

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA

FACULTE DES SCIENCES

DEPARTEMENT DE MICROBIOLOGIE & BIOCHIMIE

N°:



DOMAINE : SCINCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

FILIERE : SCIENCE BIOLOGIQUE

OPTION : BIOCHIMIE APPLIQUEE

Mémoire présenté pour l'obtention

Du diplôme de master Académique

Par :

SAADAOUI Hibatallah LAOUES safia Sabrina LATRECHE Hasna

Intitulé

**Etude de l'activité antioxydante et scolicide de
l'huile essentielle d'*Artemisia campestris***

Soutenu devant le jury composé de :

Dr. HARRAR Abd Nacer	Université Mohamed Boudiaf M'sila	Président
Dr. BOUZIZ Samia.	Université Mohamed Boudiaf M'sila	Rapporteur
Dr. BENAICHE Ghania	Université Mohamed Boudiaf M'sila	Examineur

Année universitaire : 2021/2022

DEDICACE

Je dédie ce modeste travail Aux deux êtres les plus chers au monde, qui ont souffert nuit et jour, ma source de joie de bonheur et d'espoire à ceux qui ont sacrifié pour moi et pour mon succès qui ont illuminé les ténèbres du chemin, corrigé mes erreurs et m'ont conseillé a mes parents vous etes ma vie.

À ceux qui ont été comme un bouclier derrière moi et comme le soleil devant moi, a ceux qui m'ont soutenu depuis l'enfance vous etes ma raison de joie de courage de resistance et de patience Amina, Zohra ,Nassima ,Baya ,kheira et cher frère Bachir sans oublier hakim et saleh.

je dedie mon simple travail a ma source d'energie et A ma belle avec qui j'ai partagé ce travail Saadaoui hibat allah et toute sa famille qui m'a tellement aidé et m'a fait sentir que j'étais dans et avec ma famille.

À tous les membres de ma famille : ma grande mère, oncles, tantes, cousins, cousine et leurs enfants sans exception, et surtout ma cousine houda, yamina et farida merci pour vos encouragements et aides .

A mes cheres amies : mouna, hadile, hiba ,chaima, khadidja ,timou, khadidja marwa, imene ,nessrine, assoumi ,fella et warda et le groupe B12,sans oublier hasna et ses filles

À tous ceux qui ont toujours cru en moi et poussé à réussir, je vous dédie ce travail.

À tous mes enseignants du cycle primaire jusqu'à l'université merci à vous.

Sabrina

DEDICACE

*Je Tiens à dédie ce travail a « mes parents » Dieu
a sauver..*

*A mes deuxièmes parents « Omar et Kheira »
A l'âme de ma grand-mère dieu le tout puissant
la pardonne et l'accepte dans ses vastes paradis.*

*A mes soeurs Nana, Leila, chhaima et asma et mes frères Salem,
Soheyb,hamidouche.*

A mes tantes et mes oncles

*A tous mes amis sans exeption et surtout sabrine et hasna .
À tous ceux et à toutes celles qui m'ont soutenu pendant ma vie et dans mon
parcours d'études de près ou de loin.*

Hiba

DEDICACE

C'est avec un infiniment plaisir que je dédie ce mémoire aux êtres qui me sont très chers dans cette vie.

A Mes très chers parents, avec tout mon amour, ma tendresse et mon estime, c'est avec vos prières que je me suis arrivée à réussir je n'arriverai jamais à vous rendre ce que vous avez fait pour moi. Que Dieu vous protège et vous garde en bonne santé.

*A mon très cher mari "**Chouaib**", avec tout mon amour, c'est avec ton soutien, amour et support indéfini que je me suis arrivée là*

*A mes très chères filles et mes petites anges "**Alaa, jana et Afnane**"*

*A ma chère sœur "**Maryam**", et mes chers frères "**Mehdi et Adel**" pour tout l'amour qu'ils m'apportent et leur soutien.*

*A mes beaux parent et mes belles sœurs "**Sonia, Samia, Safa et Marwa**"*

*A ma chère amie et soeur "**Meriem Benyettou**", c'est avec ton encouragement et support que je me suis arrivée à reprendre mes études après tant d'années. Que dieu te garde et te protège*

*A mes très chères collègues "**Sabrina et Hiba**", sans vous ce travaille n'aura jamais être fait. Je vous remercie pour votre patiente, support, soutien et compréhension indéfinie. Que le bon dieu vous protège et vous guide vers la réussite dans tous vos projets*

A mon encadreur Mme Bouaziz Samia qui nous a dirigé dans ce labeur et Que je remercie beaucoup pour son aide précieux et son soutien inestimable dans la réalisation de ce travail.

A tous ceux qui m'aiment

"Hasna"

REMERCIEMENTS

En préambule à ce mémoire je remerciant ALLAH qui nous aide et nous donne la patience et le courage durant ces longues années d'étude.

Nous remercions en particulier notre promotrice Mme Bouaziz Samia. Elle nous a fait le grand honneur de nous encadrer, un grand merci pour ses conseils, sa patience, sa gentillesse et surtout pour son soutien.

Merci à tous les membres du jury A monsieur Harrar abed el Nasser qui nous a fait l'honneur de présider ce jury, sincères remerciements. A madame Benaïche Ghania qui a accepté de juger et d'examiner ce travail, profonds remerciements.

Nous remercions Mr. SAGHIRI KAMAL et toute l'équipe des ingénieurs des laboratoires de notre département.

Nos Remerciements vont également à Mme Taïbi Nadia chef division de santé-CRAPC d'avoir accepté de nous accueillir dans le centre de recherche à Boussmail CRAPC .

Un grand merci aux tous les enseignants du département de microbiologie et biochimie et en particulier mille merci pour Mme Dhimi ; Mr Hendel ; Mr Harrar ; Mr Benslama et Mr Kherbache pour leurs aides et leurs encouragements, et sans oublier Mr Kheniche chef département de chimie et Mr Chikouche; et Mr Guelil Hamza pour le temps qui nous ont dispensé, et leurs grande disponibilité et leurs informations qui ont facilité notre tâche.

Un grand merci pour les agents de faculté des sciences pour leurs sourires et leurs encouragements.

Nous remercions tous ceux et celles qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire. Nos gratitudes vont également à nos collègues étudiants de Master 2 biochimie appliqué et surtout l'équipe de Mme Bouaziz : Chaima Guerbas et Haffaf .

Sommaire

Résumé	i
Liste des abréviations	ii
Liste des figures :	iii
Liste des tableaux :	iv
Introduction	1
<i>Chapitre I. Artemisia campestris</i>	2
I.1. Présentation de la plante	2
I.2. Caractère botanique	2
I.3. Systématique de la plante	2
I.4. Utilisation traditionnelle d' <i>Artemisia campestris</i>	3
I.5. Les huiles essentielles.....	3
I.5.1. Généralités.....	3
I.5.2. Rôle et activités biologiques des huiles essentielles d' <i>Artemisia campestris</i>	4
I.5.3. Composition chimique des huiles essentielle d' <i>Artemisia campestris</i>	4
<i>Chapitre II. Le kyste hydatique</i>	6
II.1. Généralités	6
II.2. PARASITE <i>ECHINOCOCCUS GRANULOSUS</i>	7
II.2.1. Classification.....	7
II.2.2. Forme de <i>E.granulosus</i> :	7
II.2.3. Transmission et Cycle de vie	9
II.3. PATHOLOGIE.....	10
II.3.1. Signes et symptômes	10
II.3.2. Diagnostique.....	11
II.3.3. Traitement	11
II.4. PREVENTION	12
<i>Chapitre III. Matériels et méthodes</i>	14

III.1.	Matériel et produits	14
III.1.1.	Appareillage et équipement	14
III.1.2.	Accessoire et verreries	14
III.1.3.	Produits	14
III.1.4.	Produit végétale	15
III.1.5.	Parasite.....	15
III.2.	Méthodes.....	15
III.2.1.	Extraction de l'huile essentielle.....	15
III.2.2.	Activité anti-oxydante	17
III.2.3.	Activité scolicidale <i>in vitro</i>	17
III.2.4.	Etude statistique.....	18
Chapitre IV.	Résultats et discussion.....	19
IV.1.	Rendements des extractions	19
IV.2.	Activité anti oxydante	19
IV.3.	Activité scolicidale <i>in vitro</i>	21
Conclusion.....		29
Références bibliographiques :	29

ملخص

سلطت دراستنا الضوء على التأثير ضد الطفيلي ومضادات الأكسدة للزيت العطري لنبات *Artemisia campestris* dgouft، حيث تم استخراج الزيت عن طريق التقطير المائي بمرود قيمته 0.16% ، يتم تقييم النشاط المضاد للأكسدة عن طريق اختبار DPPH ويتم استخراج الاكياس المائية التي تحتوي البروتوسكولكس من كبد الأغنام المصابة ، استخدمت تراكيز مختلفة من الزيت الأساسي على فترات زمنية (10 ؛ 30 ؛ 60 دقيقة) يستخدم اختبار استبعاد اليوزين لاختبار جدوى الطفيلي.

أظهر اختبار DPPH أن الزيت الخاص بنا لديه قدرة إزالة الجذور الحرة مقارنة بالمواد القياسية ، يحتوي على $IC_{50} = 31.75 \pm 3.14$ ميكروغرام / مل مقارنة بحمض الغاليك وكيرسيتين. الذي يحتوي على $IC_{50} = 0.0357 \pm 0.0006$ 0.0530 ± 0.0028 ؛ على التوالي .

تظهر نتائجنا أن نشاط ضد الطفيلي يعتمد على الوقت والجرعة ، في تراكيز 75 ؛ 100 ؛ 150 ميكرو لتر / مل و بعد المدة الزمنية : 5 ؛ 30 ؛ 60 دقيقة يقتل جميع الطفيليات مع ظهور تغيرات مورفولوجية ، وقيمة IC_{50} التي تم الحصول عليها هي تقريباً 9.50 ± 19.04 ميكرو لتر / مل لمدة 60 دقيقة ، مستنتجين أن زيت *Artemisia campestris* له أنشطة بيولوجية مثيرة للاهتمام ، وهذا يسمح باستخدامه كعوامل مبيدة للطفيليات ومضادات طبيعية للأكسدة

الكلمات المفتاحية: الزيت الأساسي،مضاد الاكسدة , *Artemisia campestris* ,مضاد الطفيليات .

Abstract

Our study aim to evaluate the antioxydant and scolicial effect of *Artemisia campestris* "dgouft" essential oil which is obtained by hydro distillation with a yield of 0.16%. Antioxidant activity is evaluated by DPPH test and for antiparasitic activity protoscolex are recovered from infected sheep, different concentrations of EO are used in time intervals (10; 30; 60min) the eosin exclusion test is used to test the viability of parasite.

the DPPH test shows that our essential oil has a free radical scavenging capacity compared to standard substances, it has an $IC_{50} = 31.75 \pm 3.14 \mu\text{g/ml}$ in comparison with gallic acid and quercetin which are 0.035 ± 0.0006 ; 0.053 ± 0.0028 respectively.

Our results show that the scolicial activity is time and dose dependent, in 5; 30; 60 min the concentrations 150; 100; 75 $\mu\text{l/ml}$ kill all the parasites and morphological alterations are appeared, the value of IC_{50} obtained is almost $19.04 \pm 9.50 \mu\text{l/ml}$ for 60min concluding that the essential oil of *Artemisia campestris* has interesting biological activities that allow to use it as natural scolicial and antioxidant agents.

Keywords : *Artemisia campestris*, essential oils, , *Echinococcus granulosus* , DPPH , scolicial activity .

Résumé

Notre étude mis en évidence l'effet scolicide et antioxydant d'huile essentielle d'une plante de la région : *Artemisia campestris* "dgouft". Cette huile est obtenue par hydro distillation avec un rendement 0.16 % . Le pouvoir antioxydant est évalué par le test de piégeage du DPPH, et l'activité antiparasitaire est évaluée par l'activité scolicide sur les protoscolex d'*Echinococcus granulosus*. Différentes concentrations d'HE sont utilisées après des incubations de 10 ; 30 ; 60min et le test d'exclusion a l'éosine est utilisé pour tester la viabilité de parasite. L'huile essentielle a une capacité de piégeage du radical libre avec une $IC_{50} = 31.75 \pm 3,14 \mu\text{g/ml}$ comparant à l'acide gallique et la quercetine qui ont des IC_{50} de 0.035 ± 0.0006 ; 0.053 ± 0.0028 respectivement.

Nos résultats montrent aussi que l'activité scolicide est temps et dose dépendante. Un pourcentage de mortalité de 100% est obtenu avec les concentrations 150 ; 100 ; 75 $\mu\text{l/ml}$ après une incubation de 5 ; 30 ; 60 min en induisant des altérations morphologiques importantes. En plus, pour 60 min d'incubation, la valeur d' IC_{50} obtenu est de $19.04 \pm 9.50 \mu\text{l/ml}$. En conclusion, l'huile essentielle d'*Artemisia campestris* présente des activités biologiques intéressants.

Mots clé : *Artemisia campestris* , huile essentielle , *Echinococcus granulosus* , activité scolicide ; DPPH

Liste des abréviations

A .campestris : *Artemisia campestris*

C° : Degré Celsius

Dpph : 2 ,2-diphényle-1-picrylhydrazyl.

DMSO : diméthylsulfoxyde

EC : Echinococcose

g : Gramme

HE : Huile essentielle

IC50 : Concentration inhibitrice 50. La concentration inhibitrice à 50%

min : Minute

ml : Millilitre

mm : millimètres

rpm : rotation par minute

Nacl : Chlorure de sodium.

OMS: L'Organisation mondiale de la santé.

PSC : protoscolex

R : rendement

TR : Temps de rétention

µl : microlitre

µg : Microgramme

Liste des figures :

Figure 1 : <i>Echinococcus granulosus</i> , larve hydatique ouverte (photo originale)	8
Figure 2: <i>Echinococcus granulosus</i> : vers adulte (Jacques Le Bras, 2007)	8
Figure 3: Cycle évolutif de l'hydatidose et anatomie schématique d'un kyste (Schantz, 2003)	10
Figure 4 : Kyste hydatique hépatique ovin (photo originale).....	15
Figure 5: Montage Clevenger (photo originale).....	16
Figure 6 : Courbe du pourcentage d'inhibition du DPPH en fonction des concentrations d'huile essentielle d' <i>Artemisia campestris</i>	20
Figure 7: L'activité scolicide de l'huile essentielle d' <i>Artemisia campestris</i>	22
Figure 8: Test de viabilité des protoscolex par le test d'exclusion à l'éosine.	24
Figure 9 : les valeurs des IC 50 de l'huile essentielle d' <i>Artemisia campestris</i>	26

Liste des tableaux :

Tableau 1: Les valeurs d'IC50 de l'huile essentielle d'Artemisia campestris et les antioxydants standards (acide gallique, quercetine)	20
Tableau 2 : Les pourcentages de mortalité des protoscolex traité par l'HE d'A. campestris	22
Tableau 3: les valeurs d'IC50 d'huile essentielle d'Artemisia campestris	26
Tableau 4: Le rendement d'Artemisia campestris dans différentes régions	31

Introduction

Introduction

Les plantes médicinales constituent une ressource de guérison dans le monde entier depuis des milliers d'années. Elles restent encore d'une importance contemporaine en tant que mode de soins primaires pour environ 85 % de la population mondiale (Pešić & Stanković, 2015). Ces plantes contiennent des composant actifs résultants des métabolites secondaires telle que les flavonoïdes, les tanins, les huiles essentiellesetc.

De jours en jours; les huiles essentielles et les extraits des plantes ont une grande importance au tant que des remèdes alternatifs pour le traitement des maladies infectieuse, des produits cosmétiques en raison de leurs propriétés biologiques sans s'y limiter les effets antiseptiques, antioxydants, et anti inflammatoire (Rocha *et al.*, 2021).

L'hydatidose ou l'échinococcose kystique humaine (EC) est une maladie zoonotique cosmopolite due à l'infection par le parasite ténia *Echinococcus granulosus*. Les chiens sont les principaux hôtes définitifs de ce parasite, le bétail et les humains jouent le rôle d'hôtes intermédiaires. L'infection se traduit par le développement de kystes dans le foie, les poumons ou d'autres systèmes organiques (Pensel *et al.*, 2014).

Les plantes médicinales sont utilisées contre un certain nombre de maladies infectieuses et parasitaires et se sont révélées être des agents antiparasitaires. Concernant l'espèces d'*Echinococcus*, plusieurs études cherchent la possibilité de trouvé des nouveaux agents scolicides avec moins d'effets secondaires et plus d'efficacité contre protoscolex (Alvi *et al.*, 2022).

Ce travail est constitué essentiellement de deux parties :

- une partie théorique présente l'*Artemisia campestris* en générale avec les huiles essentielles et leurs activités biologiques ainsi que des rappels sur le kyste hydatique.
- la deuxième partie expérimentale concernant l'extraction de l'huile essentielle suivi par l'étude des activités antioxydante et scolicide .

PARTIE
BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I

Artemisia campestris

Chapitre I. *Artemisia campestris*

I.1. Présentation de la plante

Artemisia campestris est une herbe pérenne peu aromatique appartenant à la famille des Asteraceae, répandue dans le sud d'Algérie, communément appelée "T'gouft". Le genre *Artemisia* appartient à l'un des plus grands, importants et le plus répandus de la famille des Asteraceae, il est composé de presque 550 espèces. La plupart des plantes de ce genre ont une grande importance en tant que médicaments, aliments, plantes ornementales ou stabilisateurs de sol (Touil & Benrebiha, 2017) L'*Artemisia* est très utilisée en médecine traditionnelle à travers le monde avec différentes applications thérapeutiques. Ils sont anti-inflammatoires, antitumoraux, antioxydants, antispasmodiques, antibactériens, insecticides, antipaludéens, antifongiques et antioxydants (Tan *et al.*, 1998, Hayat *et al.*, 2010)

Selon la flore d'Algérie, le genre d'*artemisia* est représenté par 11 espèces spontanées. l'espèce *Artemisia campestris* communément appelé "dgouft" est cultivé à l'état sauvage dans les régions semi-arides d'Algérie (Quézel & Santa, 1962) .

I.2. Caractère botanique

Artemisia campestris est un arbuste aromatique aux tiges robustes, de 30 à 80 cm de haut. Cette plante a des capitules très petits, étroits (1 à 1,5 mm). Les bourgeons involuclés sont secs et ne contiennent que 3 à 8 fleurs jaunes pâles aux bords rougeâtres, et le pédoncule à des poils blanchâtres à bruns. Les feuilles d'*Artemisia campestris* sont vert foncé glabre, les basales pétiolées et auriculées, tige ligneuse à la base des rayures transversales.

(Quézel & Santa, 1962)

I.3. Systématique de la plante

Selon Caratini (1971), la plante *Artemisia campestris* est classée dans:

Règne: *Plantae*

Sous règne: *Tracheobionta*

Embranchement: *Spermatophyta*

Sous embranchement: *Magnoliophyta*

Classe: *Magnoliopsida*

Sous classe: *Asteridae* .

Ordre: *Asterales*.

Famille: *Asteraceae*.

Sous famille: *Asteroideae*.

Tribu: *Anthemideae*.

Sous Tribu: *Artemisiinae*.

Genre: *Artemisia*.

Espèce: *Artemisia campestris* L.

(Caratini & Roger, 1972)

I.4. Utilisation traditionnelle d'*Artemisia campestris*

Artemisia campestris L., est connue localement comme une herbe médicinale indiquée pour le traitement des troubles digestifs. Les fleurs étaient utilisées principalement comme hypoglycémique, cholagogue, cholérétique, dépuratif, antilithiasique, ainsi que pour le traitement de l'obésité et pour diminuer des douleurs menstruelles et de l'hypertension ,aussi elles étaient utilisé en décoction comme anti-inflammatoire, antirhumatismale et antimicrobienne (Al-Snafi, 2015) (Sassoui *et al.*, 2020) .

I.5. Les huiles essentielles

I.5.1. Généralités

Les huiles essentielles sont des mélanges très complexes de composés volatiles qui sont biosynthétisés par les plantes pour faire les différents fonctions écologiques et biologiques (Falcão *et al.*, 2018). Les huiles essentielles sont parmi les produits les plus importants dans l'industrie agricole, couramment elles sont utilisées dans les boissons, parfums, produits pharmaceutiques, produits alimentaires et les parfums en place des agents aromatiques (Raut & Karuppayil, 2014). Elles sont utilisées aussi dans la médecine traditionnelle depuis longtemps pour le traitement de différents maladies et troubles de la santé c'est grâce a leurs nombreuses et importantes applications biologiques (Saad *et al.*, 2017) parmi les activités les plus connus et utiles leur utilisation comme des agents antioxydants vu que le stress oxydatif est a l'origine de plusieurs problèmes de la santé telles que les inflammations, maladies cardiovasculaires, cancer.....etc (Cheraif *et al.*, 2020)

I.5.2. Rôle et activités biologiques des huiles essentielles d'*Artemisia campestris*

Les huiles essentielles d'*Artemisia campestris* (Asteraceae) sont présentées au tant que des métabolites secondaires, elles présentent un rôle principal dans les activités biologiques:

- Elles ont des effets antioxydants, antiplaquettaires et vasorelaxants de l'huile essentielle d'*A. campestris* L (Dib *et al.*, 2017).
- Les huiles essentielles d'*Artemisia campestris* ont un potentiel insecticide (Ammar *et al.*, 2020).
- Elles possèdent une activité contre les venins de serpents.(Jaouadi *et al.*, 2016)
- Il est mentionné que les HE et leurs composants sont des agents anticancéreux (Gautam *et al.*, 2014); elles présentent une activité antitumorale significative contre les cellules HT-29 du cancer du côlon (Bayala *et al.*, 2014).
- L'huile essentielle d'*Artemisia campestris* a des propriétés antioxydantes et antibactériennes (Hussain *et al.*, 2017).

I.5.3. Composition chimique des huiles essentielle d'*Artemisia campestris*

I.5.3.1. Groupe des terpénoïdes

D'une manière générale, les huiles essentielles ne contiennent que les terpènes les plus volatils, c'est-à-dire ceux dont la masse moléculaire n'est pas trop élevée: mono- et sesquiterpènes. Ce sont des hydrocarbures avec dix et quinze atomes de carbone, respectivement qui peuvent être saturés ou insaturés, acycliques, monocycliques, bicycliques ou même polycycliques. Ils peuvent également être accompagnés de leurs dérivés oxygénés: alcools, esters, éthers, aldéhydes, cétones (Bruneton, 1993).

I.5.3.2. Groupe des composés aromatiques

Une autre famille chimique moins systématique que les terpénoïdes ; est fréquemment rencontrée parmi les composés volatils. Il s'agit des dérivés du phénylpropane. Ce sont très souvent des allyle- et propénylphénols, parfois des aldéhydes, caractéristiques de certaines huiles essentielles d'Apiaceae (anis, fenouil, persil, etc.: anéthole, anisaldéhyde, apiole, méthylchavicol) mais aussi de celles de girofle, de la muscade, des cannelles, etc. (eugénol, myristicine, asarones, cinnamaldéhydes, ...) (Bruneton, 1993).

I.5.3.3. Composés d'origines diverses

De faibles quantités de composés acycliques non terpéniques et de poids moléculaires peu élevés peuvent se retrouver dans certaines huiles essentielles (alcools, aldéhydes, cétones, etc). Parmi les essences naturelles, on peut distinguer des essences qu'on pourrait qualifier de simples (riches en un composé prépondérant), de complexes (ne possédant aucun composé prépondérant) et tous les cas intermédiaires sont possibles. L'un des exemples typiques d'une essence simple est celui de l'essence de girofle qui contient au moins 80 % d'eugénol et de petites quantités d'autres produits. Le cas extrême de complexité peut être illustré par l'essence de vétiver qui contient une centaine de composants dont les vétivones (alpha et bêta) et le khusimo (Samate, 2014).

Chapitre II

Le kyste hydatique

Chapitre II. Le kyste hydatique

II.1. Généralités

Le kyste hydatique, également dénommé hydatidose ou échinococcose kystique(EC), est une zoonose importante avec des conséquences socio-économiques considérables. (Tabari *et al.*, 2019) (Kowsari *et al.*, 2021). EC a une distribution mondiale et il est hautement endémique dans tous les pays d'Afrique du Nord dont l'Algérie, la Libye, le Maroc et la Tunisie.

Néanmoins, (Zait *et al.* 2016) rapportent que l'EC est un problème important de santé publique en Algérie (Youssefi *et al.*, 2020) .

L'hydatidose est l'une des plus importantes maladies helminthiques causées par le stade larvaire du cestode *Echinococcus granulosus*, dont l'hôte principal est le chien. L'homme et le bétail domestique peuvent être des hôtes intermédiaires; dans leurs organes les plus touchés le foie, les reins, les poumons et le cerveau où des kystes hydatiques peuvent se développer (Youssefi *et al.*, 2020) (Alyousif *et al.*, 2021) .

La chirurgie est le traitement le plus efficace de l'échinococcose kystique. Une des principales préoccupations et complications de cette chirurgie est la rupture et la dissémination de protoscolex infectieux pendant la chirurgie, ce qui entraîne une infection secondaire avec l'implication des organes voisins. (Tabari *et al.*, 2019) (Moazeni *et al.*, 2012) .

Une approche pour gérer la chirurgie compliquée de l'échinococcose kystique est l'application d'agents scolicides pour prévenir une réinfection potentielle tels que le sérum physiologique hypertonique (20%), le nitrate d'argent, et le formol. (Alyousif *et al.*, 2021), (Moazeni *et al.*, 2019) .

Cependant, des enquêtes récentes ont rapporté que ces agents ne sont pas complètement sûrs et ont divers effets secondaires indésirables locaux ou systémiques, notamment la fibrose biliaire, la nécrose hépatique et la cirrhose. Pour cette raison, trouver et découvrir de nouveaux médicaments scolicides à haute efficacité et à faible toxicité avec des effets secondaires minimaux est une priorité pour les chercheurs (Alyousif *et al.*, 2021)

Depuis les temps anciens, les herbes médicinales et leurs dérivés ont été largement utilisés pour la promotion de la santé et le traitement des maladies chroniques. Les médicaments à base de plantes ont également été utilisés avec succès dans le traitement d'un large éventail d'infections bactériennes, virales et fongiques, ainsi que parasitaires. Cependant, seul un nombre limité d'efforts de recherche ont été consacrés à évaluer l'activité scolicide d'huiles essentielles contre les protoscolex d'*E. granulosus* (Tabari *et al.*, 2019, Alyousif *et al.*, 2021)

II.2. PARASITE *ECHINOCOCCUS GRANULOSUS*

II.2.1. Classification

Embranchement : Helminthes.

Sous embranchement : Plathelminthes (vers plats).

Classe : Cestodes (vers segmentés).

Sous classe : Eucestodes.

Ordre : Cyclophyllidea (scolex portant des ventouses et parfois des crochets).

Famille : Taeniidae.

Genre : *Echinococcus*.

Espèces : *Echinococcus granulosus*.

II.2.2. Forme de *E.granulosus* :

L'échinococcose humaine est causée par des parasites, à savoir des ténias du genre *Echinococcus*. L'échinococcose se présente sous 4 formes :

- l'échinococcose kystique, également connue sous le nom de kyste hydatique ou hydatidose, due à l'infestation par l'espèce *Echinococcus granulosus* .
- l'échinococcose alvéolaire, due à l'infestation par *E. multilocularis* .
- l'échinococcose néotropicale sous deux formes: l'échinococcose polykystique causée par *E. vogeli* ; et l'échinococcose unikystique causée par *E. oligarthrus*.

Les deux formes principales, qui présentent un intérêt médical et de santé publique chez l'homme, sont l'échinococcose kystique et l'échinococcose alvéolaire. (OMS ; 2020)

La forme larvaire d'*E. granulosus* est un sac rempli de liquide consistant en une couche interne nucléée ou germinale et une couche laminée acellulaire, résistante et élastique. Le kyste est entouré extérieurement par un adventice produit par l'hôte. En effet, la couche germinative du kyste hydatique agit comme une source productrice des protoscolex (Kowsari *et al.*, 2021).



Figure 1 : *Echinococcus granulosus*, larve hydatique ouverte (photo originale)

II.2.2.1. Morphologie

Echinococcus granulosus est un petit ver de 3 à 6 mm. Le scolex est muni d'un rostre saillant avec une double couronne de crochets mesurant de 20 à 40 μ m de long et 4 ventouses. Le cou est court. La chaîne n'est formée que de 3 ou 4 anneaux, dont le dernier seul arrive à maturité. Les pores génitaux sont alternés (Jacques Le Bras, 2007).

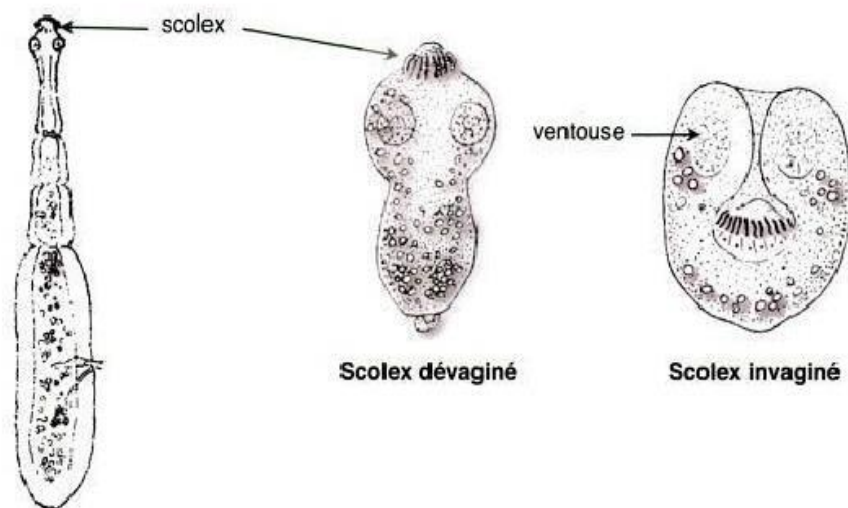


Figure 2: *Echinococcus granulosus* : vers adulte (Jacques Le Bras, 2007)

II.2.3. Transmission et Cycle de vie

En ce qui concerne le cycle de vie du parasite, l'homme, en tant qu'hôte intermédiaire, est généralement infecté par l'ingestion d'aliments, d'eau, de légumes, etc., contaminés par le parasite œufs excrétés par les chiens et d'autres canidés, l'hôte définitif. (Alyousif *et al.*, 2021).

Les hôtes définitifs s'infectent en ingérant les viscères d'hôtes intermédiaires contenant les larves du parasite (Kowsari *et al.*, 2021) (OMS ; 2020).

Les cestodes adultes dans l'intestin grêle des carnivores développent des œufs qui sont évacués avec les matières fécales et contaminent l'environnement. (Tabari *et al.*, 2019).

Un certain nombre d'animaux herbivores et omnivores agissent comme des hôtes intermédiaires pour *Echinococcus*. Ils s'infectent en ingérant les œufs du parasite présents dans des aliments et de l'eau contaminés. (OMS ; 2020). Les embryophores sont libérés dans l'intestin grêle de ces hôtes, atteignent le foie et d'autres organes via la circulation sanguine et se développent en forme larvaire du parasite (kystes EC) (Kowsari *et al.*, 2021).

Suite à l'ingestion accidentelle des œufs, les métacestodes développent une structure kystique remplie de liquide qui produit un grand nombre de protoscolex. Les kystes peuvent survenir dans n'importe quel système organique et les caractéristiques cliniques de cette maladie varient selon l'organe impliqué. (Tabari *et al.*, 2019)

Les humains agissent comme des hôtes intermédiaires dits accidentels en ce sens qu'ils contractent l'infection de la même manière que d'autres hôtes intermédiaires, mais ne participent pas à la transmission de l'infection à l'hôte définitif. (OMS, 2020) (Figure 3).

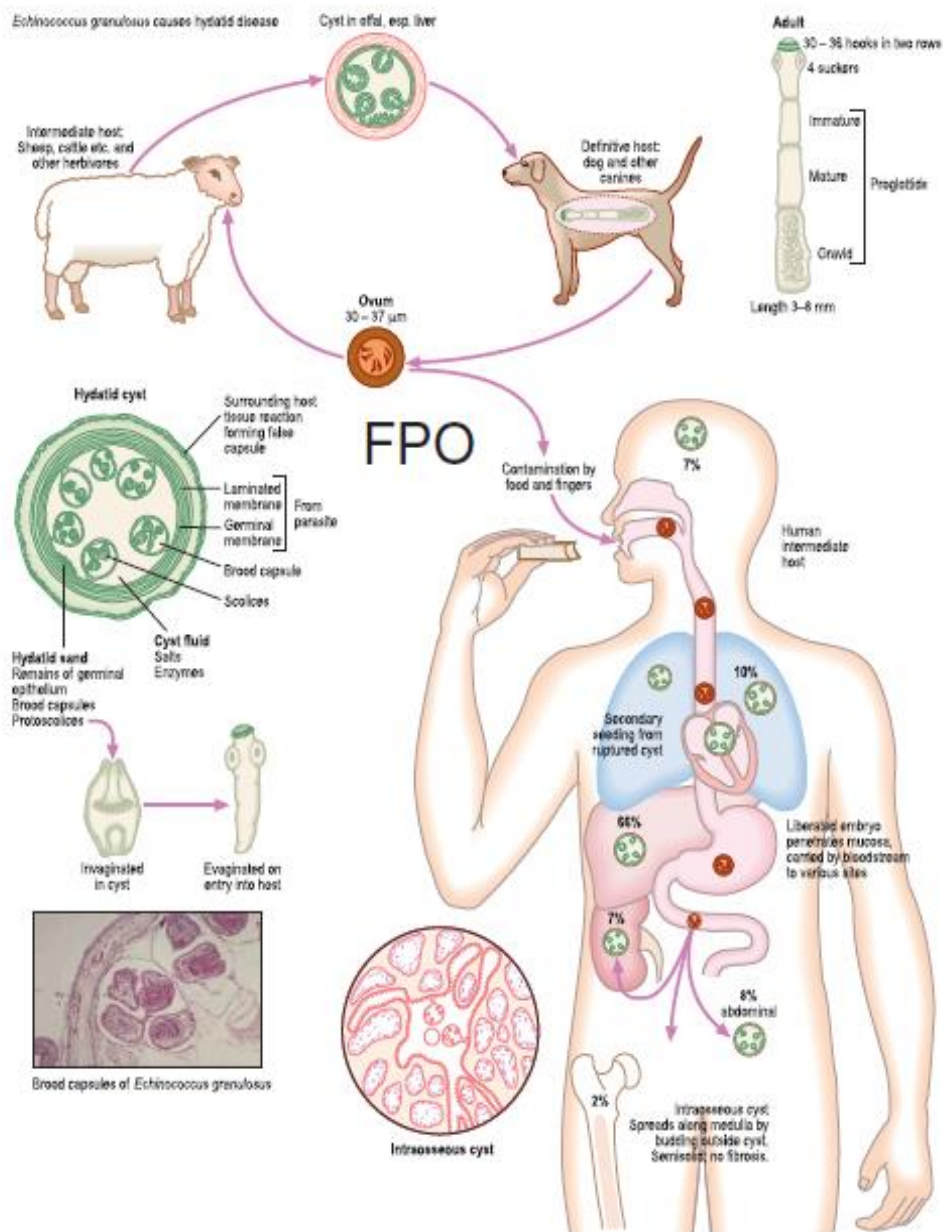


Figure 3: Cycle évolutif de l'hydatidose et anatomie schématique d'un kyste (Schantz, 2003)

II.3. PATHOLOGIE

II.3.1. Signes et symptômes

L'infestation humaine par *E. granulosus* entraîne le développement d'un ou plusieurs kystes hydatiques situés le plus souvent dans le foie et les poumons, et moins fréquemment dans les os, les reins, la rate, les muscles et le système nerveux central (OMS; 2020). La forme adulte d'*E. granulosus* dans l'hôte définitif n'est pas mortelle, cependant, le stade larvaire du parasite dans l'hôte intermédiaire (humains et certains carnivores comme les moutons, les chèvres, etc.) peut

entraîner des conditions sévères, voire la mort, en formant des kystes hydatiques dans divers organes vitaux tels que le foie, les poumons, le cerveau, etc (Mohamed S. Alyousif *et al* ; 2021).

La période d'incubation asymptomatique de la maladie peut durer de nombreuses années avant que les kystes hydatiques soient suffisamment développés pour déclencher des signes cliniques. (OMS ; 2020). Bien que la maladie ne présente aucun signe clinique aux premiers stades, un large éventail de symptômes cliniques peut apparaître en fonction de l'emplacement et de la taille du kyste hydatique (Alyousif *et al.*, 2021).

Les hydatides hépatiques entraînent souvent des douleurs abdominales, des nausées et des vomissements. En cas d'atteinte pulmonaire, les signes cliniques sont une toux chronique, des douleurs thoraciques et un essoufflement. Les autres signes dépendent de l'emplacement des kystes hydatiques et de la pression exercée sur les tissus environnants. Les signes non spécifiques comprennent l'anorexie, la perte de poids et l'asthénie (OMS ; 2020).

II.3.2. Diagnostique

Le diagnostic est devenu facile grâce aux progrès de l'imagerie médicale, notamment l'échographie et le scanner abdominal. L'échographie est la technique d'imagerie à privilégier pour le diagnostic de l'*échinococcose* kystique et de l'*échinococcose* alvéolaire chez l'homme. Elle est généralement complétée ou validée par la tomodensitométrie (TDM) et/ou l'imagerie par résonance magnétique (IRM) (Sakhri & Ben Ali, 2004).

Les kystes peuvent être découverts fortuitement lors d'une radiographie. Différents tests sérologiques détectent des anticorps spécifiques et peuvent étayer le diagnostic et la détection précoce des infections à *E. granulosus* et à *E. multilocularis* (OMS ; 2020).

Chez l'homme, même si l'infection peut être cliniquement silencieuse, elle peut être sévère; dans de rares cas, elle peut se présenter comme une maladie mortelle. (Kowsari *et al.*, 2021) En 2015, le groupe de référence de l'OMS sur l'épidémiologie des maladies d'origine alimentaire a estimé que l'*échinococcose* était à l'origine de 19 300 décès. (OMS, 2020)

II.3.3. Traitement

Actuellement, les procédures thérapeutiques pour le CE sont assez limitées. Les approches existantes pour le traitement du CE humain comprennent la chirurgie, la ponction-aspiration, injection et ré-aspiration (PAIR ; cette technique consiste à aspirer le liquide hydatique, à injecter un scolicide, qui sera laissé en place une vingtaine de minutes avant d'être réaspiré), le

traitement anti-parasitaire ou regarder et attendre des kystes inactifs (Pensel *et al.*, 2014, Youssefi *et al.*, 2020).

Le choix doit se fonder principalement sur les images échographiques du kyste, selon son stade de développement, ainsi que sur l'infrastructure médicale et les ressources humaines disponibles. Pour l'échinococcose kystique, le taux de mortalité post-opératoire est de 2,2 % en moyenne et environ 6,5 % des cas rechutent après l'intervention, ce qui prolonge la convalescence (OMS, 2020).

De nombreux agents scolicides tels que la povidone iodée, le formol, le peroxyde d'hydrogène, le nitrate d'argent, le cétrimide et l'albendazole peuvent être appliqués pendant la chirurgie sur les kystes hydatiques pour désactiver les protoscolex vivants et contrôler la réapparition de l'infection.

Actuellement, les dérivés des Benzimidazoles : l'albendazole et le mébendazole, sont utilisés dans le traitement des CE. Lorsque les kystes sont peu nombreux et de petite taille, ces dérivés peuvent être efficaces, mais ils peuvent également produire des effets nocifs et parfois échouer dans les protocoles de traitement.(Youssefi *et al.*, 2020). Environ un tiers des patients traités avec des benzimidazoles (BZ) ont été guéris et 30 à 50 % des patients CE ont démontré une régression significative de la taille du kyste. Cependant, 20– 40 % des cas ne répondent pas favorablement. En outre, les effets indésirables de la chimiothérapie sous BZ à long terme comprennent une élévation des transaminases, une alopécie, une leucopénie (Pensel *et al.*, 2014). D'autre part, 2 ans après le début du traitement, 40% des kystes peuvent être rester à l'état actif (Kowsari *et al.*, 2021).

Jusqu'à présent, la chirurgie reste le traitement privilégié du CE, surtout lorsque les kystes sont énormes et affectent des organes critiques (Alyousif *et al.*, 2021) (Youssefi *et al.*, 2020). Pendant la chirurgie, il est essentiel d'éviter la rupture et la libération du contenu du kyste (protoscolex) afin d'éviter le risque de réactions immunologiques, de réinfection et même de décès. Par conséquent, l'utilisation d'agents scolicides est essentielle pour réduire le taux de réapparition(Youssefi *et al.*, 2020).

II.4. PREVENTION

L'échinococcose kystique est une maladie évitable car les hôtes définitifs et intermédiaires sont des espèces animales domestiques. Le cycle de transmission de l'échinococcose kystique implique des chiens et des hôtes intermédiaires généralement des moutons. Afin de rompre le

cycle de transmission, les mesures de lutte doivent tenir compte de ces animaux. Dans le cadre d'une approche « Un monde, une santé » (One Health), ces mesures comprennent la vermifugation des chiens avec du praziquantel au moins 4 fois par an et la vaccination des agneaux avec le vaccin EG95 ce qui offre des perspectives encourageantes en matière de lutte âgés pourrait permettre d'éliminer l'*échinococcose* kystique chez l'homme en moins de 10 ans. (OMS, 2020).

Une hygiène des mains, surtout après avoir caressé un chien, manipulé de la terre, etc et la consommation de nourriture cuite pourrons éviter la contamination (OMS, 2020).

PARTIE

EXPERIMENTALE

Chapitre III

MATERIEL ET METHODES

Chapitre III. Matériels et méthodes

III.1. Matériel et produits

III.1.1.Appareillage et équipement

- Balance de précision.
- Spectrophotomètre.
- Microscope optique.
- Agitateur.
- Centrifugeuse.
- Clevenger.

III.1.2.Accessoire et verreries

- Lames.
- Lamelles .
- Micropipette.
- Erlenmeyer.
- Béchers.
- Tubes à essais.

III.1.3.Produits

- Acide gallique.
- Quercetine.
- Dpph.
- Méthanol.
- DMSO.
- Eosine.
- Nacl.

III.1.4. Produit végétale

Dans l'extraction d'huile essentielle d'*Artemisia campestris*; la partie aérienne de la plante joue le rôle principal, dont elle a été récoltée au niveau de la région de Boussaâda au mois de février, 2022

III.1.5. Parasite

Les kystes hydatiques d'origine hépatique et pulmonaire sont obtenus à partir des ovins et récupérés de l'abattoir de M'sila.



Figure 4 : Kyste hydatique hépatique ovin (photo originale).

III.2. Méthodes

III.2.1. Extraction de l'huile essentielle

Après sa récolte, la plante a été nettoyée et séchée à l'abri de la lumière pendant presque 20 jours.

L'extraction de l'huile essentielles a été effectuée par hydrodistillation classique sur un appareil de type clewenger, Le procédé consiste à émerger 200 g de la matière végétale dans un ballon de 2 litres rempli d'eau distillée (2/3 du volume de ballon) et ceci selon le temps de distillation (3h). Un refroidisseur est utilisé pour condenser les vapeurs en un distillat (hydrolat) et l'extraction commence lorsque la première goutte tombe dans le collecteur. Le distillat est divisé en deux phases : HE constitue la phase supérieure et l'eau constitue la phase inférieure. Les

huiles essentielles sont ensuite concentrées dans la phase organique. La solution d'HE organique ainsi récupérée, pesée et stockée dans des flacons marrons opaques, scellés et conservés au frais (4°C) pour éviter toute dégradation (Dib *et al.*, 2017).



Figure 5: Montage Clevenger (photo originale)

III.2.1.1. Détermination du rendement

Le rendement de l'huile essentielle est le rapport entre la masse de la matière sèche et la masse d'huile essentielle récupéré. Le calcul se fait selon l'équation suivante :

Calcul du rendement :

$$R\% = M/M_0 \times 100$$

M : masse en gramme de l'HE récupéré

M₀ : masse en gramme du matériel végétal à traiter

R : rendement en huiles essentielles (en %)

III.2.2. Activité anti-oxydante

III.2.2.1. Test de DPPH

Le test de DPPH (2,2' diphenylpicrylhydrazyl) est une méthode largement utilisée dans l'analyse de l'activité antioxydant. Ce test est réalisé suivant le protocole décrit par Brand Williams et ses collaborateurs (1995) (Brand-Williams et al., 1995).

Une solution mère d'huile essentielle a été préparée de (1mg/ml) afin d'obtenir après dilutions les concentrations suivantes : 1.56 ;3,12 ; 6.25 ; 12.5 ; 25 ;50 ;100 mg/ml .1250 µl d'une solution méthanolique du DPPH (0.04 mg/ml) sont ajoutés à 50 µl de la solution à tester avec différentes concentrations ou à 50 µl du méthanol (témoin négatif). Après agitation, les tubes sont placés à l'obscurité, à la température ambiante pendant 30 minutes et l'absorbance des solutions sont mesurée à 517 nm.

La quercétine et l'acide gallique à différentes concentrations (dissouts dans le méthanol) sont utilisés comme témoins positifs (Brand-Williams et al., 1995).

Le pourcentage d'inhibition du radical libre DPPH est calculé par la formule suivante :

$$I\% = [(A \text{ témoin} - A \text{ éch}) / A \text{ témoin}] \times 100$$

I% : pourcentage d'inhibition du radical libre DPPH.

A témoin : Absorbance du témoin négatif.

A éch : Absorbance de l'échantillon

L'activité antioxydante des extraits est exprimée en IC50, dont les valeurs sont déterminées graphiquement par la régression linéaire. Toutes les opérations sont effectuées trois fois.

III.2.3. Activité scolicidale *in vitro*

III.2.3.1. Préparation de l'huile essentielle de la plante

L'huile essentielle de la plante « *Artemisia campestris* » est dissoute dans le DMSO à 3% avec des différentes concentrations (Hizem et al., 2020).

III.2.3.2. Récupération et examen de la fertilité des kystes hydatiques

Des kystes hydatiques fertiles et en bon état ont été prélevés à partir du foie et des poumons des moutons infectés récupérés de l'abattoir de M'sila.

Une ponction des kystes est la première étape pour la récupération des protoscolex qui ont été obtenues à partir d'un liquide hydatique. Ce dernier a été centrifugé à 3000 rpm pendant 5 min. le culot est récupéré et l'échantillon est examiné.

Pour tester la présence du parasite ainsi sa viabilité et mobilité le test d'exclusion à l'éosine est effectué.

III.2.3.3. Evaluation de la viabilité des protoscolex par test d'exclusion à l'éosine

La viabilité des protoscolex a été déterminée par le test d'exclusion à l'éosine; une goutte de liquide hydatique fertile mélangée avec une goutte d'éosine à 0,2 % en solution dans l'eau distillée est placée entre lame et lamelle. Après quelques minutes, tous les protoscolex qui retiennent la coloration sont considérés comme morts, alors que ceux qui ne la retiennent pas sont considérés comme viables (Amri & Touil-Boukoffa, 2016).

III.2.3.4. Evaluation de l'effet scolicide d'*Artemisia campestris*

Pour tester l'effet scolicide de la plante; une gamme de concentration croissante de l'huile essentiel récupérée a été préparée : 12.5 ; 25 ; 50 ; 75 et 100 µl /ml.

Dans une microplaque de culture à 48 puits, on dépose les différentes dilutions de l'huile dilué dans l'eau physiologie avec un volume constant de la solution parasitaire de 100µl conduisant ainsi à un volume total de 200 µl.

En parallèle un témoin négatif a été préparé avec solution DMSO à 3% dans l'eau physiologique, et un témoin positif en utilisant une solution hypertonique à 20%.

L'effet de la plante est évalué à différents intervalles de temps par le test d'exclusion à l'éosine; jusqu'à l'obtention d'un effet scolicide optimale avec une mortalité totale de 100%. Pour chaque concentration l'expérience est répété 3 fois (Amri & Touil-Boukoffa, 2016).

III.2.4. Etude statistique

L'analyse statistique est réalisée à l'aide de GraphPad Prism 9. Les résultats sont exprimés en moyenne \pm SD. Les données sont analysées statistiquement en utilisant ANOVA two-way avec le test de comparaison multiple de Tukey (Les différences sont considérées comme statistiquement significatives si $p < 0,05$).

Chapitre IV

RESULTATS ET DISCUSSION

Chapitre IV. Résultats et discussion

IV.1. Rendements des extractions

L'huile essentielle de la plante est récupérée par la technique d'hydrodistillation par un appareil de type Clevenger. Différentes caractéristiques sensorielles des huiles essentielles ont été répertoriées. L'huile obtenue est de couleur jaune foncée, aspect liquide et d'une odeur forte et agréable, son rendement est de 0.16 %.

En comparant séparément le rendement de l'huile essentielle obtenue au cours de notre étude avec ceux rapportés dans la littérature et qui sont compris entre 0.1 % et 1.7 %, nous remarquons que le rendement se situe dans l'intervalle des différents rendements obtenus pour la même plante.

Selon Belhatab *et al* (2011); le rendement de *A campestris* issu de la région de Boussaâda est plus élevé à celui obtenu de notre plante prélevée de la même région.

Récemment, Rocha *et al* (2021) ont rapporté un rendement plus élevé en huile essentiel de la même plante ; dont l'origine est le Portugal.

Ces différences en rendement peuvent s'expliquer par les changements climatiques, ou les facteurs écologiques (Hendel *et al.*, 2021).

IV.2. Activité anti oxydante

Le DPPH est un radical libre stable et facile à analyser. c'est un composé majeure dans l'évaluation de l'activité antioxydant qui est basée sur la réduction du radiale DPPH à 517 nm et ceci en présence d'un capteur de radicaux accompagne d'un changement de couleur (Božin *et al.*, 2008, Mourad *et al.*, 2018).

Les résultats obtenus sont présentés par la concentration d'inhibition IC 50 ; La valeur d'IC50 exprime la concentration de l'huile nécessaire pour diminuer l'absorbance du DPPH de 50 % (inhibition de DPPH à 50 %). La valeur d'IC50 est comparée à l'IC50 des substances de référence.

L'IC50 est déterminée graphiquement à partir d'une droite de pourcentage d'inhibition en fonction des concentrations de la substance.

Les résultats dans le tableau ci-dessous illustrent l'activité antioxydante exprimée en valeurs d'IC50 de l'huile essentielle d'*Artemisia campestris* ainsi que les antioxydants standards (acide gallique et quercetine).

L'acide gallique et la quercétine ont montré une activité antiradicalaire puissante présentée par des IC₅₀ de 0.0357 mg /ml et 0.0530 mg /ml; respectivement. Néanmoins, l'huile essentielle montre une activité anti radicalaire très faible par rapport aux antioxydants standards avec une IC₅₀ de 31.75 mg/ml.

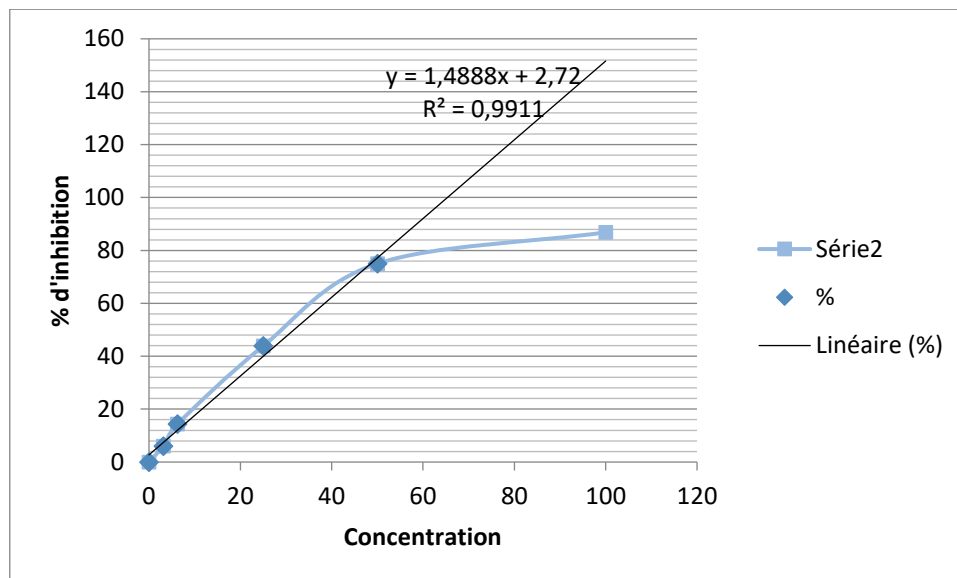


Figure 6 : Courbe du pourcentage d'inhibition du DPPH en fonction des concentrations d'huile essentielle d'*Artemisia campestris* .

Tableau 1: Les valeurs d'IC₅₀ de l'huile essentielle d'*Artemisia campestris* et les antioxydants standards (acide gallique, quercétine)

HE et Standards	IC ₅₀ (mg/ml)
HE	31.75 ± 3,14
Acide gallique	0.0357 ± 0.0006
Quercétine	0.0530 ± 0.0028

Plusieurs études ont été menées sur l'évaluation de l'activité antioxydante par le test DPPH d'*Artemisia campestris*; provenaient essentiellement des pays d'Afrique du Nord-Ouest (région méditerranéenne) : Tunisie, Maroc et Algérie.

De même, Akrouf *et al* (2011) ont trouvé que l'huile essentielle d'*Artemisia campestris* présente une IC₅₀ de 94.5 mg /ml (Akrouf *et al.*, 2011).

En revanche, Cheraif a montré une activité antioxydante de l'huile exprimée par une IC50 de 7.80 mg /ml (Cheraif *et al.*, 2020).

Récemment, Hendel et al ont révélé un pouvoir antioxydant élevé de l'huile essentielle d'*Artemisia campestris* avec une IC50 de 2.713 mg/ml comparant au BHT avec une IC50 de 0.026 mg /ml (Hendel *et al.*, 2021) .

La comparaison de nos résultats avec celles de la littérature était en quelque sorte très délicate, puisque plusieurs paramètres ont été adoptés, dont ceux liés aux protocoles employant différentes concentrations initiales de solution DPPH, différents solvants "méthanol, éthanol, etc, et différents temps de réaction "30 min, 60 min, etc." ; ce qui a donné lieu à des valeurs d'IC50 divergentes pour la même plante (Boukhalkhal *et al.*, 2018).

En outre, certaines incohérences ont également été repérées ; par exemple, les valeurs des IC50 des HE d'*A.campestris*, ont été rapportées deux fois par le même auteur (en utilisant le même protocole exact), dont elles sont avérées très différentes : 1,875 puis 94,5 mg/mL (Akrouit et al., 2009 et 2011).

Concernant la relation de la composition chimique de l'huile essentielle ainsi que l'activité antioxydante, l'étude menée par Boukhalkhal et al., sur la variabilité chimique des huiles essentielles de différents sous espèces d'*Artemisia campestris* issus de différentes régions, ainsi que leur activité antioxydante ; a montré que la valeur la plus élevée des activités antioxydantes par le test DPPH corrèle principalement avec les pourcentages les plus élevés en composants majeurs suivants : α -pinène, capillène et β -myrcène (Boukhalkhal *et al.*, 2018).

IV.3. Activité scolicidale *in vitro*

Depuis longtemps, les composés naturels ont été utilisés pour traiter de nombreuses maladies, ils occupent une place centrale dans la médecine complémentaire et alternative dans le monde entier. Selon l'Organisation mondiale de la santé (OMS), plus de 70 % de la population mondiale a recours à des remèdes populaires pour le traitement de certains de ses problèmes de santé (Mahmoudvand *et al.*, 2019).

Dans l'évaluation de l'effet scolicidale de l'huile d'*Artemisia campestris* sur la viabilité des protoscolex, la coloration avec l'éosine permettra de distinguer entre les parasites morts qui sont colorées en rouge et ceux vivants réfringents.

L'effet de notre huile est évalué par la comparaison des pourcentages de mortalité pour chaque concentration et à différents intervalles de temps. Les résultats sont représentés dans le tableau et le graphe suivants:

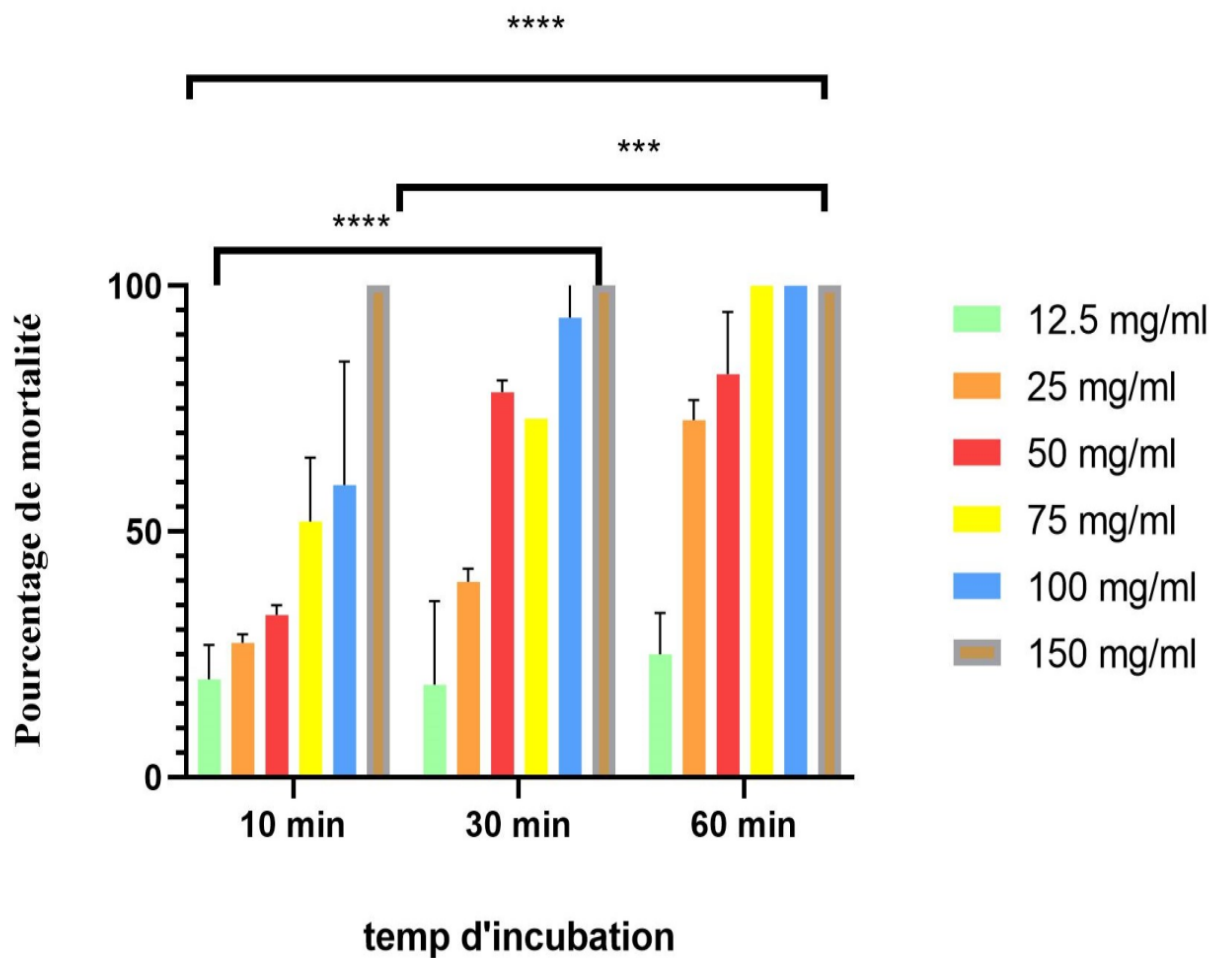


Figure 7:L'activité scolicidale de l'huile essentielle d'Artemisia campestris

Tableau 2 : Les pourcentages de mortalité des protozoaires traité par l'HE d'A. campestris

Concentration (μ l/ml)	Temps d'incubation (min)	de mortalité(%)
Solution hypertonique	10	100 \pm 0.00
12.5	10	19.923 \pm 7
	30	18.867 \pm 17

	60	25 ± 8.45
25	10	27.388 ± 1.729
	30	39.75 ± 2.701
	60	72.72 ± 4.09
50	10	33.050 ± 1.986
	30	78.350 ± 2.407
	60	82 ± 12.72
75	10	52.91 ± 13
	30	73.44 ± 0.00
	60	100 ± 0.00
100	10	59.49 ± 25.154
	30	93.54 ± 10.928
	60	100 ± 0.00
150	10	100 ± 0.00
	30	100 ± 0.00
	60	100 ± 0.00

L'effet est testé en fonction de la dose et le temps d'incubation. Le taux de mortalité était 100% après 5 min d'incubation à la concentration 150 $\mu\text{l/ml}$ HE d'*A. campestris*, aussi bien une mortalité totale après 30 min d'incubation avec la concentration 100 $\mu\text{l/ml}$ a été observée.

De la même façon, HE d'*A. campestris* à 75 $\mu\text{l/ml}$ a détruit 53%, 74% et 100% de protoscolex après 10, 30 et 60 min d'incubation; respectivement.

Simultanément, certaines altérations de la morphologie des protoscolex ont été aussi observées telles que la perte de crochets (à 100 et 150 $\mu\text{l/ml}$), la formation de bulles sur le tégument de parasite et la désorganisation de la membrane plasmique (Figure 8).

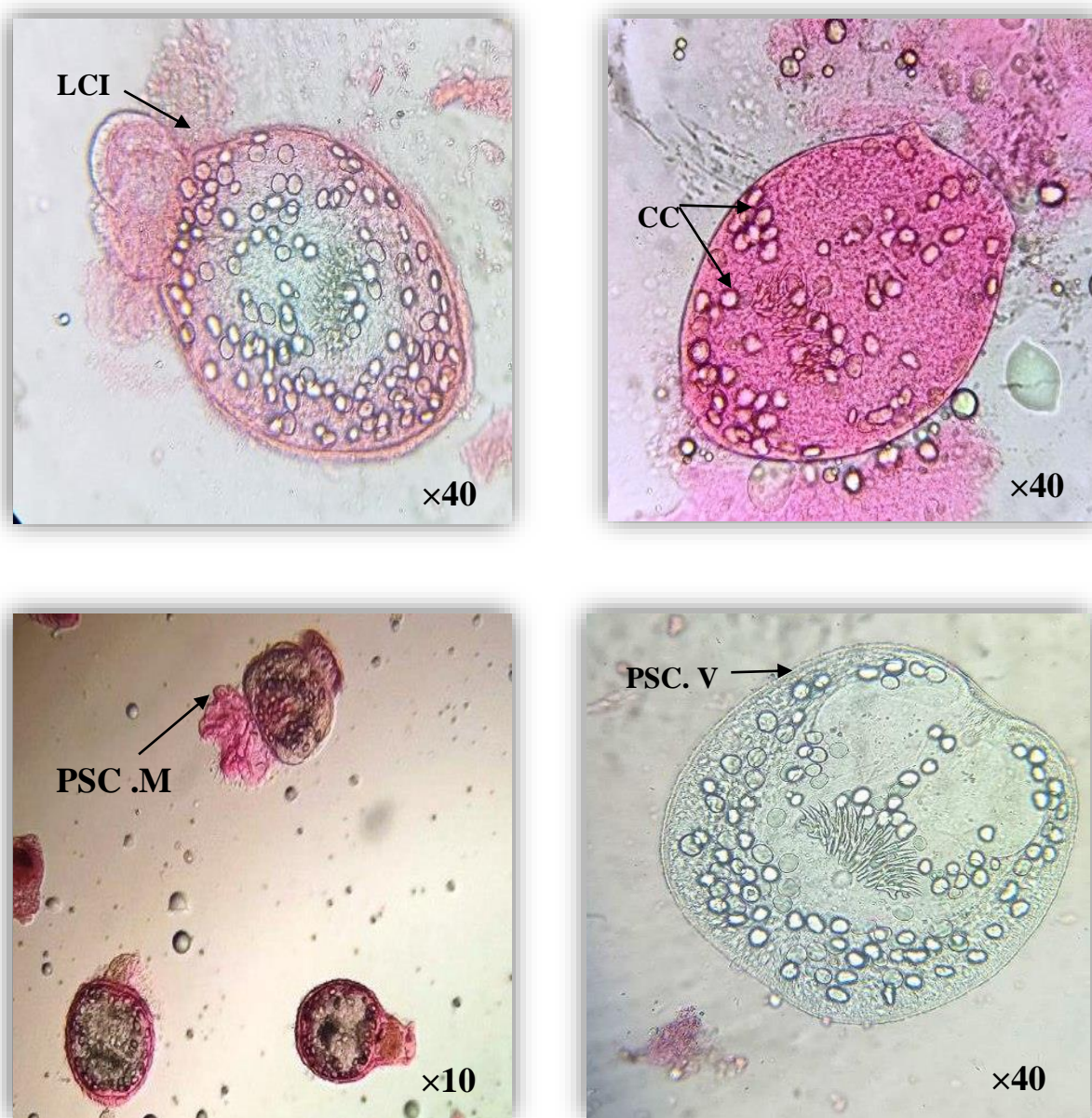


Figure 8: Test de viabilité des protoscolex par le test d'exclusion à l'éosine.

(PSC.V) : protoscolex vivant ; (PSC.M) : protoscolex mort ; (CC) : corpuscules calcaires ; LCI : libération du contenu interne

Nos résultats s'accordent avec plusieurs travaux qui ont montré la formation des bulles et la désorganisation de la membrane plasmique aux niveaux des protoscolex après différents traitements (Bouaziz *et al.*, 2021; Verma *et al.*, 2014).

Les résultats ont montré qu'en augmentant le temps d'incubation et la concentration de l'huile essentielle ; il y'a une différence remarquable de mortalité ($p < 0.0001$ pour les deux facteurs temps et concentration).

A notre connaissance, aucune étude n'a été faite sur l'activité scolicide de l'huile essentielle de *Artemisia campestris* ; néanmoins des propriétés anthelminthiques importantes ont été démontré contre *Haemonchus contortus* (Abidi *et al.*, 2018).

En effet, l'activité anti-leishmaniose dose et temps dépendante de l'huile essentielle d'*Artemisia campestris* a été aussi démontré sur les promastigotes de *Leishmania infantum* par l'induction d'une apoptose cellulaire (Essid *et al.*, 2015, Aloui *et al.*, 2016).

D'autres activités biologiques de l'huile essentielle d'*Artemisia campestris* sont étudiées telle que l'activité antibactérienne contre *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella typhimurium*, *Staphylococcus aureus*. La meilleure activité antibactérienne a été obtenue contre *Pseudomonas aeruginosa* et contre *Escherichia coli* avec des zones d'inhibition de 23 mm et 20 mm, respectivement (Al-Snafi, 2015).

D'après Hizem *et al* (2020) l'huile essentielle de *Thymus capitatus* présente une activité scolicide totale après 1 min d'incubation à la concentration de 3mg/ml (Hizem *et al.*, 2020)

Hossein *et al* (2019) ont trouvé que le taux de mortalité des protoscolex était de 100% après 5 min de traitement à la concentration de 200 µL/ml de l'huile essentielle de *curcuma* (Mahmoudvand *et al.*, 2019).

L'huile essentielle de *ferula macrecolea* a une meilleure activité protoscolicide à la concentration de 300 µL/mL, où tous les protoscolex ont été détruits après 20 min (Alyousif *et al.*, 2021).

L'étude mené par Hossein *et al* (2017) révèle que l'huile essentielle de *Cinnamomum zeylanicum* a un effet scolicide majeur avec les concentration 50 et 100µL/ml après seulement 5min (Mahmoudvand *et al.*, 2017).

Sid Mohamed *et al* (2020) trouvent que l'huile essentielle de *Syzygium aromatic* élimine 100% de protoscolex après seulement 5 min et ceci à la concentration 15µl/ml (Selles *et al.*, 2020).

Récemment, Kowsari *et al* (2021) indiquent que l'huile essentielle de *Zataria multiflora* a la concentration de 8 mg/ml et après 7 min d'incubation, 100% de protoscolex sont mort (Kowsari *et al.*, 2021).

Détermination de la concentration inhibitrice IC50

L'évaluation la concentration inhibitrice qui élimine 50% de la concentration initiale du parasite reflète le pouvoir scolicide de chaque plante.

Nos résultats montrent que les IC50 diffèrent pour chaque temps (Figure), plus le temps d'incubation augmente plus la IC50 diminue.

D'après Alvi *et al* (2021) ; *Piper longum* a une IC50 20 mg/ml à 60 min, l'IC50 de *Ruta graveolens* est 40 mg/ml. De même ; pour l'*Atriplex halimus*, la propolis algérienne et la menthe iranienne les IC50 sont : 40 mg/mL pour 90 min, 74.65 µg/ml et 200 mg/ml à 30 min, respectivement.

La variation des valeurs d'IC50 est due à plusieurs facteurs dont la nature d'extrait (méthanolique, aqueux ...) ou bien à la plante elle-même (Alvi *et al.*, 2022).

Les résultats d'IC50 de la moyenne de 3 tests répétés sont montrés au tableau suivant :

Tableau 3: les valeurs d'IC50 d'huile essentielle d'*Artemisia campestris*

Temps (min)	IC50µl/ml
10	70.875 ±2.025
30	31.91± 1.23
60	19.04 ±9.50

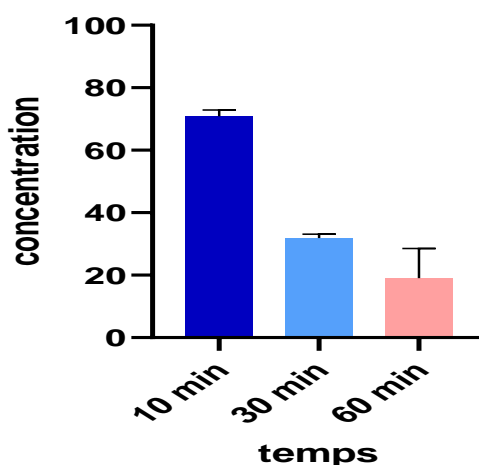


Figure 9 : les valeurs des IC 50 de l'huile essentielle d'*Artemisia campestris*

La plupart des recherches se sont concentrées sur l'évaluation *in vitro* plutôt qu'*in vivo* contre les protozoaires d'*E.granulosus*. Cela pourrait être dû au fait que les tests *in vitro* sur les

plantes sont moins coûteux, prennent moins de temps et produisent des résultats rapides, ce qui permet de tester les plantes à grande échelle (Al-Shaibani *et al.*, 2008).

Chez l'homme, la chirurgie du kyste hydatique a des effets secondaires graves, qui peuvent entraîner d'autres complications. Donc il faut accorder plus d'attention à la toxicité de ces médicaments, ainsi qu'à la recherche d'autres médicaments alternatifs appropriés (Brunetti *et al.*, 2010).

Un agent protoscolicide approprié doit montrer son activité à des doses plus faibles avec une efficacité élevée dans un laps de temps plus court. En outre, un bon agent protoscolicide est considéré comme stable dans le contenu kystique et doit présenter une toxicité minimale (Swamy *et al.*, 2016).

Pour être sûr de cet agent est un bon agent scolicide clinique, il est nécessaire de faire des études *in vivo* supplémentaires (Hizem *et al.*, 2020).

Dans le but de chercher le principe actif clé ; les composés dérivés des plantes ont été également testés pour leur activité protoscolicide.

Des chercheurs ont trouvé que Carvacrol, Thymol, p-Cymene sont parmi les constituants principales des huiles essentielles qui ont une activité scolicide contre les kystes hydatique (Mahmoudvand, Dezaki, *et al.*, 2014, Kowsari *et al.*, 2021)

D'après Tabari *et al* (2019) Différentes concentrations d'huiles essentielles et leurs deux principaux constituants ont été testées pour l'activité scolicide. Les résultats de la GC-MS ont révélé que le citronellol et le β -pinène étaient les après 60 minutes d'exposition à 50 $\mu\text{g}/\text{mL}$ de *P. roseum* et de *F. gummosa*, le taux de mortalité moyen des protoscolexes était de 100 %. Cependant, le β -pinène et le citronellol au même moment avec des concentrations de seulement 10 $\mu\text{g}/\text{mL}$ ont entraîné une mortalité approximativement supérieure à 80 %. Les huiles essentielles de *P.roseum* et *F.gummosa* ont montré un effet toxique significatif sur *E. granulosus* (Tabari *et al.*, 2019).

L'efficacité du carvacrol, du thymol et du bêta-myrcène contre protoscolex *Echinococcus granulosus* a été révélée (Elissondo *et al.*, 2008); (Fabbri *et al.*, 2016) . Le 6-Gingérol extrait du gingembre a montré un effet scolicide important *in vitro* (Amri & Touil-Boukoffa, 2016). En outre, l'acide ursolique; est un composé chimique à base de triterpène pentacyclique présent dans différentes plantes médicinales ; a montré une activité antihydatique *in vitro* et *in vivo* (Yin *et al.*, 2018). De même, Larki et al. démontrent l'effet scolicide de l'acide gallique ; l'un des plus importants acides phénoliques des plantes (Larki *et al.*, 2017). Berberine a une importante

activité scolicide *in vitro* contre les protoscolex *Echinococcus granulosus* (Mahmoudvand, Asadi, *et al.*, 2014) .

CONCLUSION

Conclusion

Depuis des siècles la phytothérapie est utilisée en médecine traditionnelle par l'homme. Plusieurs plantes font partie de la flore médicinale de notre région de M'sila, parmi elles ; *Artemisia campestris* qui a une large utilisation grâce à ses propriétés thérapeutiques. Son efficacité relève de la variabilité et la richesse de ses composés. Parmi ces derniers ; les huiles essentielles qui ont montré plusieurs activités biologiques.

L'activité antioxydant de l'HE a été évaluée par la méthode de réduction de radicale libre DPPH en comparaison avec des antioxydants de références acide gallique; quercitine. En plus, l'HE d'*Artemisia campestris* présente une activité scolicide très importante vis-à-vis du parasite *Echinococcus granulosus*.

L'ensemble de ses résultats obtenus ne constitue qu'une première étape dans la recherche des substances d'origine naturelle biologiquement active, et la recherche des principes actifs clés responsables de ces activités biologiques sera d'une grande utilité. L'étude de l'effet antihydrique de l'huile essentielle *in vivo* sur le modèle expérimentale murin sera parmi les perspectives nécessaires pour notre étude la continuité nécessaire pour notre travail.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

Références bibliographiques :

- Akrout, A., El Jani, H., Amouri, S., & Neffati, M. (2009). Screening of antiradical and antibacterial activities of essential oils of *Artemisia campestris* L., *Artemisia herba alba* Asso, & *Thymus capitatus* Hoff. et Link. growing wild in the Southern of Tunisia. *Recent Research in Science and Technology*, 2(1).
- Akrout, A., Gonzalez, L. A., El Jani, H., & Madrid, P. C. (2011). Antioxidant and antitumor activities of *Artemisia campestris* and *Thymelaea hirsuta* from southern Tunisia. *Food and Chemical Toxicology*, 49(2), 342-347.
- Al-Shaibani, I., Phulan, M., Arijo, A., & Qureshi, T. (2008). Ovicidal and larvicidal properties of *Adhatoda vasica* (L.) extracts against gastrointestinal nematodes of sheep in vitro. *Pak Vet J*, 28(2), 79-83.
- Al-Snafi, A. E. (2015). The pharmacological importance of *Artemisia campestris*-A review. *Asian Journal of Pharmaceutical Research*, 5(2), 88-92.
- Al Jahid, A., Essabaq, S., Elamrani, A., Blaghen, M., & Jamal Eddine, J. (2016). Chemical composition, antimicrobial and antioxidant activities of the essential oil and the hydro-alcoholic extract of *Artemisia campestris* L. leaves from southeastern Morocco. *Journal of biologically active products from nature*, 6(5-6), 393-405.
- Aloui, C. Messaoud, M. Haoues, N. Neffati, I. Bassoumi Jamoussi, K. Essafi- Benkhadir, M. Boussaid, I. Guizani, H. Karoui, Asteraceae *Artemisia campestris* and *Artemisia herba-alba* essential oils trigger apoptosis and cell cycle arrest in *Leishmania infantum* Promastigotes, Evid. Based Complement. Alternat. Med. 2016 (2016) 1–15.
- Alvi, M. A., Khan, S., Ali, R. M. A., Qamar, W., Saqib, M., Faridi, N. Y., Li, L., Fu, B.-Q., Yan, H.-B., & Jia, W.-Z. (2022). Herbal Medicines against Hydatid Disease: A Systematic Review (2000–2021). *Life*, 12(5), 676.
- Alyousif, M. S., Al-Abodi, H. R., Almohammed, H., Alanazi, A. D., Mahmoudvand, H., Shalamzari, M. H., & Salimikia, I. (2021). Chemical composition, apoptotic activity, and antiparasitic effects of *Ferula macrecolea* essential oil against *Echinococcus granulosus* protosoles. *Molecules*, 26(4), 888.
- Ammar, S., Noui, H., Djamel, S., Madani, S., Maggi, F., Bruno, M., Romano, D., Canale, A., Pavela, R., & Benelli, G. (2020). Essential oils from three Algerian medicinal plants

- (*Artemisia campestris*, *Pulicaria arabica*, and *Saccocalyx satuireioides*) as new botanical insecticides? *Environmental Science and Pollution Research*, 27(21), 26594-26604.
- Amri, M., & Touil-Boukoffa, C. (2016). In vitro anti-hydatic and immunomodulatory effects of ginger and [6]-gingerol. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 9(8), 749-756.
- Bayala, B., Bassole, I. H., Scifo, R., Gnoula, C., Morel, L., Lobaccaro, J.-M. A., & Simpoire, J. (2014). Anticancer activity of essential oils and their chemical components-a review. *American journal of cancer research*, 4(6), 591.
- Belhattab, R., Boudjouref, M., Barroso, J., Pedro, L., & Figueirido, A. (2011). Essential oil composition from *Artemisia campestris* grown in Algeria. *Advances in Environmental Biology*, 5(2), 429-432.
- Bouaziz, S., Amri, M., Taibi, N., Zeghir-Bouteldja, R., Benkhaled, A., Mezioug, D., & Touil-Boukoffa, C. (2021). Protoscolicidal activity of *Atriplex halimus* leaves extract against *Echinococcus granulosus* protosoles. *Experimental Parasitology*, 229, 108155.
- Boukhalkhal, S., Gourine, N., Pinto, D. C., Silva, A., & Yousfi, M. (2018). Variability of the chemical composition and the antioxidant activity of the essential oils of two subspecies of *Artemisia campestris* L. growing in Algeria. *Journal of food measurement & characterization*.
- Božin, B., Mimica-Dukić, N., Samojlik, I., Goran, A., & Igić, R. (2008). Phenolics as antioxidants in garlic (*Allium sativum* L., Alliaceae). *Food Chemistry*, 111, 925-929.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M.-E., & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food science and Technology*, 28(1), 25-30.
- Brunetti, E., Kern, P., & Vuitton, D. A. (2010). Expert consensus for the diagnosis and treatment of cystic and alveolar echinococcosis in humans. *Acta tropica*, 114(1), 1-16.
- Bruneton Jean. Pharmacognosie: Phytochimie - Plantes Médicinales. 1993. Lavoisier.
- Caratini, & Roger. (1972). Bordas-encyclopédie. *Bordas*, 348-502.
- Chalchat, J.-C., Cabassu, P., Petrovic, S., Maksimovic, Z., & Gorunovic, M. (2003). Composition of essential oil of *Artemisia campestris* L. from Serbia. *Journal of Essential Oil Research*, 15(4), 251-253.
- Cheraif, K., Bakchiche, B., Gherib, A., Bardaweel, S. K., Çol Ayvaz, M., Flamini, G., Ascrizzi, R., & Ghareeb, M. A. (2020). Chemical composition, antioxidant, anti-tyrosinase, anti-

- cholinesterase and cytotoxic activities of essential oils of six Algerian plants. *Molecules*, 25(7), 1710.
- Dib, I., Mihamou, A., Berrabah, M., Mekhfi, H., Aziz, M., Legssyer, A., Bnouham, M., & Ziyat, A. (2017). Identification of *Artemisia campestris* L. subsp. *glutinosa* (Besser) Batt. from Oriental Morocco based on its morphological traits and essential oil profile. *J Mater Environ Sci*, 8(1), 180-187.
- Dob, T., Dahmane, D., Berramdane, T., & Chelghoum, C. (2005). Chemical composition of the essential oil of *Artemisia campestris* L. from Algeria. *Pharmaceutical biology*, 43(6), 512-514.
- Elissondo, M. C., Albani, C. M., Gende, L., Eguaras, M., & Denegri, G. (2008). Efficacy of thymol against *Echinococcus granulosus* protosoles. *Parasitology international*, 57(2), 185-190.
- Essid, F.Z. Rahali, K. Msaada, I. Sghair, M. Hammami, A. Bouratbine, K. Aoun, F. Limam, Antileishmanial and cytotoxic potential of essential oils from medicinal plants in Northern Tunisia, *Ind. Crops Prod.* 77 (2015) 795–802.
- Fabbri, J., Maggiore, M. A., Pensel, P. E., Denegri, G. M., Gende, L. B., & Elissondo, M. C. (2016). In vitro and in vivo efficacy of carvacrol against *Echinococcus granulosus*. *Acta tropica*, 164, 272-279.
- Falcão, S., Bacém, I., Igrejas, G., Rodrigues, P. J., Vilas-Boas, M., & Amaral, J. S. (2018). Chemical composition and antimicrobial activity of hydrodistilled oil from juniper berries. *Industrial Crops and Products*, 124, 878-884.
- Gautam, N., Mantha, A. K., & Mittal, S. (2014). Essential oils and their constituents as anticancer agents: a mechanistic view. *BioMed research international*, 2014.
- Hayat, M. Q., Ashraf, M., Khan, M. A., Yasmin, G., Shaheen, N., & Jabeen, S. (2010). Palynological study of the Genus *Artemisia* (Asteraceae) and its systematic implications. *Pak J Bot*, 42(2), 751-763.
- HENDEL, N., DJAMEL, S., MADANI, S., Selloum, M., Boussakra, F., & Driche, O. (2021). Screening for in vitro antioxidant activity and antifungal effect of *Artemisia campestris* L. *International Journal of Agriculture Environment and Food Sciences*, 5(3), 251-259.

- Hizem, A., M'rad, S., Oudni-M'rad, M., Mezhoud, H., Ben Jannet, H., Flamini, G., Ghedira, K., & Babba, H. (2020). In vitro scolicedal activity of *Thymus capitatus* Hoff. et Link. essential oil on *Echinococcus granulosus* protosoles. *Journal of Essential Oil Research*, 32(2), 178-185.
- Hussain, A., Hayat, M. Q., Sahreen, S., ul Ain, Q., & Bokhari, S. A. (2017). Pharmacological promises of genus *Artemisia* (Asteraceae): a review: pharmacological promises of genus *Artemisia*. *Proceedings of the Pakistan Academy of Sciences: B. Life and Environmental Sciences*, 54(4), 265–287-265–287.
- Jaouadi, I., Abdelkafi-Koubaa, Z., Riabi-Ayari, S., Hassen, I., Yakoubi, M. T., Ayeb, M. E., Gazzah, M. E., & Marrakchi, N. (2016). Anti-hemolytic and Anti-cytotoxic Effect of Two *Artemisia* Species (*A. campestris* and *A. herba-alba*) Essential Oil against Snake Venom. *International Journal of Agriculture & Biology*, 18(4).
- Kowsari, N., Moazeni, M., & Mohammadi, A. (2021). Effects of *Zataria multiflora* essential oil on the germinative cells of *Echinococcus granulosus*. *Parasites & Vectors*, 14(1), 1-9.
- Larki, S., Jalali, M. H. R., & Goodarzi, S. (2017). Scolicedal effects of gallic acid, one of the major compounds of plants, on protoscolices of hydatid cyst. *Zahedan Journal of Research in Medical Sciences*, 19(5).
- Mahmoudvand, H., Asadi, A., Harandi, M. F., Sharififar, F., Jahanbakhsh, S., & Dezaki, E. S. (2014). In vitro lethal effects of various extracts of *Nigella sativa* seed on hydatid cyst protosoles. *Iranian journal of basic medical sciences*, 17(12), 1001.
- Mahmoudvand, H., Dezaki, E. S., Kheirandish, F., Ezatpour, B., Jahanbakhsh, S., & Harandi, M. F. (2014). Scolicedal effects of black cumin seed (*Nigella sativa*) essential oil on hydatid cysts. *The Korean journal of parasitology*, 52(6), 653.
- Mahmoudvand, H., Mahmoudvand, H., Oliaae, R. T., Kareshk, A. T., Mirbadie, S. R., & Aflatoonian, M. R. (2017). In vitro protoscolicedal effects of *Cinnamomum zeylanicum* essential oil and its toxicity in mice. *Pharmacognosy magazine*, 13(Suppl 3), S652.
- Mahmoudvand, H., Pakravanan, M., Aflatoonian, M. R., Khalaf, A. K., Niazi, M., Mirbadie, S. R., Tavakoli Kareshk, A., & Khatami, M. (2019). Efficacy and safety of *Curcuma longa* essential oil to inactivate hydatid cyst protosoles. *BMC complementary and alternative medicine*, 19(1), 1-7.
- Moazeni, M., Hosseini, S., Al-Qanbar, M., Alavi, A., & Khazraei, H. (2019). In vitro evaluation of the protoscolicedal effect of *Eucalyptus globulus* essential oil on protoscolices of

- hydatid cyst compared with hypertonic saline, povidone iodine and silver nitrate. *Journal of Visceral Surgery*, 156(4), 291-295.
- Moazeni, M., Saharkhiz, M. J., & Hosseini, A. A. (2012). In vitro lethal effect of ajowan (*Trachyspermum ammi* L.) essential oil on hydatid cyst protosoles. *Veterinary parasitology*, 187(1-2), 203-208.
- Mourad, B., Rachid, B., & Sihem, B. (2018). Antioxidant activity and phenolic content of *Artemisia campestris* from two regions of Algeria. *World Journal of Environmental Biosciences*, 7(2), 61-66.
- Pensel, P. E., Maggiore, M. A., Gende, L. B., Eguaras, M. J., Denegri, M., & Elissondo, M. C. (2014). Efficacy of essential oils of *Thymus vulgaris* and *Origanum vulgare* on *Echinococcus granulosus*. *Interdisciplinary perspectives on infectious diseases*, 2014.
- Pešić, M., & Stanković, S. (2015). Development of natural product drugs in a sustainable manner.
- Quézel, P., & Santa, S. (1962). Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. *Editions du Centre National de la Recherche Scientifique*, 190.
- Raut, J. S., & Karuppayil, S. M. (2014). A status review on the medicinal properties of essential oils. *Industrial Crops and Products*, 62, 250-264.
- Ribeiro, J., Ribeiro, W., Camurça-Vasconcelos, A., Macedo, I., Santos, J., Paula, H., Araújo Filho, J., Magalhães, R., & Bevilaqua, C. (2014). Efficacy of free and nanoencapsulated *Eucalyptus citriodora* essential oils on sheep gastrointestinal nematodes and toxicity for mice. *Veterinary parasitology*, 204(3-4), 243-248.
- Saad, A. M., Mohammed, M. M., Ghareeb, M. A., Ahmed, W. S., & Farid, M. A. (2017). Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of the leaves of *Cupressus macrocarpa* Hartweg. Ex Gordon. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 7(9), 207-212.
- Sakhri, J., & Ben Ali, A. (2004). [Hydatid cyst of the liver]. *J Chir (Paris)*, 141(6), 381-389. [https://doi.org/10.1016/s0021-7697\(04\)95364-1](https://doi.org/10.1016/s0021-7697(04)95364-1) (Le kyste hydatique du foie.)
- Samate, D. A. (2014). Compositions chimiques d'huiles essentielles extraites de plantes aromatiques de la zone soudanienne du Burkina Faso: valorisation.

- Sassoui, A., Hendel, N., Sarri, D., Sarri, M., Filippo, M., Bruno, M., Romano, D., Canale, A., Roman, P., & Giovanni, B. (2020). Essential oils from three Algerian medicinal plants (*Artemisia campestris*, *Pulicaria arabica*, and *Saccocalyx satureioides*) as new botanical insecticides? *Environmental Science and Pollution Research International*, 27(21), 26594-26604.
- Schantz PM. Echinococcus Species (Agents of Cystic, Alveolar, and Polycystic Echinococcosis). In: Long SS, Pickering LK, Prober CG. (Eds). Principles and Practice of Pediatric Infectious Diseases Second Edition New York: Churchill-Livingstone. 2003. p. 1357-61.
- Selles, S. M. A., Kouidri, M., Belhamiti, T. B., Ait Amrane, A., Benahmed, M., & Hachemi, A. (2020). Main compounds and in vitro effectiveness of *Syzygium aromaticum* essential oil on protosoles of hydatid cyst. *Comparative Clinical Pathology*, 29(3), 705-711.
- Swamy, M. K., Akhtar, M. S., & Sinniah, U. R. (2016). Antimicrobial properties of plant essential oils against human pathogens and their mode of action: an updated review. *Evidence-based complementary and alternative medicine*, 2016.
- Tabari, M. A., Youssefi, M. R., Nasiri, M., Hamidi, M., Kiani, K., Samakkhah, S. A., & Maggi, F. (2019). Towards green drugs against cestodes: Effectiveness of *Pelargonium roseum* and *Ferula gummosa* essential oils and their main component on *Echinococcus granulosus* protosoles. *Veterinary parasitology*, 266, 84-87.
- Tan, R. X., Zheng, W., & Tang, H. (1998). Biologically active substances from the genus *Artemisia*. *Planta medica*, 64(04), 295-302.
- Touil, S., & Benrebiha, F. Z. a. H. S. (2017). INFLUENCE OF SEASONAL VARIATION ON CHEMICAL COMPOSITION AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF THE ESSENTIAL OIL OF FIELD WORMWOOD *ARTEMISIA CAMPESTRIS*. *Membres du comité de lecture*, 7(2), 502.
- Verma, V. C., Gangwar, M., & Nath, G. (2014). Osmoregulatory and tegumental ultrastructural damages to protosoles of hydatid cysts *Echinococcus granulosus* induced by fungal endophytes. *Journal of parasitic diseases*, 38(4), 432-439.
- Yin, J., Liu, C., Shen, Y., Zhang, H., & Cao, J. (2018). Efficacy of ursolic acid against *Echinococcus granulosus* in vitro and in a murine infection model. *Parasites & Vectors*, 11(1), 1-9.
- Youssefi, M. R., Nikpay, A., Hassanpour, N., Mirzapour, A., Tabari, P. S., Pavela, R., Maggi, F., & Petrelli, R. (2020). In Vitro Scolicidal Activity of the Sesquiterpenes Isofuranodiene,

α -Bisabolol and Farnesol on Echinococcus granulosus Protosoles. *Molecules*, 25(16).
<https://doi.org/10.3390/molecules25163593>

ANNEXES

Annexe 1 :**Tableau 4:** Le rendement d'*Artemisia campestris* dans différentes régions

Région	Rendement	référence
Boussaada	0.66%	(Belhattab <i>et al.</i> , 2011)
Djelfa	0.1%	(Dob <i>et al.</i> , 2005)
Laghouat	0.71%	(Jaouadi <i>et al.</i> , 2016)
setif	0.45%	(Ammar <i>et al.</i> , 2020)
Tunisia	0.65%	(Akrouit <i>et al.</i> , 2001)
Morocco	1.7%	(Al Jahid <i>et al.</i> , 2016)
Serbia	0.2%	(Chalchat <i>et al.</i> , 2003)
Portugal	1%	(Rocha <i>et al.</i> , 2021)

Annexe 3

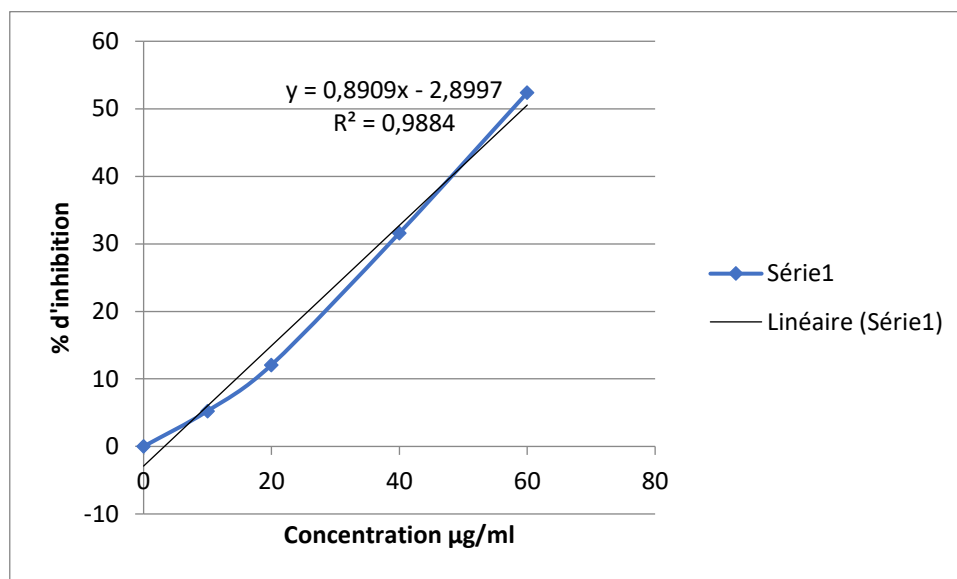


Figure 10: Courbe du pourcentage d'inhibition du DPPH en fonction des concentrations de la quercétine.

Annexe 4

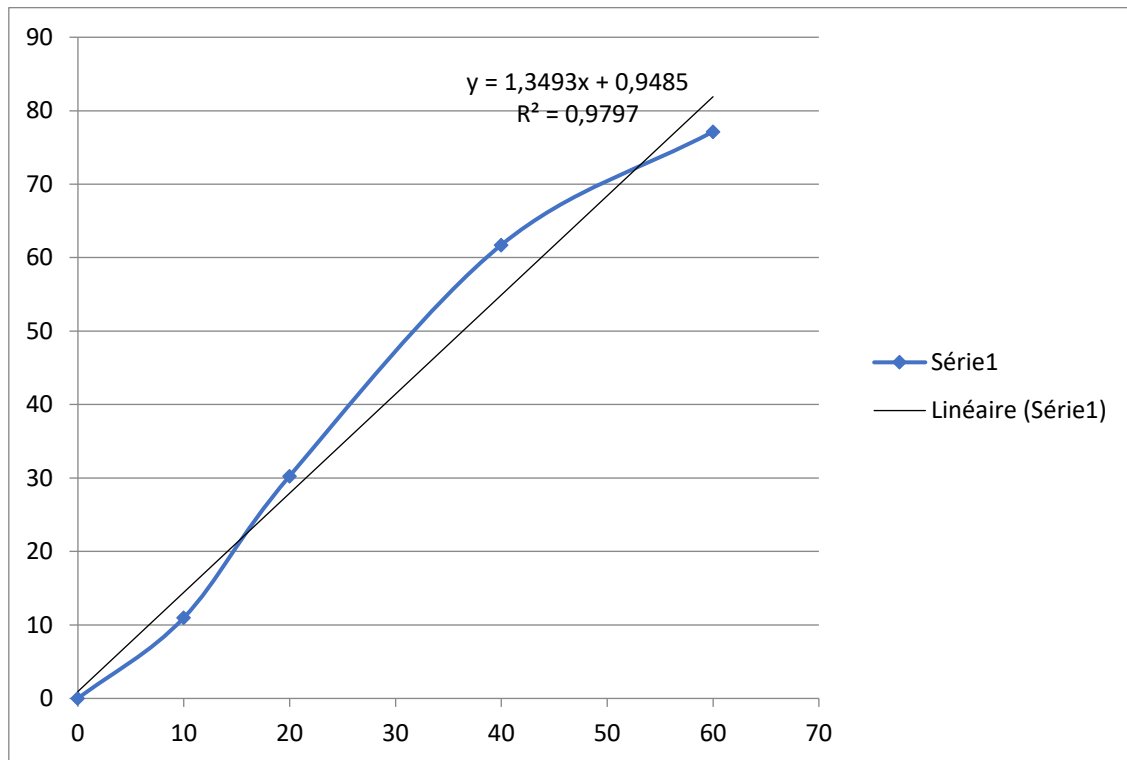


Figure 11: Courbe du pourcentage d'inhibition du DPPH en fonction des concentrations de l'acide gallique.