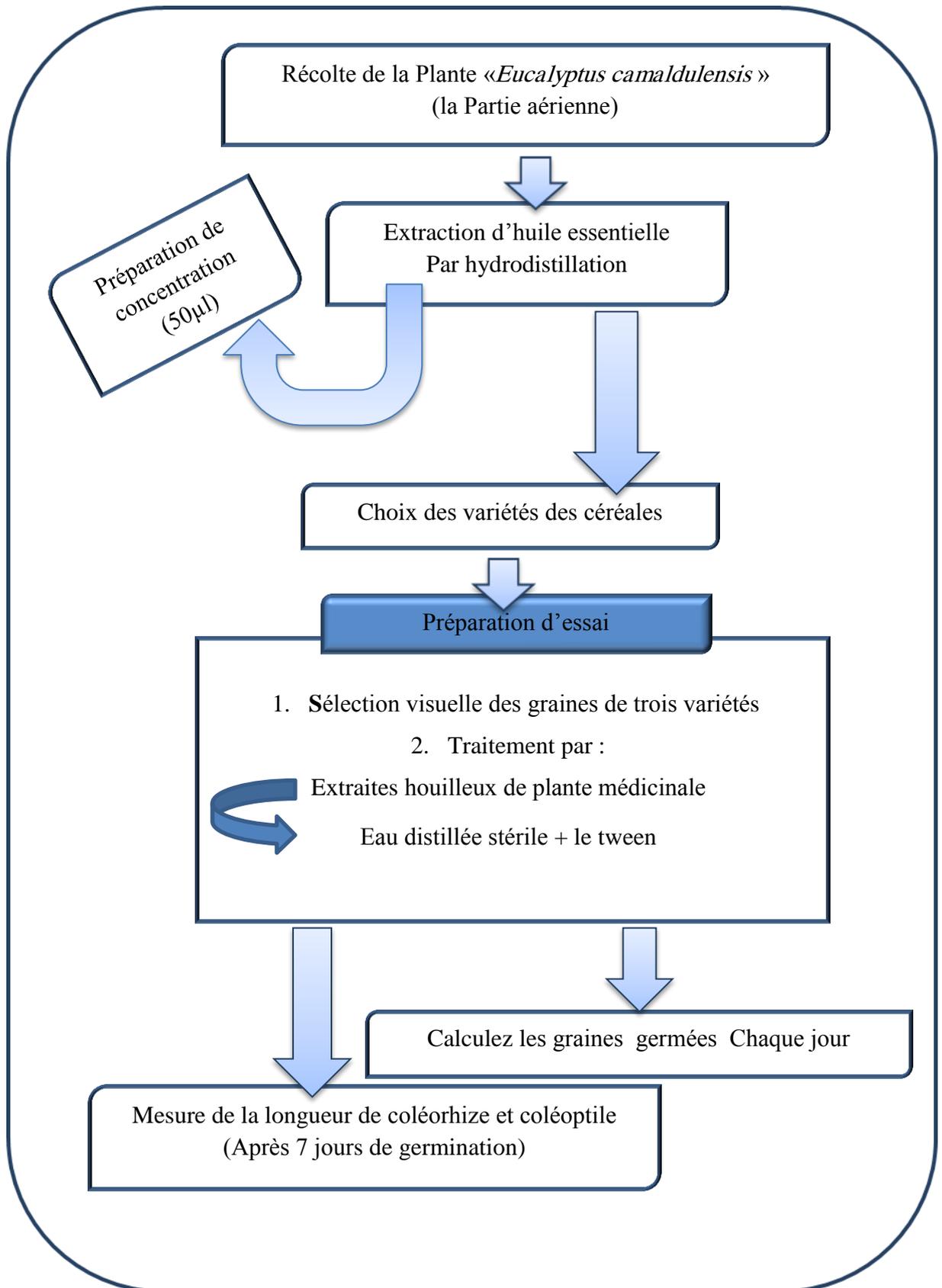


Figure N°6 : Protocole expérimental

II.5. Extraction d'huile essentielle

Le matériel ou l'organe végétal choisi dans la présente étude est représenté par les feuilles d'*Eucalyptus camaldulensis*. Parmi les critères de choix de cette plante, figurent leur utilisation déjà dans l'assaisonnement de certains aliments et médicaments (donc non toxiques) d'une part et le manque de travaux de recherche sur les propriétés biologiques en particulier et les propriétés physiques et chimiques de leurs huiles essentielles d'autre part.

II.5.1. Dispositif d'extraction par hydrodistillation type Clevenger

L'extraction de l'huile essentielle (HE) des feuilles d'*Eucalyptus camaldulensis* a été effectué au laboratoire de recherche Génie des Procédés a été faite par un hydrodistillateur de type Clevenger (1928). Il est constitué d'un chauffe ballon, un ballon de capacité de 2 L où l'on place le matériel végétal et de l'eau, d'une colonne de condensation de la vapeur (réfrigérant) qui vient de l'échauffement de ballon une ampoule à décanter qui reçoit les extraits de la distillation et d'un thermomètre pour contrôler la température et éviter le sur chauffage (photo N°5).

Les feuilles des espèces végétales utilisées sont découpées en petits morceaux pour faciliter leur introduction dans un ballon en verre de 2L , ensuite rempli d'eau jusqu'aux 2/3 de sa capacité (immerger la matériel végétal). après chauffez dans le chauffe ballon jusqu'à ébullition pendant deux heures (2h), ce qui entraine la formation d'une vapeur qui va entrainer les constituants volatils. Ces vapeurs s'élèvent et passent dans le réfrigérant.

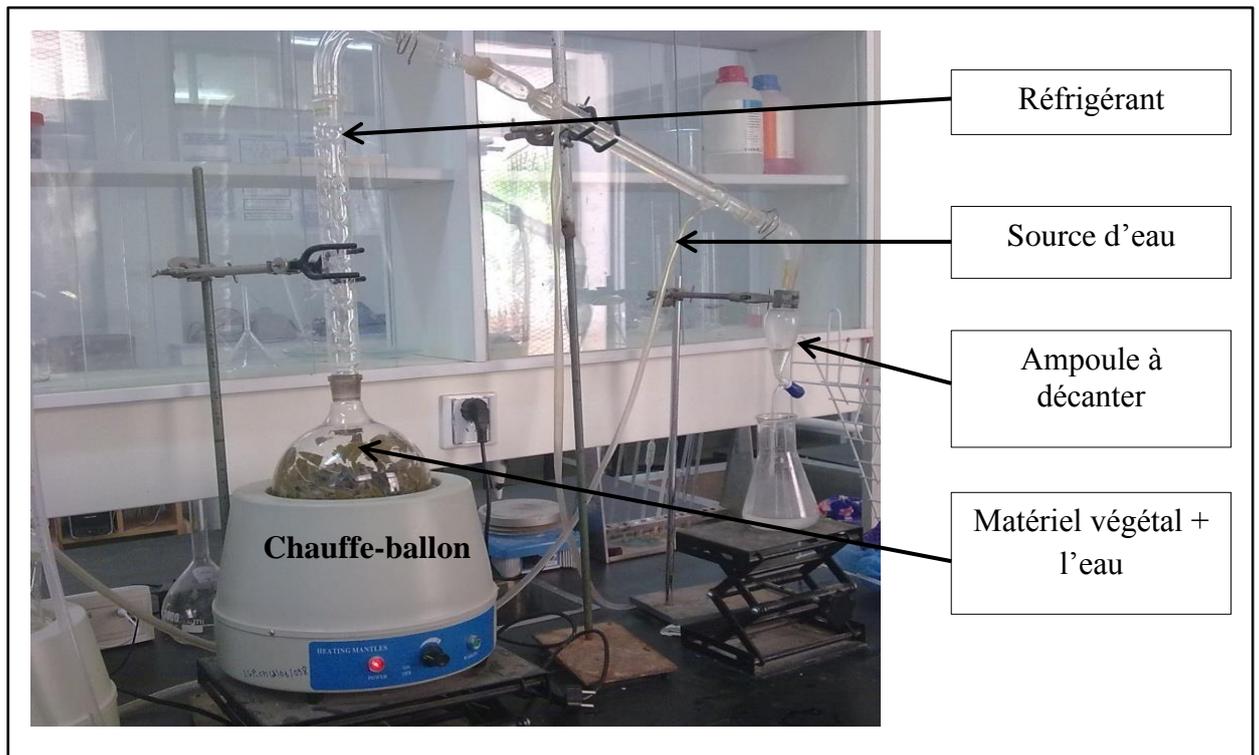


Photo N°5 : Montage d'extraction par hydrodistillation type Clevenger

Ensuite condensée en passant par le condensateur. Le liquide recueilli résulte en un distillat avec une couche d'huile mince à la surface qui sera par la suite séparée par ampoule de décantation (photo N° 06), après repos du liquide. L'huile conservée dans un flacon stérile, fermé et stocké dans un endroit frais à une température de (4°C) à l'abri de la lumière.

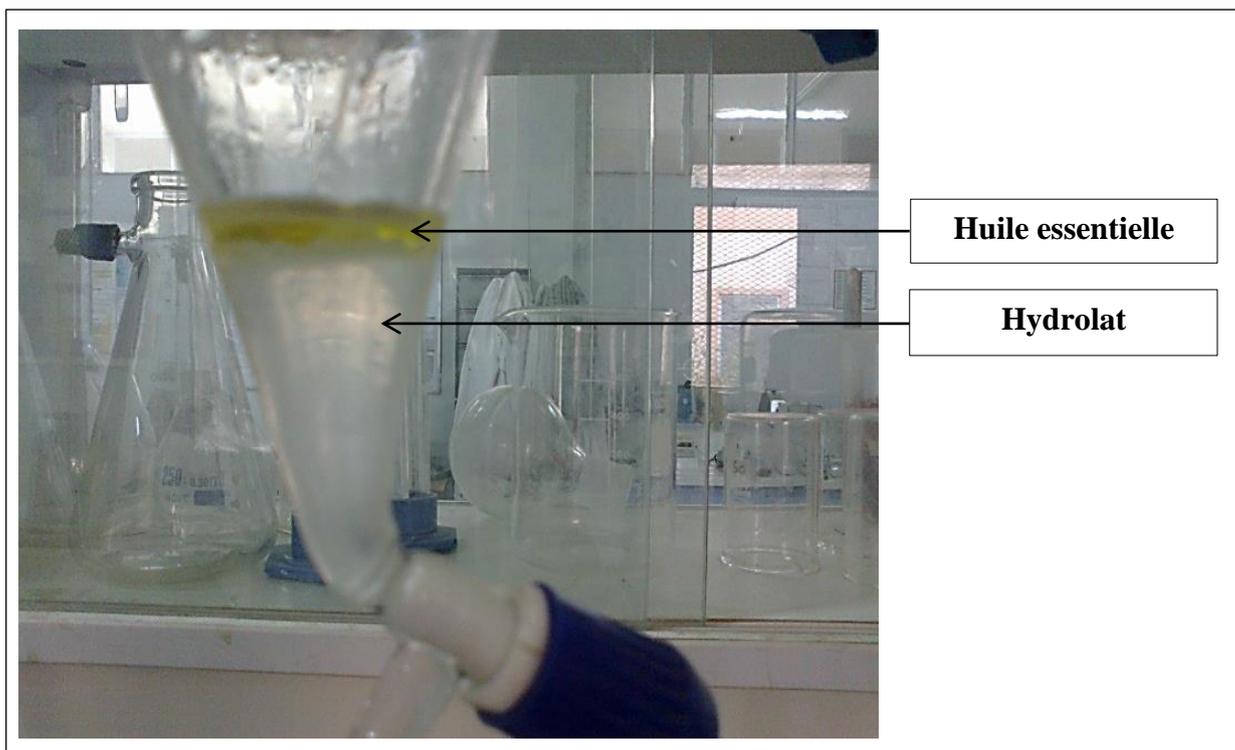


Photo N° 6 : Ampoule à décanter

II.6. Test de la phytotoxicité

Les essais de test de la phytotoxicité d'huiles essentielles d'*Eucalyptus camaldulensis* sur le taux de germination de quelques céréales (blé tendre, orge et l'avoine) ont été menés au niveau du laboratoire de microbiologie faculté de université de Ghardaïa.

Dont, nous avons sélectionné visuellement les graines de trois variétés (photo N°7) : le blé tendre, l'orge et l'avoine et nous avons pris de chaque variété 75 graines de céréale et les mettre dans les bécjers qui continent les différents traitements : témoin (graines de céréale traitées avec eau distillée) et les graines de céréale traitées (huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis* à une concentration de 50 μ l + tween à 5%).

Les graines ont été imbibées pendant 10 mn dans l'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis* à une concentration de 50 μ l diluée par le tween 5% dans d'eau distillée stérile à des conditions aseptiques (sous hotte), sur un papier buvard, les graines ont été séchées et placées dans des boites de pétri qui contiennent du papier filtre dans chaque boite de Pétrie 25 graines de chaque variété (photo N°8).

Pour le témoin les graines ont été traitées par la même méthode en utilisant l'eau distillée. nous terminons par l'arrosage des graines par 4 ml de l'eau distillée stérile dans chaque boîte de pétrie (une seule fois pour 7 jours).

Chaque traitement a été répété trois fois et l'incubation des boîtes qui était à l'air libre à une température de 25 °C. La durée pour l'essai est de 7 jours dans cette période nous avons noté quotidiennement le nombre des graines germées (photo N°9) qui serviront par la suite à la cinétique de la germination et la longueur du coléorhize, et du coléoptile (photo N°10).



Photo N°7 : Traitement des graines par (H.E +Tween + eau distillée)



Photo N°8 : Emplacement les graines dans les boîtes de Pétri

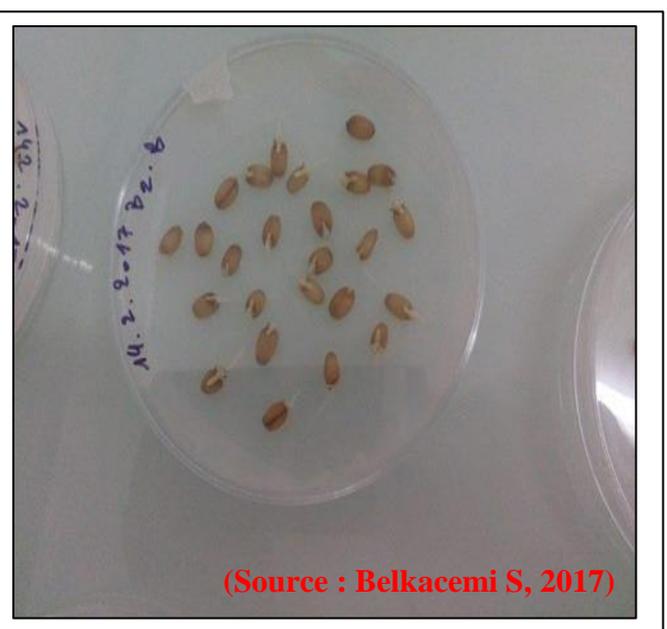


Figure N°9 : Dépôt des grains de céréale dans les boîtes pétrie



Photo N°10: Mesures le longueur de coléorhize et coléoptile

II.7. Exploitation des résultats

Pour cette étude nous avons étudié les paramètres suivants : la cinétique de germination, le taux maximal de germination, la toxicité relative, la longueur du coléoptile et du coléorhize.

II.7.1. Cinétique de germination

La cinétique de la germination correspond aux variations dans le temps du taux de germination des graines témoins et les graines traitées par les extraits huileuse.

II.7.2. Taux maximal de germination (TG)

Le taux de germination selon COME (1970) correspond au pourcentage maximal de graines germées par rapport au total des graines semées fois 100, il est estimé par la formule suivante :

$$\text{TG (\%)} = \frac{\text{Nombre des graines germées} \times 100}{\text{Nombre des graines semées}}$$

II.7.3. Toxicité relative (% de TR)

La toxicité relative sur la germination des graines de chaque espèce a été calculée afin de déterminer le degré de toxicité sur commande, en utilisant la formule suivante (Chapagain, 1991).

$$\text{TR (\%)} = \frac{(X - Y)}{X} \times 100\%$$

TR : Toxicité relative

X : Pourcentage de germination en contrôle en heure particulière d'incubation

Y : Pourcentage de germination des semis dans la présence d'un traitement à la même heure de l'incubation

II.7.4. Longueur de coléorhize et coléoptile

Les longueurs de la coléorhize et coléoptile sont mesurées à l'aide d'une règle.

II.7.5. Fréquence d'infection des graines des céréales

Le traitement des semences consiste de tremper les graines dans les extraits pendant 10 min avant leur mise en germination. Le nombre de graines infectées et comparé au lot témoin sans traitement (Joseph, 2013).

$$\text{Fréquence de l'infection (\%)} = \frac{\text{nombre des graines infectées}}{\text{nombre total des graines semées}} \times 100$$

III.6. Résultats et discussion

III.1. Résultats

III.1.1. Effet d'huile essentielle sur la germination du *Triticum aestivum*

III.1.1.1. Cinétique de germination du *Triticum aestivum*

La figure suivante représente la cinétique de la germination qui correspond aux variations du temps avec la germination des graines de céréales testées.

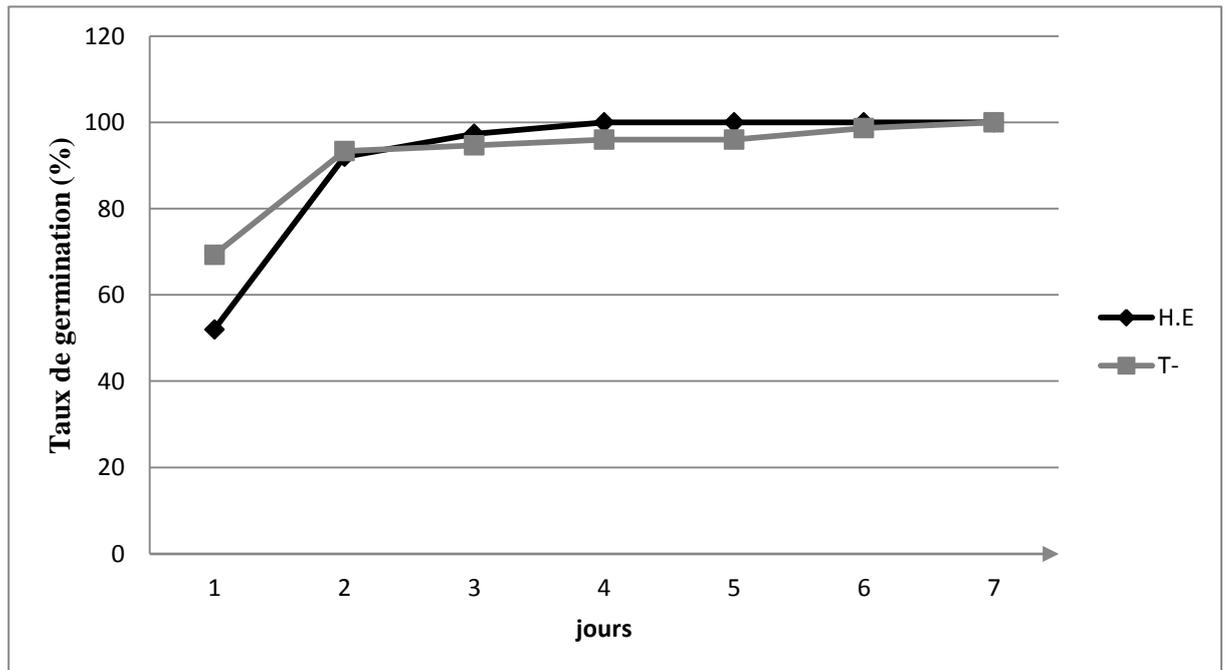


Figure N°7 : Evolution de l'effet d'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis* sur la cinétique de germination du *Triticum aestivum*

T- : traitement avec l'eau distillée stérile.

H.E : traitement par l'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis* à une concentration de 50 μ l.

D'après la figure N°7 qui représente l'évolution de l'effet d'huile essentielle sur la cinétique de germination du *Triticum aestivum* nous remarquons que l'évolution de la germination des graines de blé tendre (Sersou) traitées par l'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis*, a débuté le premier jour mais nous observons que la vitesse de la germination des graines de témoin plus élevée que la vitesse de graines traitées par l'huile essentielle, dont la vitesse la plus élevée (100%) de taux de germination est enregistrée à partir de quatrième

jours pour les graines traitées par l'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis* par contre la vitesse de germination des graines de témoin est plus élevée au le 6^{ème} jour.

III.1.1.2. Taux maximal de germination (TG) du *Triticum aestivum*

Après 07 jours d'incubation des graines du *Triticum aestivum*, nous observons que les résultats de l'effet d'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis* sur le taux final de la germination sont indiquées dans la figure N°8 :

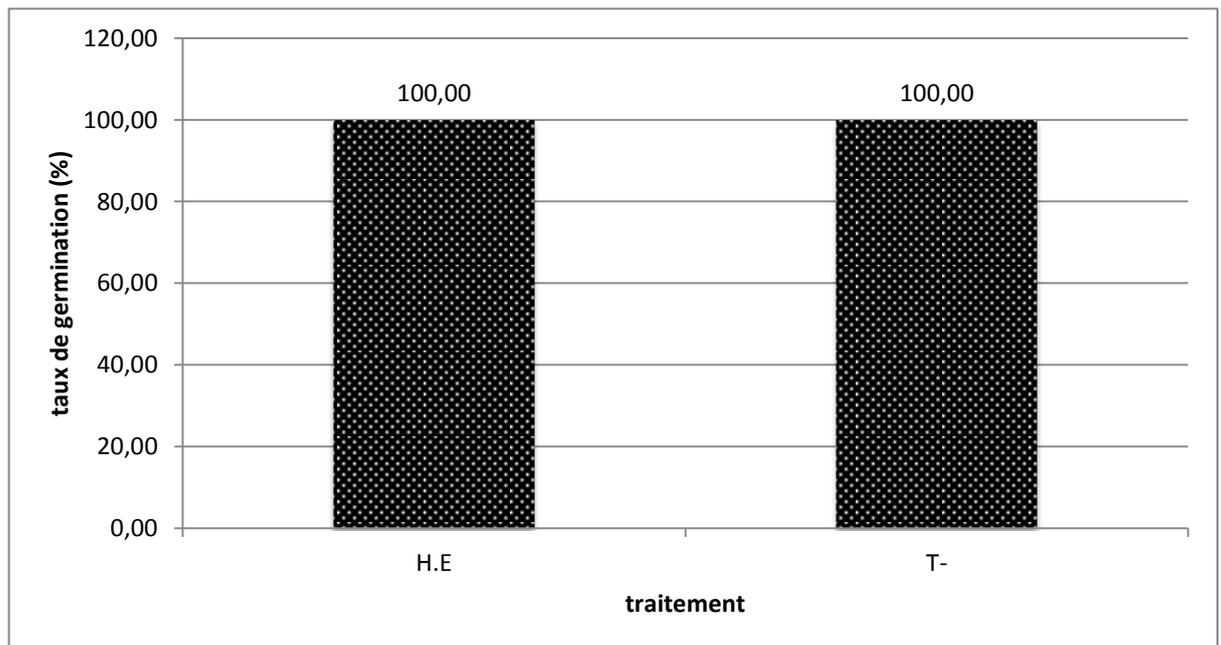


Figure N°8 : Evolution d'effet d'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis* sur le taux de germination du *Triticum aestivum*

T- : traitement avec l'eau distillée stérile.

H.E : traitement par l'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis* à une concentration de 50µl

D'après la figure N°8 qui représente l'évolution de l'effet des extraits aqueux sur le taux de germination du *Triticum aestivum*, nous observons que le taux de germination est de 100% pour les deux graines de *Triticum aestivum* qui ont été traitées par l'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis* avec une concentration de 50 µl et le témoin.

III.1.1.3. Longueur de coléorhize et coléoptile du *Triticum aestivum*

Après 7 jours de germination et à la fin de la période d'incubation, nous avons mesuré les longueurs des racines dans les différents traitements, les résultats sont représentés dans la figure suivante (figure N°9).

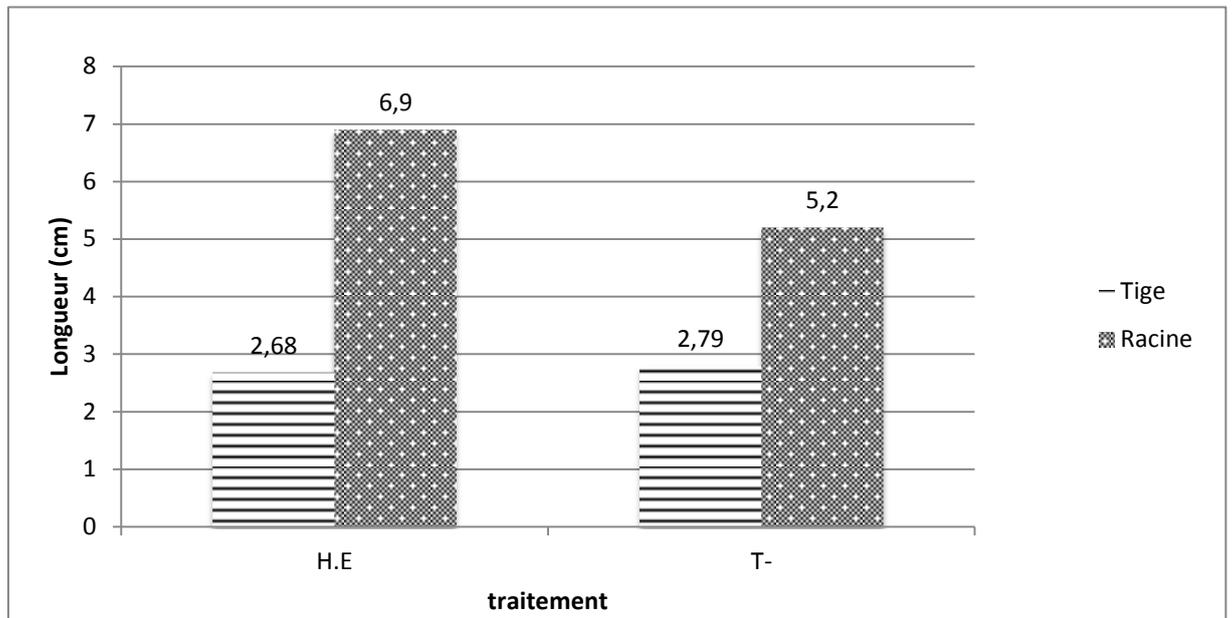


Figure N°9 : Effet d'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis* sur la longueur de coléorhize et coléoptile du *Triticum aestivum*

T- : traitement avec l'eau distillée stérile.

H.E : traitement par l'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis* à une concentration de 50µl.

Selon la figure N°9 qui représente l'effet d'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis* sur la longueur de coléorhize et coléoptile du *Triticum aestivum* nous constatons que la longueur moyenne de coléorhize des graines de *Triticum aestivum* traitées par l'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis* à une concentration de 50 µl, enregistre une longueur maximale de 6,9 cm et une longueur minimale de 4,9 cm chez le témoin de coléorhize. par contre au niveau de coléoptile il n'y a pas un gronde différence entre les deux traitement, pour les graines traitées par l'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis* à une concentration de 50µl enregistre une valeur de 2.68 cm et 2.79 cm pour les graines de témoin

III.1.2. Effet des extraits aqueux sur la germination d'*Hordeum vulgare*

III.1.2.1. Cinétique de germination d'*Hordeum vulgare*

Ce paramètre exprime la dynamique de la germination correspond aux variations dans le temps et le taux de germination des graines d'*Hordeum vulgare* testées. Les résultats sont représentés dans la figure N°10.

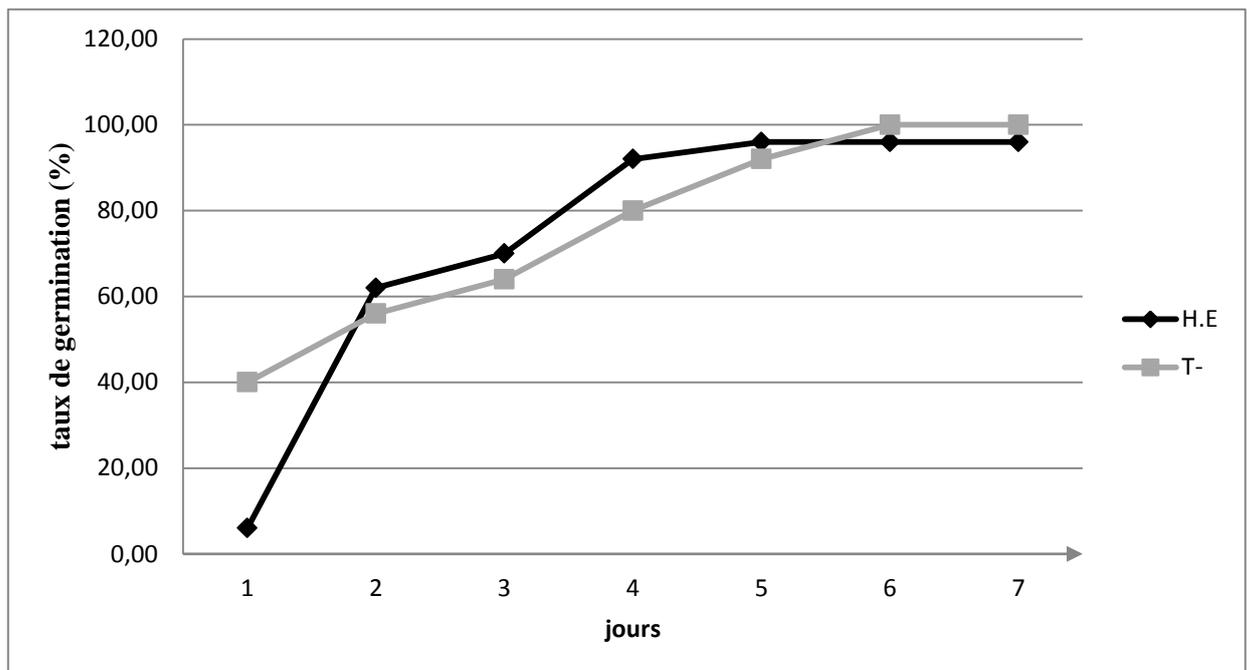


Figure N°10: Effet d'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis*. sur la cinétique de germination d'*Hordeum vulgare*

T-: traitement avec l'eau distillée stérile.

H.E : traitement par l'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis* à une concentration de 50µl.

Alors les deux traitements commencent le premier jour mais pas le même pourcentage de germination, dont nous observons que la vitesse initiale la plus grande a été enregistrée pour les graines du témoin. Ensuite nous remarquons que le taux de germination des graines traitées à l'huile essentielle a augmenté jusqu'au cinquième jours (92%), après il se stabilise. par contre chez le témoin nous enregistrons un taux de germination qui est de 100% au sixième jour.

III.1.2.2. Taux maximal de germination (TG) d'*Hordeum vulgare*

Les résultats de l'effet d'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis* à une concentration de 50µl sur le taux final de la germination de blé tendre, après 07 jours d'incubation sont présentés dans la figure N° 11.

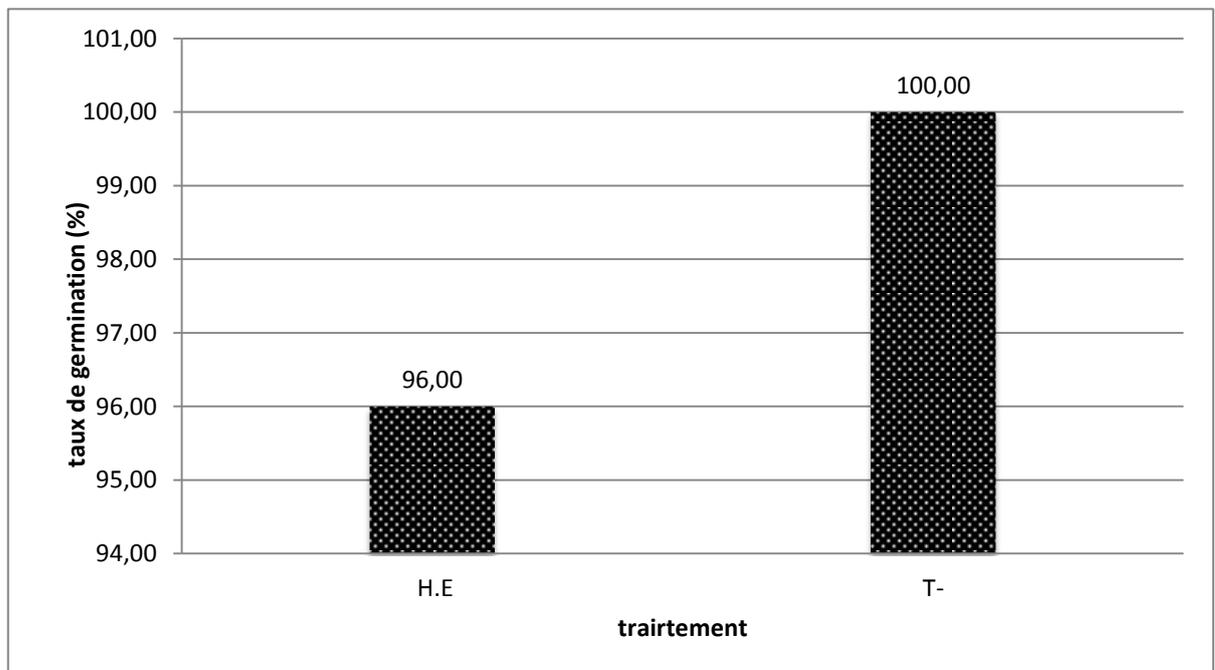


Figure N° 11 : Evolution de l'effet d'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis* sur le taux de germination d'*Hordeum vulgare*

T- : traitement avec l'eau distillée stérile.

H.E : traitement des graines d'*Hordeum vulgare* par l'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis* à une concentration de 50µl.

D'après la figure N° 11, nous observons que les graines du témoin d'*Hordeum vulgare* enregistrent un taux maximal de germination de 100%, en outre, les graines d'*Hordeum vulgare* traitées par l'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis* à une concentration de 50µl un taux de germination de 96%.

III.1.2.3. Longueur de coléorhize et coléoptile d'*Hordeum vulgare*

Après 7 jours de germination, nous avons mesuré les longueurs des racines et des tiges des graines d'*Hordeum vulgare* traitées par l'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis* à

une concentration de 50 μ l et les graines traitées à l'eau distillée, dont les résultats sont représentés dans la figure N° 12.

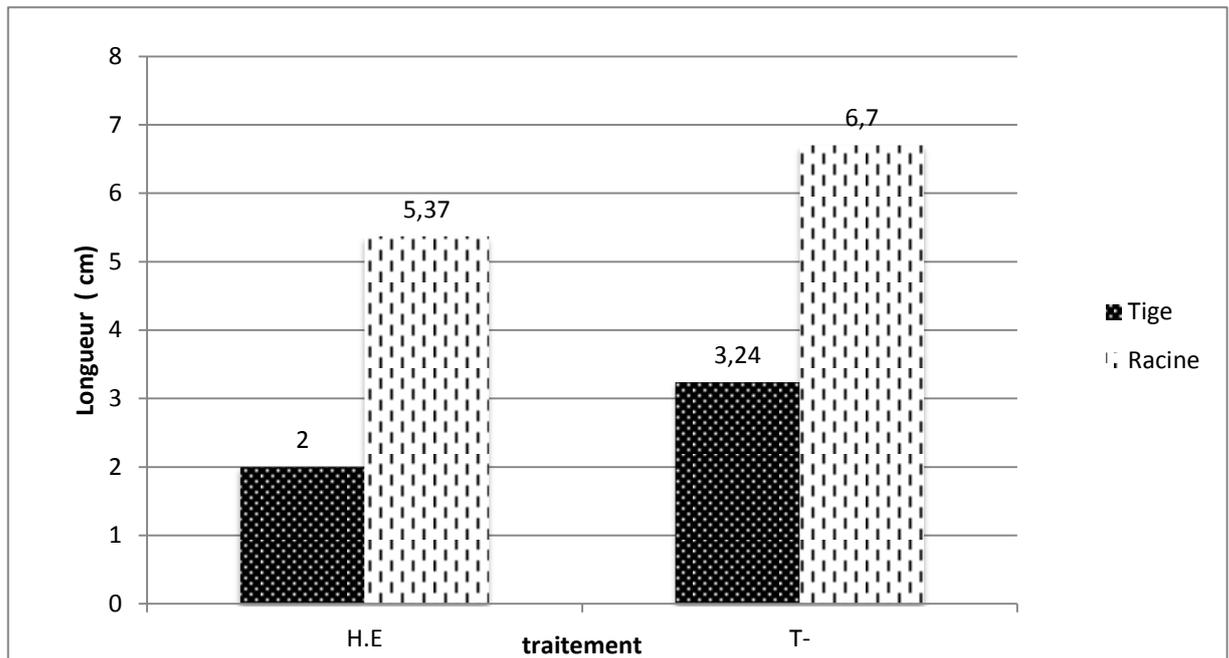


Figure N° 12 : Effet d'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis* sur la longueur de coléorhize et coléoptile d'*Hordeum vulgare*

T- : traitement avec l'eau distillée stérile.

H.E : traitement par l'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis* à une concentration de 50 μ l.

D'après la figure N° 12 qui représente l'effet d'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis* sur la longueur de coléorhize et coléoptile d'*Hordeum vulgare* les résultats suivants montrent que la longueur de la tige et la racine d'*Hordeum vulgare* est moyenne, concernant la longueur de racine chez les graines de témoin enregistre une valeur maximale de 6,7cm, et la valeur minimale est de 5cm chez les graines traitées par l'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis* à une concentration de 50 μ l. En outre, la longueur de la tige chez le témoin enregistre une grande valeur qui est de 3,24 cm, qui est supérieure à celle de la tige traitée à huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis* (2 cm).

III.1.3. Effet des extraits aqueux sur la germination d'*Avena sativa*

III.1.3.1. Cinétique de germination d'*Avena sativa*

La figure N° 13 présente la cinétique de la germination des graines d' *Avena sativa* qui correspond aux variations dans le temps du taux de germination des graines testées :

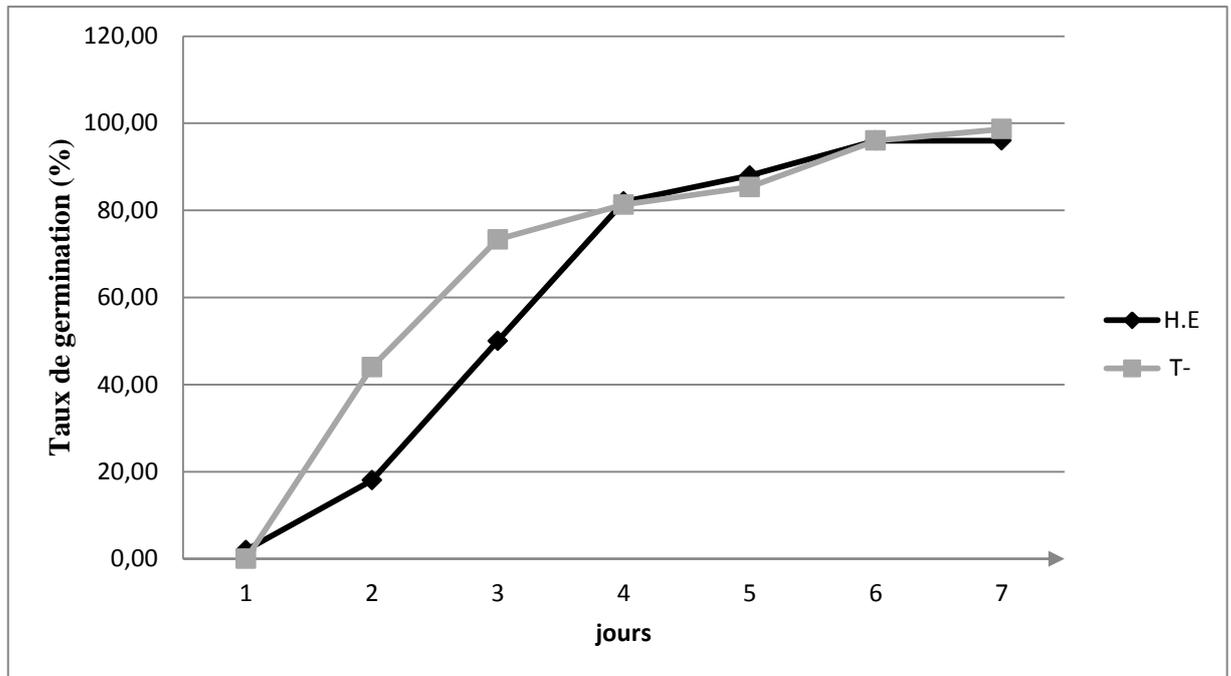


Figure N° 13 : Effet d'huile essentielle d' *Eucalyptus camaldulensis* sur la cinétique de germination d' *Avena sativa*

T-: traitement avec l'eau distillée stérile.

H.E : traitement par l'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis* à une concentration de 50µl.

Nous remarquons que la germination des graines d'*Avena sativa* commence au le premier jour pour les deux traitements, dont le taux de germination chez les graines traitées) à l'eau distillée stérile enregistrent une augmentation journalière jusqu'à 100% au septième jour, par contre la germination des graines traitées par l'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis* à une concentration de 50µl enregistrent une vitesse lente puis elles se stabilise le 6^{ème} jour au valeur 96 %, et on remarque que les deux traitement se croises au 4eme jour.

III.1.3.2. Taux maximal de germination (TG) d'*Avena sativa*

Après 07 jours d'incubation, les résultats de l'effet huiles essentielles d'*Eucalyptus camaldulensis* sur le taux final de la germination sont représenté dans la figure N° 14.

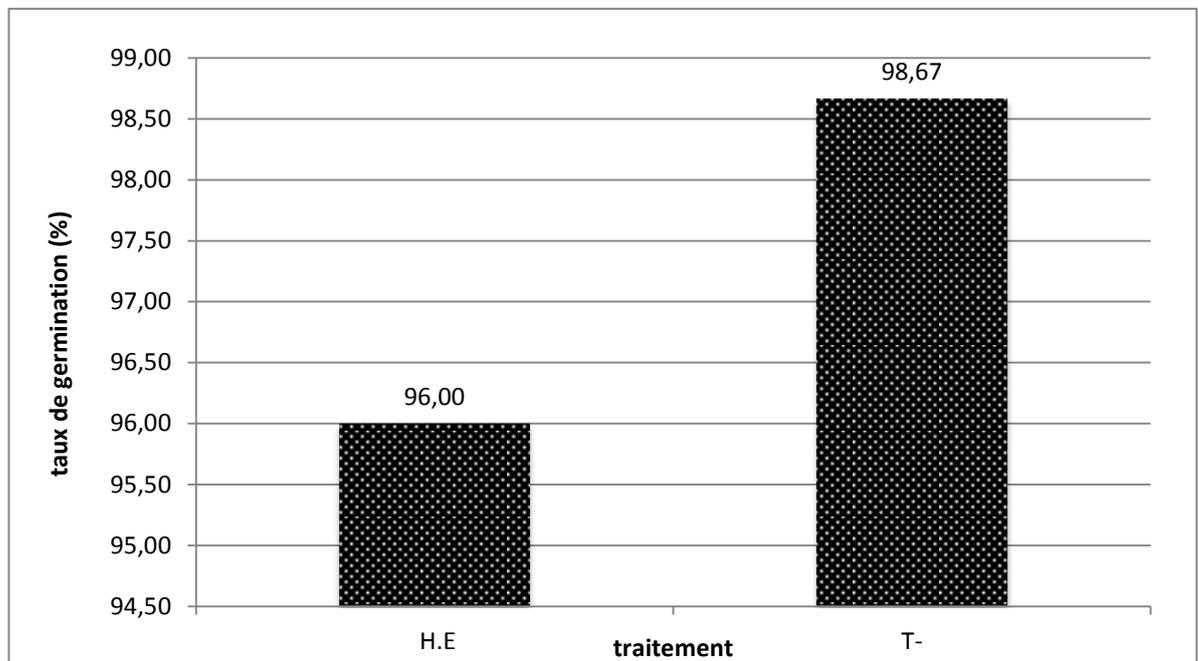


Figure N° 14 : Effet d'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis* sur le taux de germination d'*Avena sativa*

T- : traitement avec l'eau distillée stérile.

H.E : traitement par l'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis* à une concentration de 50µl.

La figure N° 14 représente l'effet d'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis* sur le taux de germination d'*Avena sativa* dont, nous remarquons que le taux de germination maximal chez les graines d'*Avena sativa* traitées à l'eau distillée stérile est de 98,50%, et par entre outre, les graines d'*Avena sativa* traitées à l'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis* à concentration 50µl enregistrent un taux maximal de germination qui est de 95,5%.

III.1.3.3. Longueur de coléorhize et coléoptile d'*Avena sativa*

Après 07 jours d'incubation, nous avons mesuré la longueur de coléoptile et coléorhize des plantules, les résultats sont représentés dans la figure N° 15.

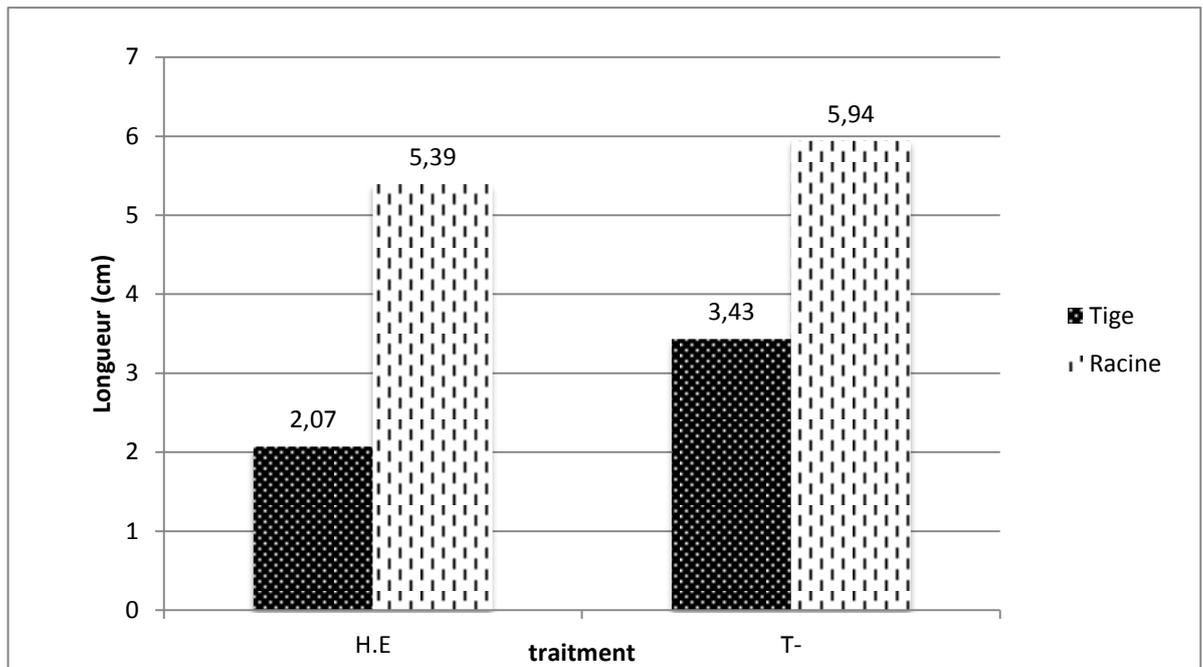


Figure N°15: Effet d'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis* sur la longueur de coléorhize et coléoptile d'*Avena sativa*

T- : traitement avec l'eau distillée stérile.

H.E : traitement par l'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis* à une concentration de 50µl.

Selon la figure N°15 qui représente l'effet d'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis* sur la longueur de coléorhize et coléoptile d'*Avena sativa*, nous remarquons que la longueur est maximale de la tige (3.43 cm) et de la racine (5.94 cm) chez les graines d'*Avena sativa* qui ont été traitées par l'eau distillée stérile. Par contre, nous observons que chez les graines traitées par l'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis* à une concentration de 50µl enregistre une longueur de la racine 5 cm, et 1,9 cm pour la longueur de la tige.

III.1.4. Taux relatif de la toxicité d'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis*

Les résultats de la figure N°16 expriment l'effet de la toxicité d'huile essentielle de la plante médicinale d'*Eucalyptus camaldulensis* sur la germination des trois espèces de céréales à savoir : *Triticum aestivum*, *Hordeum vulgare* et *Avena sativa*.

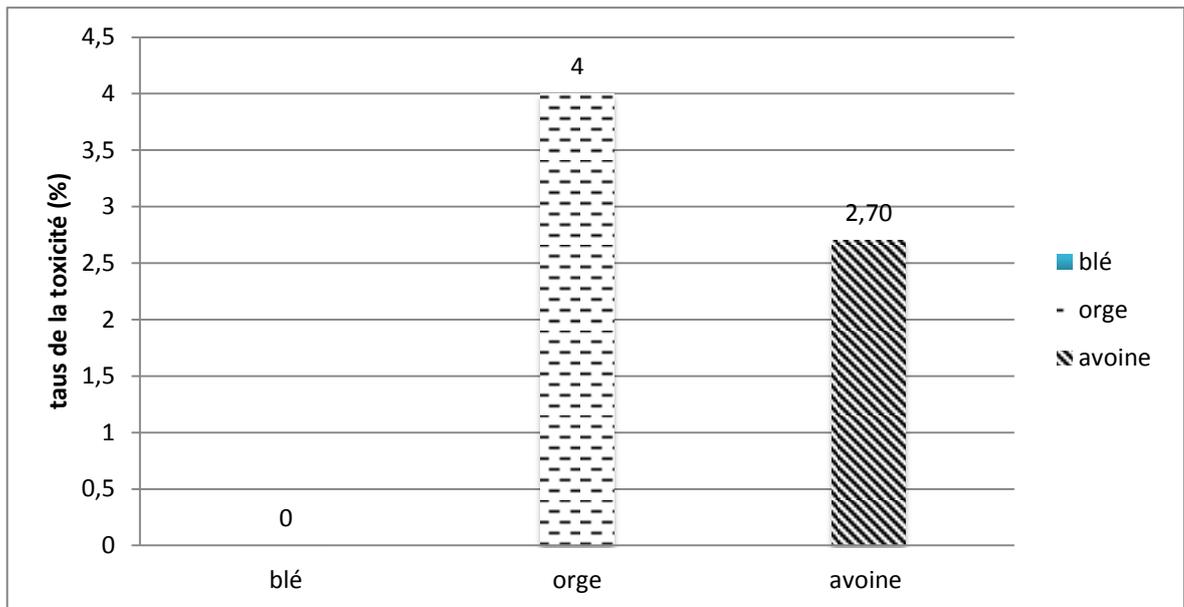


Figure N°16 : Evolution le taux relatif de la toxicité sur la germination des céréales sous l'effet d'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis*

Nous constatons d'après la figure N°16 que le taux de la toxicité est 0% pour les graines de blé, un taux du toxicité de 2,7% chez l'avoine, par contre nous observons que les graines d'orge représentent un taux de toxicité très élevé par rapport aux taux de toxicité du blé et d'avoine qui est de 4%.

Donc, le taux de la toxicité d'huile essentielle de la plante médicinale d'*Eucalyptus camaldulensis* utilisée est plus efficace sur la germination des graines d'orge. Par contre, aucun effet sur les graines de blé.

III.1.5. Effet l'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis* sur le potentielle mycotoxique des graines des céréales

III.1.5.1. Fréquence de l'infection des graines

La figure N°17 présente la potentialité mycotoxique des extraits aqueux sur les flores fongiques des céréales (Blé tendre, orge et l'avoine).

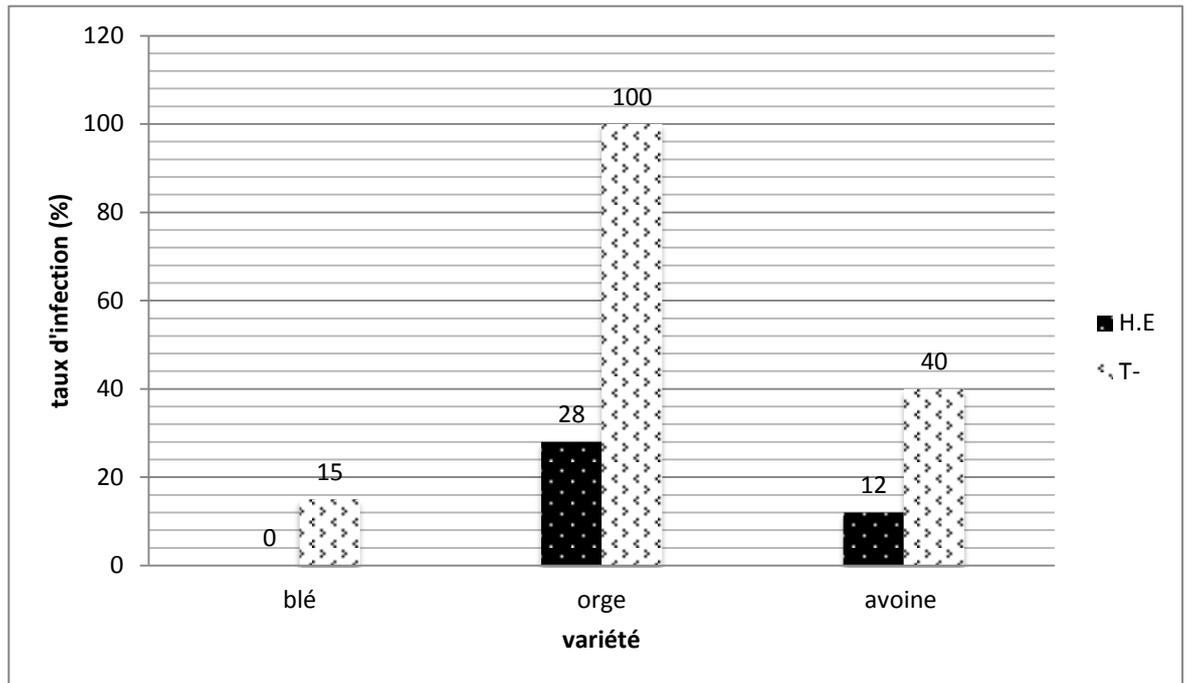


Figure N° 17: Effet d'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis* sur la fréquence de l'infection des graines des céréales

T- : traitement avec l'eau distillée stérile.

H.E: traitement par l'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis* à une concentration de 50µl.

La figure N° 17 représente l'effet d'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis* sur la fréquence de l'infection des graines de céréale. Nous constatons que les graines de blé tendre qui sont traitées par l'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis* inhibent complètement la croissance des champignons. Par contre, l'orge les deux traitement enregistre une valeur plus élevée (H.E :28% et T- :100%) par rapport au blé (H.E :0% et T- :15%) et l'avoine (H.E :12% et T- :40%).

Nous remarquons que l'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis* enregistre un effet sur la germination de la mycoflore chez le blé et un moyen effet de la mycoflore de l'avoine par contre chez l'orge marque une faible efficacité.

III.2. Discussion

L'évaluations de la phytotoxicité d'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis* sur la germination de céréales à savoir : blé tendre, orge et l'avoine.

Notre étude de l'évolution de la phytotoxicité d'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis* avec une concentration (50µl) sur la germination des graines de céréale qui ont été choisis ou testées sur trois variétés de céréales qui sont : Blé tendre du *Triticum aestivum* L var HD1220, Avoine *Avena sativa* L. subsp. *Sativa* (Sonar) et l'orge *Hordeum vulgare* variété SAIDA 183.

Les résultats des tests phytotoxicité montrent que l'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis* à une concentration de 50µl marque un taux de toxicité faible sur la germination de toutes les variétés de céréales étudiées : l'orge (*Hordeum vulgare* (Saida183)) l'avoines (*Avena sativa* L. subsp. *Sativa* (sonar)) et le blé tendre (*Triticum aestivum* L var HD1220 (Sersou)). Ces résultats concordent avec l'étude de Ben ali Nour Elhouda, 2016 qui trouve que le taux de la germination des graines des différentes variétés (Simeto (blé dur), HD1220 (blé tendre) et Saïda (orge)) sont affectées par les extraits aqueux(5%) des plantes médicinales (*Artemisia herba alba* , *Asphodelus tenuifolius* et *Cotula cinerea*) à 50 µl mais une très faible toxicité, Ces résultats concordent avec ceux de Ma *et al.*, 2011 qui ont trouvé que l'extrait 5% et 10 % (50µl et100µl) de la racine de *chamaejasme* s .L influe sur la germination des graines de blé, maïs et colza mais avec la concentration de 2,5% (25µl) ont aucun effet sur la germination. En comparant les résultats avec Trifan *et al.*, 2013, ont testé *in vivo* la phytotoxicité des extraits méthanoïques sur *Triticum aestivum* est qui montré que la fraction phénolique n'a pas un effet génotoxiques / clastogénique il représente un effet stimulant de germination et de croissance sur le blé.et une faible toxicité pour l'extrait d'*Artemisia herba alba* et *Cotula cinerea*.

Certaines substances comme les composés phénolique, triterpènes... jouent un rôle chimique dans la phytotoxicité de germination (Lin *et al.*, 2011).

Des études entraîne ont montré que la division et élongation cellulaire, phase essentielle pour le développement, sont sensibles à la présence des composés toxique (Muller, 1966).

L'inhibition de germination des graines due à perturbation de l'activité amylase-alpha, est une enzyme importante pour la dégradation d'amidon (khan *et al.*, 2008). Les Membranes

de racine sont un emplacement primaire d'action pour les acides phénoliques. Le contact des acides phénoliques avec la membrane de cellules de racine mène à la dépolarisation, un flux des ions, et une réduction de conductivité hydraulique, prise d'eau et prise de filet nutritive (Hussain *et al.*, 2011).

Les Flavonoïdes changent l'infiltration de la membrane mitochondriale et chloroplaste et en conséquence, le taux de transport d'électrons et photophosphorylation est modifié, les coumarines arrêtent la mitose comme la colchicine et les composés phénoliques peuvent inhiber la division cellulaire des racines, qui l'inhibition de l'activité de la gibbérelline et indol d'acide acétique (Rahimzadeh *et al.*, 2012). Et ces composés phénoliques empêchent la germination et croissance de jeunes plantes par leur effets sur des processus métaboliques de germination et de croissance (Salhi *et al.*, 2013). les composés phénolique pourraient avoir l'interférence avec la voie de phosphorylation ou empêcher l'activation de l'activité de magnésium et d'ATPase ou pourrait devoir diminuer d'hydrate de carbone total, protéine, et acide nucléique (ADN et ARN) ou interférence dans la division de cellules, minerai prise et processus biosynthétiques (Das *et al.*, 2012). D'autres travaux expliquent l'action de quelques métabolites secondaires végétaux comme le benzoxazolinones comme substances inhibitrice de l'auxine de coléoptile de l'avoine (Lesuffleur, 2007).

Conclusion

Conclusion

Au cours de ce travail, nous avons étudié l'évolution de la phytotoxicité d'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis* avec une concentration de 50µl sur la germination de trois variétés de céréale à savoir (Blé tendre, Orge et l'avoine).

Les résultats des tests de la phytotoxicité montrent que l'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis* à une concentration de 50µl marque un taux de toxicité faible sur la germination de toutes les variétés de céréales étudiées : l'orge (*Hordeum vulgare* (Saida183)) l'avoines (*Avena sativa* L. subsp. *Sativa* (sonar)) et le blé tendre (*Triticum aestivum* L var HD1220 (Sersou)). par conséquent, l'ensemble de ces résultats obtenus in vitro ne constituent qu'une ébauche à la recherche scientifique des substances naturelles pour la lutte biologique.

Ces différents résultats obtenus entre les différentes espèces de céréales (Blé tendre, Orge et l'avoine) sont dus au génotype des graines et la résistance ou à la sensibilité de ces dernières.

Pour les résultats de la fréquence des graines de céréale contaminées indiquent que l'efficacité d'huile essentielle de la plante médicinale *Eucalyptus camaldulensis* sur la prolifération de la flore fongique, alors que l'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis* représente un effet antifongique sur les champignons qui attaquent les graines de blé tendre.

Les plantes médicinales restent toujours la source fiable des principes actifs connus par leurs propriétés thérapeutiques.

Par ailleurs, nos résultats présentent un intérêt non négligeable pour l'application des produits biologiques phytosanitaires c'est-à-dire un moyen de lutte biologique basé sur des substances naturelles non polluantes pour la microflore de céréale.

Cependant d'autres études doivent être effectuées pour compléter ce travail dans le but d'évaluer des autres espèces médicinales.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

Achour M., 2005. Note relative aux ressources en eaux souterraines de la wilaya de Ghardaïa. Rapport interne ANRH. Ghardaïa. 19p.

Alayat A.,2015. Etude de l'Impact Toxicologique de Certains Agent Chimique sur la qualité des céréales : cas du blé et de l'orge, these de doctorat en Toxicologie de l'université Badji Mokhtare – Annaba 231p.

Amalia I. et kartik A., 2005. Nouveau procédé de fractionnement des graines de tournesol : expression et extraction en extrudeur bi vis, purification per ultrafiltration de huile de tournesol. Thèse doctorat de l'institut national polytechnique de toulouse, France.

Baudoux, 2008. Dominique. L'aromathérapie se soigner par les huiles essentielles. Bruxelles : Ed. Amyris, 2008.

Boily, Y., Vapuyvelde, L., 1986. Screening of Medicinal Plants of Rwanda for Antimicrobial Activity. Journal of Ethnopharmacology. 6: 1 –13.

Bottin L., 2006. Déterminantsde la variation molucuaire et phénotypique d'une espèce forestière en milieu insulaire : cas de Santalum austrocaledonicum en nouvelle-Calédonie, Montpellier,Thése.

Bouamer A., Bellaghit M. et Mollay amer A., 2004. Etude comparative entre l'huile essentielle de la menthe vert et la menthe poivrée de la région de Ouargla ; Mémoire DES .Unive. Ouargla, p 2-5 ; 10 ; 19 ; 21-22.

Bouanane N., Boussehel N., 2005. Contribution agroécologique aux essais d'introduction de la menthe poivré (menthe piperata L) dans la région de Ouargla en vue de l'utilisation de ses huiles essentielles en thérapie ; mém Ing.Univ. Ouargla, p22-23 ; 28.

Boulife, 1975. La lutte contre les maladies cryptogamiques de l'orge du Maroc, article 41-46p.

Bouzidi N., 2016. Etude des activités biologiques de l'huile essentielle de l'armoise blanche « Artemisia herba alba Asso » thèse de doctorat en Sciences de l'université de la Vie MUSTAPHA STAMBOULI DE MASCARA , 462p.

Bruneton J., 1993. Pharmacognosie, Phytochimie. Plantes médicinales. Ed Technique et Documentation, 3^{ème} Ed Lavoisier, Paris.1120p.

CCLS, 2009. Coopérative de Céréales et de Légumes Secs.

Chahardehi A. M., Ibrahim D. et Sulaiman S. F., 2010. Antioxidant, antimicrobial activity and toxicity test of pileamicrophylla, international journal of microbiology: 6.

Chapagain N., 1990. Physiological Impact of Dhobi kola (Kathmandu) Water Pollution on *Persicaria perfolita* L. Leaves and Germination of some Vegetable Seeds

Chehat, 2007. Analyse macroéconomique des filière blés en Algérie. Projet PAMLIM « Perspectives agricoles et agroalimentaires Maghrébines Libéralisation et Mondialisations ». Alger.

Chehma A., 2011. Le Sahara en Algérie, situation et défis. Séminaire L'effet du Changement Climatique sur l'élevage et la gestion durable des parcours dans les zones arides et semi-arides du Maghreb. Du 21 au 24 Novembre. Université KASDI MERBAH -Ouargla- Algérie, 8p.

Chehma S., 2013. Etude bioécologique des Hyménoptères parasitoïdes des pucerons. Thèse de Magister en Protection des végétaux. Université KASDI MERBAH –Ouargla.

Csesk J. et Kaufman P. B., 1999. How and why these compounds are synthesized by plants. Natural products from plants. CRC Press, Boca Raton FL.Pp 37-90.

Das C. R., Mondal N. K., Aditya P., Datta J. K. , Banerjee A , Das K.,2012. Allelopathic Potentialities of Leachates of Leaf Litter of Some Selected Tree Species On Gram Seeds Under Laboratory Conditions. ASIAN J. exp. biol. sci. Vol 3 (1): pp59 – 65.

Djermoun A., 2009. La production céréalière en Algérie : les principales caractéristiques. Revue nature et technologie. n° (01) : pp45 -53

D.S.A. Ghardaïa, 2016. Rapport annuel des Directions de Services Agricoles. Ghardaïa. 8p.

D.P.S.B., 2010. Annuaire statistique de la wilaya de Ghardaïa-2010. Direction de la Programmation et du Suivi Budgétaires. Ed 2011(vol.2). 132p

- El Kalamouni C., 2010.** Caractérisation chimiques et biologiques d'extraits de plantes aromatiques oubliées de Midi-Pyrénées. Thèse de Doctorat. Université de Toulouse.
- Fanny B., 2005.** Mise en évidence du potentiel allélopathique de la graminée festuca paniculata dans les prairies subalpines. sciences du vivant – biodiversités ecologie environnement. rapport de stage de master. university joseph fourier.
- FAO., 2014.** Secteur agricole : importations/ exportations produits de base par pays. Bulletin Food and Agriculture Organization of the United Nations 2014.
- FAO., 2015.** L'offre et la demande de céréales, situation alimentaire mondiale. Bulletin de la FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), Bulletin du 07.05.2015.
- Gilly, 1997.** Les plantes à parfum et huiles essentielles à grasse.Ed : L'Harmatan.P97-104.
- Guignard J., 2001 .** Botanique systématique moléculaire, 2 ème édition Lavoisier, Paris.p.122.
- Gilles R. M., Zhao J., An M., Agboola S., 2010.** Chemical composition and antimicrobial properties of essential oils of three Australian Eucalyptus species. Food Chemistry 119, 731-7.
- Hammoudi E. et Boudarham A., 2009.** L'effet antimicrobien de miel. Des Université de Kasdi Merbah Ouargla,20-25p.
- Hussain I., Khattak M., Ullah R., Muhammad Z., Khan N., Khan F.,Ullah Z., Haider S., 2011.** Phytochemicals screening and antibacterial activities of selected medicinal plants of khyberpakhtunkhwa Pakistan. African Journal of pharmacy and Pharmacology. Vol 5 (6): pp 746-750.
- Isman, 2002.** Problems et perspectives des commercialisation des insecticides d'origine végétale. Pp 300-311
- Joseph Djeugap Fovo., 2013.** Contraintes de germination et diagnostic moléculaire des champignons associés aux maladies chez ricinodendron heudelotii au cameroun, these des doctorat en sciences forestières (pathologie forestière), université Laval , Quebec Canda. p 158.

- Khan M. A., Hussain I., Khan E. A., 2008.** Allelopathic effects of eucalyptus (*Eucalyptus Camaldulensis* L.) on germination and seedling growth of wheat (*Triticum Aestivum* L.). Pak. J. Weed Sci. Res. Vol (14): pp9-18.
- Lucchesi M., 2005.** Extraction Sans Solvant Assistée par Micro-ondes Conception et Application à l'extraction des huiles essentielles, Thèse de Université de la Reunion.
- Mann T.S., Kiran Babu G.D., Guleria S., Singh B., 2011.** Comparison of *Eucalyptus cinerea* essential oils produced by HD and supercritical carbon dioxide extraction. Natural Product Communications 6, 107-110.
- Mohammedi Z., 2013.** Etude phytochimique et activités biologiques de quelques plantes médicinales de la région nord et sud-ouest de l'Algérie. p 84.
- Moule C., 1971.** PHYTOTECNIIE SPÉCIALE II CÉRÉALES ,la maison rustique – paris.p 3, 94 p.
- Muller C.H., 1996.** The role of chemical inhibition (allelopathy) in vegetational composition bull. Torrey Bot. Club. Vol (93): pp332-351.
- Multon J.L., 1982.** Conservation et stockage des grains et graines et produits dérivés-céréales, oléagineux, protéagineux, aliments pour animaux, technique & documentation lavoisier paris apria,v(1) : p 576.
- Nacoulma-ouedraogo O. G., 1996.** Plantes médicinales et Pratiques médicinales traditionnelles au Burkina Faso - Cas du plateau central, Thèse de Doctorat ès Sciences Naturelles, Tome 1, 320 p. Tome 2 : Annexes 285 p.
- Nacoulma O.G., 1996.** Medicinal Plants and Their Traditional Uses in Burkina Faso. Ph.D. Thesis. University of Ouagadougou 328.
- Phattayakorn and Wanchaitanawong, 2009.** Antimicrobial activity of Thai herb extracts against coconut milk spoilage microorganisms, Kasetsartj. nat. sci. 43: 752-759.
- Piochon, 2008.** Etude des huiles essentielles d'espèces végétales de la flore Laurentienne: composition chimique, activités pharmacologiques et héli-synthèse. Université de Québec.
- Rahimzadeh F, Tobeh A, Shahzad S J., 2012.** Study of allelopathic effects of aqueous extracts of roots and seeds of goosefoot, red-root amaranth and field bindweed on germination

and growth of lentil seedlings. International journal of Agronomy and Plant Production. Vol 3 (9): pp318-326.

Rahini, 2002. Les huiles essentielles et leurs intérêt. La forêt algérienne n°4. Institut national de la recherche forestière. Bainem Alger.

Ramezani H., Singh H.P., Batish D.R., Kohli R.K., 2002. Antifungal activity of the volatile oil of *Eucalyptus citriodora*. Fitoterapia 73, 261–2.

Salhi N., EL-Darier M. S., Halilat M. EL-TaHER H. M., 2013. The Effect of Soil in the Allelopathic Potential of *Artemisia herba-alba* and *Oudneya africana* Crude Powder on Growth of Weeds. International Journal of Biological, Biomolecular, Agricultural, Food and Biotechnological Engineering. Vol (7): pp1187-1190.

Sallé, Jean-Luc, 1991. Les huiles essentielles: synthèse d'aromathérapie et introduction à la sympathicothérapie. Paris : Frison-Roche.

Taleb-toudert K., 2015. Extraction et caractérisation des huiles essentielles de dix plantes aromatique provenant de la région de kabylie (Nord Algérien). Evaluation de leurs effets sur la bruche du niébé *Callosobruchus maculatus* (Coleoptere :Bruchidae), thèse de doctorat en sciences biologiques de l'université de mouloude mammeri-tizi ousou 160p.

Tenscher E., Anton R et Lobstein A., 2005. Plantes aromatiques. Epices, aromates, condiments et huiles essentielles. Edition Tec&doc. Pp3-50/121-124.

Wageningen., 2004. Protection des céréales et des légumineuses stockées, inge degroot, pays bas, p 6.

Wan P., Pakarinen D. 1995. Hron.Alternative hydrocarboné solvent for cottonseed extraction.J.Am.Oil Chem.Soc 72p.

Référence électronique

Jean Valnet , Docteur Valnet aromathérapie,2014. [en ligne]. [Consulté le 31 octobre 2014]. Disponible à l'adresse http://www.docteurvalnet.com/hst_drvalnet.php**D.P.S.B., 2010.** Annuaire statistique de la wilaya de Ghardaïa-2010. Direction de la Programmation et du Suivi Budgétaires. Ed 2011(vol.2). 132p.

Tuteimpo, 2016. www.tutiempo.net

Annexes



Hotte à flux laminaire



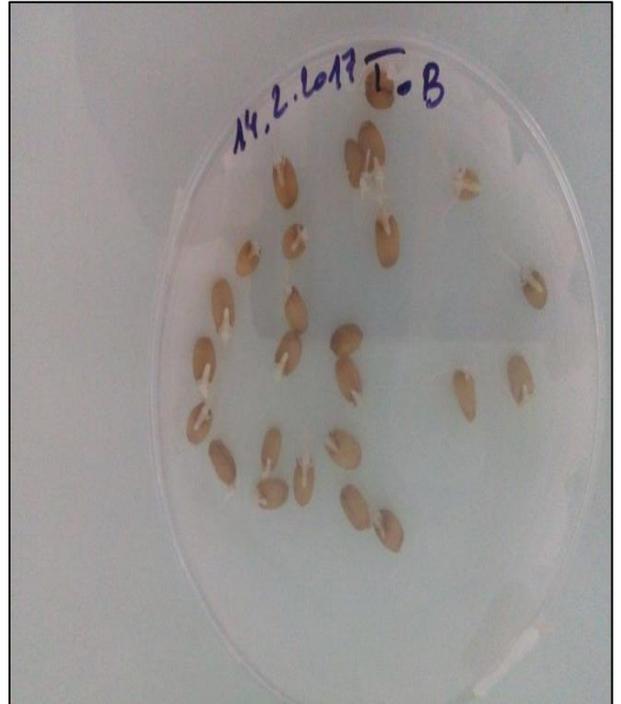
Autoclave



Huile essentielle d'*eucalyptus camaldulensis*



Germination des grains d'orge au premier jour



Germination des grains de blé au premier jour



Germination des grains après 7^{ème} jours