

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE SAAD DAHLAB - BLIDA 1



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Biologie

Mémoire de fin d'études

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

Filière Sciences Biologiques

Option : Biodiversité et physiologie végétale

Thème

Etude des caractéristiques physicochimique et phytochimique du
Cresson alénois (*Lepidium sativum* L.) cultivé sous serre

Présenté par :

Date de soutenance : 14/07/2022

Melle Boutarfa Amira

Devant le jury :

Nom	Grade / Lieu	Qualité
Mr ROUBI. A	MCA (USDB1)	Président
Mme TAKARLI. S	MAA (USDB1)	Examinatrice
Mme CHERIF. H. S	MCA (USDB1)	Promotrice
Mme KETFL. S	Doctorante (USDB1)	Co-promotrice

Promotion : 2021-2022

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier Dieu le tout-puissant de m'avoir accordée le courage, la santé et la volonté pour accomplir ce modeste travail.

Je tiens à remercier infiniment ma promotrice, Mme CHERIF. H. S maitre de conférences à l'université de Blida1 pour m'avoir encadré et qui a bien voulu diriger ce mémoire de fin d'études.

Qu'elle trouve ici mes sentiments de gratitude et de reconnaissance.

Je tiens à remercier vivement ma Co-promoteur Mme Ketfi. S ingénieure principale, département de Biotechnologie

Mes remerciements s'adressent aussi aux membres du jury:

Pr ROUIBI. A en sa qualité de président du jury.

Mme TAKARLI. S d'avoir accepté d'examiner ce travail.

Également, je tiens à remercier Pr SNOUSSI. S A, Mr BENCHERCHALI, Mme HIBA du département de Biotechnologies, Faculté SNV, université de Blida1 pour leur aide en serre et en laboratoires.

Mes sincères remerciements s'adressent à l'ensemble des enseignants ayant contribué à mon parcours universitaire et mes camarades du département de biologie.



Dédicace

En premier lieu je remercie Dieu pourvoyeur de la connaissance par excellence.

Plus particulièrement à mes parents, Mon père Mokhtar et ma mère Nacera qui furent ma principale motivation et clé de toute réussite dans ma vie.

A mon frère Omar, mon beau-frère Mohammed et mes deux chères sœurs Asma et Nadýia.

A mes petits neveux Ayoub, Roeya et Khalil que dieu les protège.

A mes grands-parents que Dieu les accueille dans son vaste paradis.

A mes ancies et tantes, cousins et cousines auxquels j'exprime mes sentiments familiaux les plus intimes.

A mes meilleures amis d'enfance : Abir et Norhane

A mes amies et copines de promotion : Raouia et Soumia.

A Fawzi que je le remercie infiniment pour son aide.

♥♥Vous êtes toujours dans mon cœur ♥♥

Résumé

L'objectif assigné à ce travail consiste à étudier les caractéristiques physicochimiques et phytochimiques de *lepidium* sous serre.

Dans ce contexte nous avons entrepris notre travail en trois étapes à savoir la plantation du cresson sous serre avec une période expérimentale qui a duré 4 mois sous les conditions de la serre, les tests physicochimiques de la partie aérienne du cresson dans son état : frais, séché et poudre et l'étude phytochimique de l'infusé et de la poudre végétale.

Les résultats ont révélés les caractéristiques de la plante en terme de : taux de chlorophylle a et b équivalents à $(8,28.10^{-4})$ et $(7,14.10^{-4})$ respectivement, un taux de sucre soluble avoisinant les (1,19%), une teneur des cendres de la poudre d'une proportion de (0,13%) de même l'humidité de la poudre évaluée à (0,23%), et une valeur des substances extractibles par l'eau qui équivaut (0,04%).

En ce qui concerne le résultat de l'humidité et la matière sèche des feuilles il est égal à 16% et 84% respectivement, un potentiel d'hydrogène de l'infusion (pH) révélé acide et égal à 4,41.

L'étude phytochimique de l'infusé et de la poudre végétale de *Lepidium sativum* L indique la présence importante des flavonoïdes, tannins catéchiques, saponosides, mucilages et alcaloïdes. Aussi la faible présence des anthocyanes et glycosides. Inversement nous avons noté l'absence des tannis galliques, coumarines, amidons et l'huile essentielle.

Mots clés : Physicochimique, Phytochimique, *Lepidium sativum* L, Métabolites secondaires.

Abstract

The objective assigned to this work is to study the physicochemical and phytochemical characteristics of lepidium under greenhouse.

In this context we undertook our work in three stages namely planting of cress in greenhouse with an experimental period that lasted 4 months under the conditions of the greenhouse, physicochemical tests of the aerial part of the cress in its state: spawning, dried and powdered and also the phytochemical study of the infused and powdered plant.

The results revealed the characteristics of the plant in terms of: rate of chlorophyll a and b equivalent to $(8,28.10^{-4})$ and $(7,14.10^{-4})$ respectively, a rate of soluble sugar close to (1,19%), a content of ashes of the powder of a proportion of (0,13%) as well as the humidity of the powder evaluated at (0,23%), and a value of the substances extractable by water which is equivalent to (0,04%).

Regarding the result of moisture and dry matter of the leaves it is equal to 16% and 84% respectively, a hydrogen potential of the infusion (pH) revealed acid and equal to 4.41.

The phytochemical study of the infused and vegetable powder of *Lepidium sativum* L indicates the important presence of flavonoids, catechic tannins, saponosides, mucilages and alkaloids. Also the weak presence of anthocyanins and glycosides. Conversely we noted the absence of gall tannins, coumarins, starches and essential oil.

Key words: Physicochemical, Phytochemical, *Lepidium sativum* L, Secondary metabolites.

ملخص

الهدف من هذا العمل هو دراسة الخصائص الفيزيائية الكيميائية والكيميائية النباتية لنبات حب الرشاد في الدفيئات. في هذا السياق، بدأنا عملنا على ثلاث مراحل: زراعة الجرجير تحت الدفيئة بفترة تجريبية استمرت 4 أشهر في ظل ظروف الدفيئة، والدراسة الكيميائية النباتية. والاختبارات الفيزيائية الكيميائية للجزء العلوي من حب الرشاد في حالته: الطازجة والمجففة والمسحوقة. كشفت النتائج عن خصائص النبات من حيث: الكلوروفيل أ و ب مكافئ ل (8,2810-4) و (7,14,10-4) على التوالي، محتوى سكر قابل للذوبان حوالي (1,19%)، محتوى رماد مسحوق بنسبة (0,13%) بالمثل محتوى رطوبة المسحوق المقدر بـ (0,23%)، وقيمة المواد القابلة للاستخراج من الماء التي تعادل (0,04%).

وفيما يتعلق بنتيجة الرطوبة والمادة الجافة للأوراق التي تساوي 16 في المائة و 84 في المائة على التوالي، كشفت قدرة وجود حمض 4.41 (pH) الهيدروجين في التسريب ويساوي

تشير الدراسة الكيميائية النباتية لمسحوق و لمنقوع *Lepidium sativum* L إلى

الوجود الكبير للفلافونويد والعفص المسيحي والصابونوسيدات والمخضيات والقلويدات. أيضا انخفاض وجود الأنثوسيانين والجليكوزيدات. على العكس من ذلك، لاحظنا غياب العفص الغالي والكومارين والنشا والزيت الأساسي

الكلمات المفتاحية: فيزيائي كيميائي، كيميائي نباتي، مستقبلات ثانوية *Lepidium sativum* L

TABLE DE MATIERE

Introduction.....	1
Chapitre I : Présentation de l'espèce <i>Lepidium sativum</i> L.....	3
I.1 Généralités sur le cresson	3
I.2 Famille des Brassicacées	3
I.3 Genre <i>Lepidium</i>	3
I.3.1 Espèce <i>Lepidium sativum</i>	4
I.3.2 Origine et histoire.....	4
I.4 Classification et nomenclature	5
I.4.1 Classification	5
I.4.2 Nomenclature.....	6
I.5 Description botanique.....	6
I.6 Composition chimique.....	8
I.7 Valeur nutritionnelle.....	10
I.8 Culture de <i>Lepidium</i>	10
I.9 Exigences climatique.....	11
I.10 Utilisations traditionnelles	11
Chapitre II : Matériel et méthodes	
II.1 Matériel	14
II.1.1 Matériel végétal	14
II.1.2 Appareillage et réactifs	14
II.2 Méthodes expérimentales	15

II.2.1	Semi des graines	15
II.2.2	Séchage de la plante.....	16
II.2.3	Paramètres mesurés.....	16
II.3.	Etude physicochimique	17
II. 3.1	Echantillonnage de la plante	17
1)	Calcul de la chlorophylle.....	17
2)	Détermination des sucres solubles.....	18
3)	Détermination du taux d'humidité de la plante « H»	19
4)	Matière sèche.....	19
5)	Détermination du taux d'humidité de la poudre végétale	20
6)	Détermination du potentiel hydrogène (Ph)	20
7)	Détermination des cendres totales	21
8)	Substances extractibles par l'eau.....	21
II.4	Screening phytochimique	22
II.4.1	Préparation de l'infusion (à 10%)	22
II.4.2	Criblage phytochimique.....	23
a)	Flavonoïdes	23
b)	Tanins.....	23
c)	Saponosides	23
d)	Anthocyanes	23
e)	Glycosides	24
f)	Coumarine	24
g)	Mucilage.....	24

h) Amidon.....	24
i) Alcaloïde	24
j) Extraction de l'huile essentielle.....	24
Chapitre III : Résultats et discussion.....	26
III.1 Résultats de la germination et la croissance des graines.....	26
III.2 Résultats de l'étude physicochimique.....	27
III.3 Résultats de l'étude phytochimique	30
Conclusion et perspective	33

Références bibliographiques

Annexes

Liste des abréviations

A: AOAC: Association of Official Agricultural Chemists

APG: Angiosperme Phylogénie Group

C: Ca: Calcium

D: DO: Densité optique

F: Fe: Fer

FeCl₃: Chlorure de fer

H: HCl : Acide chlorhydrique

HCN : Cyanure d'hydrogène

I: ISO : Organisation internationale de normalisation

K: KOH : Hydroxyde de potassium

L : L sativum : Lepidium sativum

M: Mg: Magnésium

MS: Matière sèche

P: P : Phosphore

Ph : Potentiel hydrogène

U : UI : Unité international

Z : Zn : Zinc

Liste des figures

Chapitre I

Figure	Titre	Page
Figure 01	Carte géographique et localisation de <i>Lepidium sativum</i>	5
Figure 02	Morphologie de <i>Lepidium sativum</i> L	7
Figure 03	Graines de <i>Lepidium sativum</i> L	7
Figure 04	Inflorescence de <i>Lepidium sativum</i> L	7
Figure 05	Tige feuillées de <i>Lepidium sativum</i> L	7

Chapitre II

Figure	Titre	Page
Figure 06	Graines de cresson	14
Figure 07	Partie aérienne de <i>Lepidium sativum</i> L	14
Figure 09	Semis des graines dans les plaques alvéolés remplis par la tourbe	15
Figure 11	Plantation des plantules de cresson dans les pots	16
Figure 17	Test du potentiel hydrogène	20
Figure 20	Préparation et filtration de l'infusion	22
Figure 30	Montage d'hydro distillation type clevenger	25

Chapitre III

Figure	Titre	Page
Figure 32	Début de germination des grains dans la tourbe	26
Figure 33	Apparition des plantules dans les alvéoles	26
Figure 34	Plante à fleur de cresson alénois semée dans les pots	27
Figure 35	Différentes tailles de tiges de <i>Lepidium Sativum</i> L de la germination à la reproduction	27
Figure 36	Détermination de l'humidité et la matière sèche des feuilles de <i>Lepidium sativum</i> L	30

Liste des tableaux

Tableaux	Titre	Page
Tableau I	Classification de l'espèce <i>Lepidium sativum</i> L selon APG III	5
Tableau II	Différentes nomenclatures de la plante cresson de jardin	6
Tableau III	Caractéristiques physicochimique des feuilles de <i>Lepidium sativum</i> L	28
Tableau IV	Résultats du criblage phytochimique de la plante	31

INTRODUCTION

L'Organisation mondiale de la Santé (OMS) a estimé que plus de 75 % de la population mondiale dépend encore de médicaments d'origine végétale, habituellement obtenus auprès de guérisseurs traditionnels, pour les besoins de santé de base (Farnsworth et coll., 1985).

Le cresson, est une plante qui possède des propriétés médicinales variées (Nadkarni, 1954).

Plusieurs chercheurs ont cultivé le cresson selon différentes méthodes pour voir ses activités et caractéristiques de différentes parties de la plante, nous citons Eltayb et *al.*, 2010 qui ont cultivé le cresson in-vitro pour voir les effets des régulateurs de croissance des plantes et des explants sur l'induction des callosités ont été étudiés dans le but d'élaborer un protocole pour l'induction des callosités du cresson de jardin.

Aussi Koochi-Dehkordi et *al.*, 2019 dans leur étude d'évaluation de la biosynthèse in vitro du mucilage et de la lepidine chez différents génotypes de *Lepidium sativum* Linn originaires d'Iran, 10 génotypes des différentes graines de cresson de jardin en été évaluée dans deux conditions différentes la lumière et l'obscurité.

Pour étudier la description botanique du cresson de jardin, graines de cresson de jardin a été semé dans un champ expérimental. Le champ a été surveillé à intervalles réguliers pour vérifier la croissance des plantes et d'étudier les caractéristiques botaniques (Vaishnavi et *al.*, 2020).

Pour une étude agro-morphologique sur plusieurs accessions de cresson de en Iran, les caractéristiques végétatives ont été évaluées cinq semaines après les caractéristiques florales et de plantation ont été enregistrées sur 75% de floraison de chaque adhésion (Seied et *al.*, 2018).

Pour notre étude de cas, nous nous sommes intéressés à la culture sous serre du cresson afin de connaître ses caractéristiques physicochimiques et phytochimiques que nous avons ensuite comparer à celles cultivées avec d'autres méthodes en dehors de la serre.

INTRODUCTION

Ce travail se subdivise en les principales parties suivantes :

- ❖ La première consacrée aux généralités et la description botanique de l'espèce étudiée (*Lepidium sativum*), sa répartition géographique, ses composées, sa culture, son utilité...
- ❖ La deuxième partie présente le matériel et la méthodologie utilisée dans le semis de la plante et l'étude des caractéristiques physicochimiques et phytochimiques.
- ❖ La troisième et finale discute les résultats obtenus au courant de ce travail.

Ce travail est clôturé par une conclusion générale ainsi quelques perspectives.

Première Partie
Etude
bibliographique

Chapitre I : Présentation de l'espèce *Lepidium sativum* L

I.1 Généralités sur le cresson

L'espèce *Lepidium sativum* (cresson alénois), est une précieuse plante à feuilles comestibles, une proche parente des plantes du genre Brassicale, représentants de la famille Brassicaceae. Il a un goût chaud (piquant), avec un arôme proche du poivre noir. Ses précieuses propriétés nutritives ne sont conservées que pendant une courte période dans la phase des jeunes pousses (Belkhiri, 2018).

I.2 Famille des Brassicacées

Les Brassicacées, anciennement nommées crucifères, constituent une importante famille des plantes dicotylédones, aussi bien par le nombre d'espèces qu'elles regroupent que par son importance économique. Cette famille comprend, environ, 3700 espèces réparties en 338 genres (Al-Shehbez et *al.*, 2006).

Les Brassicacées appartiennent à la classe des Magnoliopsida, la sous-classe des Dilleniidae et à l'ordre des Capparales (Bailey et *al.*, 2006).

D'après (Spichiger, 2009), les principaux genres de la famille Brassicacée sont :

- ✚ Lepidium, (les passerages)
- ✚ Arabis, (arabette)
- ✚ Capparis
- ✚ Isatis, (pastel)
- ✚ Draba, (drave)
- ✚ Cleome
- ✚ Crataeva
- ✚ Thlaspi, (tabouret)

I.3 Genre *Lepidium*

Il est constitué d'environ 175 espèces, largement distribuées à travers le monde, sur tous les continents. C'est le plus représenté de la famille des Brassicacées. (Al-Shehbez et *al.*, 2006).

Que rapport Drouet (2002), les principales espèces du genre sont :

- ❖ Cresson alénois : *Lepidium sativum* L
- ❖ Passerage Drave : *Lepidium draba* L.
- ❖ Passerage des champs : *Lepidium campestre* L.
- ❖ Grande Passerage : *Lepidium latifolium* L.
- ❖ Petite Passerage : *Lepidium graminifolium* L.
- ❖ Passerage des décombres : *Lepidium ruderales* L

I.3.1* Espèce *Lepidium sativum

L. sativum est la transcription du grec *lepidion* qui signifie petite coquille. Ce sont des plantes annuelles, vivaces ou sous-ligneuses, à fleurs petites, blanches, roses ou violacées, caractérisées par la silicule déhiscente, à loge renfermant une ou rarement deux graines (Pierrick, 2013).

***I.3.2* Origine et histoire**

Lepidium sativum est originaire de la région montagneuse de l’Ethiopie et d’Erythrée, il s’est ensuite répandu en Europe occidentale et en Asie. L’espèce est cultivée dans une grande partie des régions tempérées du monde entier pour ses divers effets (Theellung1928 ; Datta et al. 2011 ; Sharma et Agarwal 2011) (Figure 01).

Il s'agit d'une herbe de saison fraîche largement cultivée dans les climats tempérés chauds du monde entier pour diverses utilisations culinaires et médicinales (Shabbir et *al.*, 2018). Le cresson était consommé en Perse avant même que le pain ne soit connu (Mahdi et Navaei, 2008), et fut cultivé comme légume culinaire dans toute l’Asie (Nadkarni, 1976), dans l’Antiquité en Grèce et en Italie et peut-être aussi en Egypte. On le cultive aujourd’hui dans le monde entier, y compris la plupart des pays africains, mais surtout à petite échelle dans les jardins familiaux. On le trouve aussi dans la nature, mais on ne sait pas s’il existe quelque part à l’état sauvage (Jansen, 2007).



Figure 01 : Carte géographique et localisation de *Lepidium sativum*
(● Présence de plante). (Gregory, 2007)

I.4 Classification et nomenclature

I.4.1 Classification

Selon la classification *Angiosperme Phylogénie Group APG III* (2009) la classification de l'espèce *Lepidium sativum* L est présentée dans le (**Tableau I**) :

Tableau I : Classification de l'espèce *Lepidium sativum* L selon APG III (2009)

Règne	Plantaea
Sous règne	Trachéophytes
Embranchement	Spermaphytes
Sous embranchement	Angiospermes
Classe	Magnoliopsida
Ordre	Brassicales
Famille	Brassicaceae
Genre	Lepidium
Espèce	<i>Lepidium sativum</i> L

I.4.2 Nomenclature

Le cresson alénois a plusieurs dénominations et synonymes (Tableau II), nous citons quelques exemples :

Tableau II : Différentes nomenclatures de la plante cresson de jardin (Sahil *et al.*, 2016)

Arabe	Habburashad, حب الرشاد Horf, حرف
Français	Cresson de fontaine, Cresson alénois, Passerage cultivée
Anglais	Cress, Cresson commun, Cresson de jardin, Cresson poivré
Espagnol	Lepido, Mastuerzo, Lepidio, Berrohortense, Berro de jardin
Italien	Agretto, Cressione
Portugais	Masturco, Mastruco, Agriao-Mouro, Herba do Esforzo

I.5 Description botanique

Le cresson alénois est une plante, herbacée annuelle (Ali-Delille, 2013), de croissance rapide. Elle se développe en quelques mois en devenant une plante haute de 20 à 50 cm au moment de la floraison. Les inflorescences sont apicales : quelques groupes de petites fleurs blanches à 4 pétales. Les graines sont produites par 2 dans de petites siliques dressées longues de 2 à 3 cm, les graines sont allongées, de couleur brun rouge (Grubben *et al.*, 2005) (Figure 02 et 03).

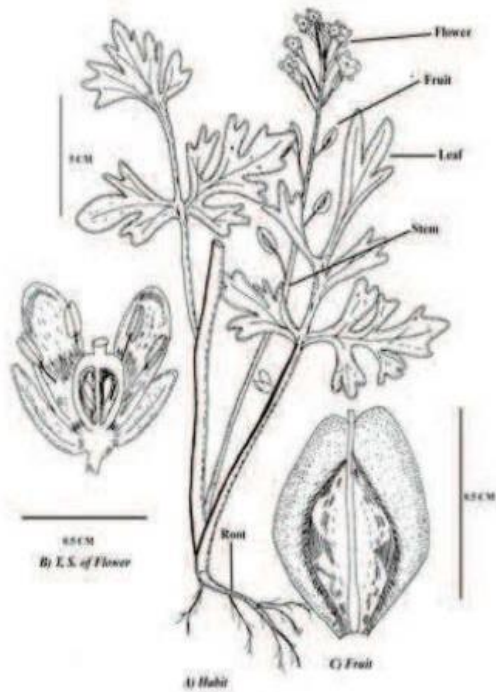


Figure 02 : Morphologie de *Lepidium sativum* L (Sangekar et al., 2018)



Figure 03 : Graines de *Lepidium sativum* L (Sangekar et al., 2018)



Figure 04 : Inflorescence de *Lepidium sativum* L (Sangekar et al., 2018)



Figure 05: Tige feuillée de *Lepidium sativum* L (Sangekar et al., 2018)

Tige : fait de 20 à 80cm de hauteur, elle est dressée, rameuse, cylindrique ou finement striée, fortement ramifiée et glabre (**Figure 05**)

Feuilles : Sont inférieures, 1 ou 2 fois pennatiséquées, les feuilles supérieures sont linéaires, alternes, sessiles, irrégulières pennées et les feuilles terminales sont parfois lobées ou dentées, habituellement simples et linéaires, les folioles sont constituées de 5 à 11 feuilles (**Figure 05**)

Pédicelles : font de 1,5 à 4,5mm de long, fructifères dressés contre l'axe, glabres et égalant les silicules (**Figure 02**).

Silicules : sont suborbiculaires largement ailées et étroitement échancrées et glabres (**Figure02**).

Style : Est court, fait 0,5 mm de long, ne dépassant pas l'échancrure (Friedel, 1904) (**Figure 02**).

Fleurs : Sont bisexuelles, régulières et tétramères, avec 4 sépales ovales de 1 à 2 mm de long et 4 pétales spatulés à griffe courte, mesurant jusqu'à 3 mm de longueur, de couleur blanche ou rose pâle. Les étamines sont constituées de 6 anthères habituellement violacées, et présente un ovaire supérieur, aplati, aigu (Prajapati et *al.*, 2014)(**Figure 04**).

Fruit : Est une silique aplatie, ronde ou ovale, de 4-6 mm × 3-5,5 mm, de couleur vert pâle à jaunâtre, de marges en forme d'ailes, déhiscent par 2 valves, habituellement avec 2 graines (Prajapati et *al.*, 2014)(**Figure 02**).

Graine : Sont petites, de forme ovale, pointues et triangulaires à une extrémité, lisses, mesurant 3 à 4 mm de long, et 1-2 mm de large, de couleur brun rougeâtre. Un sillon présent sur les deux surfaces s'étendant jusqu'aux deux tiers vers le bas, une légère extension en forme d'aile présente sur les deux bords de la graine. Dans l'eau, les graines se couvrent de mucilage (Bigoniya, 2011) (**Figure 03**).

I.6 Composition chimique

Lepidium sativum L. « cresson alénois », une plante médicinale largement utilisée en médecine traditionnelle à l'échelle du monde arabe grâce à sa richesse en constituant chimiques(Moumen et *al.*, 2022).

La plante complète contient du Glucotropaeolin, 4-methoxyglucobrassicin, esters de caféique, β -sitosterol, benzyle cyanide, calmoduline, sinapoyglucose, p-coumaric, féruliques, acides quiniques, protéine, minéral, vitamine, 5-4'-dihydroxy-7,8,3', 5-tétraméthoxyflavone, 5-3'-dihydroxy-7,8,4' tétraméthoxyflavone et 5-3'-dihydroxy-6,7,4'-tétraméthoxyflavone (Sharma et *al.*, 2000 ; Baregama et Goyal, 2019).

❖ Feuille

La feuille contient des protéines, des graisses, des glucides, des minéraux, du phosphore (P), du calcium (Ca), des oligo-éléments - fer, nickel, cobal, iode, de la vitamine A, de la thiamine, riboflavine, niacine et acide ascorbique (Sharma et *al.*, 2000).

La fraction N-butanol de l'extrait aqueux-méthanolique des feuilles a donné trois glycosides de flavonol, quercétine-3-O- β -glucosyl (1 \rightarrow 2) - glucopyranoside- 7-O- glucopyranoside, kaempférol-3-O- β -glucosyl (1 \rightarrow 2) - glucopyranoside - 7 - O - β - glucopyranoside, et isorhamnétine - 3 - O - sophoroside - 7 - O - β - D (Agarwal et *al.*, 2011).

les feuilles sont particulièrement riches en potassium (1850,00 mg/100g), calcium (829,13 mg/100g), magnésium (160,60 mg/100g), sodium (141,13 mg/100g) et fer (63,47 mg/100g) avec un faible niveau de phosphore (4,10 mg/100g), manganèse (5,74 mg/100g), cuivre (0,39 mg/100g) et chrome (0,36 mg/100g) (Hassan et *al.*, 2011).

Le profil des acides aminés a révélé que la protéine de la feuille est généralement faible en lysine, acides aminés soufrés (méthionine et cystéine), et thréonine. La lysine était l'acide aminé le plus diminuant dans les feuilles. En termes de facteurs antinutritionnels, les feuilles présentaient de faibles concentrations de phytate (10,95 mg/100g), de nitrate (0,05 mg/100g) et de HCN (31,54mg/100g) avec une quantité modérée d'oxalate (337,50 mg/100g) (Hassan et *al.*, 2011).

Les feuilles contiennent également du sinapoylglucose, des esters d'acide caféique, coumarique, férulique, quinique et des esters de flavonoïdes (Cartea et *al.*, 2010)

❖ Graine

L. sativum est connu pour ses diverses activités depuis l'antiquité et actuellement, les graines en particulier ont été promues en tant qu'aliments fonctionnels.

Les graines sont riches en minéraux, vitamines, acides gras essentiels, protéines, acides aminés, flavonoïdes, alcaloïdes et saponines. La présence des composés polyphénoliques comprend des anthraquinones, anthocyanines, xanthones et tannins (Czapecka et *al.*, 2005).

La graine contient (20 à 25%) d'huile semi-séchante jaunâtre et l'acide gras principal est l'acide alpha-linolénique (32-34,0%) (Diwakar et *al.*, 2010). Elle a une quantité équilibrée d'acides gras polyinsaturés (46,8 %) et d'acides gras monoinsaturés (37,6 %) et contient également des antioxydants ordinaires, à savoir des tocophérols et des caroténoïdes qui protègent l'huile du rancissement (Datta et *al.*, 2011). Les graines contiennent environ (25 %) de protéines, environ (14-24 %) de lipides, (33-54 %) de glucides, et (8%) de fibres brutes (Arkroyd et *al.*, 1960 ; Mathewes et *al.*, 1993). Le site glucides se composent de (90,0 %) de polysaccharides non amidonnés et de (10 %) d'amidon.. GC peut être utilisé comme une riche source de fibres alimentaires(Gokavi et *al.*, 2004) . Il contient également du mucilage qui, en réaction avec l'eau donne de l'arabinose, du galactose, du glucose, mannose, xylose et divers acides uroniques sont les composants les plus fréquemment composant les plus couramment observés (Divekar et *al.*,2010) .

I.7 Valeur nutritionnelle

La composition nutritionnelle des germes frais de cresson alénois par 100 g de partie comestible est de : eau 89 g, énergie 134 kJ (32 kcal), protéines 2,6 g, lipides 0,7 g, glucides 5,5 g, fibres 1,1 g, Ca 81 mg, Mg 38 mg, P 76 mg, Fe 1,3 mg, Zn 0,23 mg, vitamine A 9300 UI, thiamine 0,08 mg, riboflavine 0,26 mg, niacine 1,0 mg, folate 80 µg, acide ascorbique 69 mg (USDA, 2002).

La présence des vitamines comme la vitamine A (138%), vitamine C (115%), vitamine B-6 (10%) (Parajapati et *al.*, 2018).

I.8 Culture de *Lepidium*

Les graines, les racines et les feuilles du cresson du jardin ont une importance économique, cependant, elle est surtout cultivée pour ces graines (Baregama et Goyal, 2019).

Lepidium sativum L peut être cultivé à toutes les altitudes, tout au long de l'année, le mois optimal pour semer le cresson et le mois frais de l'été, novembre, janvier et février en climat méditerranéen (Tunacay et *al.*, 2011), mais la meilleure récolte s'obtient en hiver (Wealth, 1962).

La graine germe quatre ou six jours après le semis, selon la saison et les feuilles. Elles sont prêtes à être consommées après deux ou trois semaines. La forme habituelle de culture continue à être décrite avec 15 à 20 cm entre les rangs et l'utilisation de l'irrigation en été puisqu'il s'agit d'un semis à racines légères qui peuvent se dessécher en quelques jours (Rangari, 2002).

On peut commencer à récolter un mois après le semis, en coupant la plante au ras du sol, mais on peut aussi récolter les feuilles au fur et à mesure des besoins, avant la floraison (Jean-Marie, 2006), avec des rendements atteignant jusqu'à 6 tonnes par hectare (Gupta, 2006).

I.9 Exigences climatique

Cette plante hautement nutritive peut être facilement cultivée en utilisant moins d'équipement, moins d'irrigation et moins de temps dans n'importe quel type de sol (Falana et *al.*, 2014). La plante a besoin de ressources agricoles minimales, pousse bien dans les régions semi-arides et ne nécessite pas beaucoup d'engrais (Diwakar et *al.*, 2008).

I.10 Utilisations traditionnelles

La plante est utilisée en médecine populaire indienne par les tribus et la population rurale pour un large éventail de maladies. Au Sikkim et au Bengale occidental, la plante est utilisée par les autochtones dans le traitement de l'asthme, de la bronchite, de la dysenterie, des douleurs pneumonie et des maux d'estomac (Jain, 1970).

Les racines sont utilisées pour traiter la syphilis secondaire et du ténésme (Karazhiyan et *al.*, 2011).

Les feuilles sont utilisées comme légumes comestibles (Jain, 1966), et elles sont antiscorbutiques, doucement stimulantes, diurétiques et utilisées pour traiter les maladies du foie (Paranjape et Mehta, 2006). Sont un médicament antibactérien et un remède contre le scorbut et les maladies du foie (Karazhiyan et *al.*, 2011). En Inde, la plante est considérée comme un remède contre l'asthme, la dysenterie, les saignements (Al-Yahya et *al.*, 1994).

Les fruits frais de *L. sativum* sont répertoriés comme un médicament utile pour les blessures, les maladies de la peau et des yeux (Kirtikar et Basu, 1933).

Lepidium sativum a été étudié pour son potentiel plus élevé en matière de mucilage dans la biosynthèse des mucilages (Oudtshoorn et Rooyen, 2013). Le mucilage de cresson de jardin a

des propriétés médicinales diverses telles que des effets antimicrobiens, antiviraux et antibactériens (Wadhwa et *al.*, 2013) et des applications industrielles, notamment pharmaceutiques, a des effets anti-scorbutiques appétissants, diurétiques et purificateurs du sang, et ses graines sont utilisées comme un médicament expectorant (Behrouzian et *al.*, 2014). Les graines et feuilles sont prétendues posséder une activité diurétique, apéritive et aphrodisiaque, sont recommandées dans l'inflammation, la bronchite, rhumatismes et douleurs musculaires (Kirtikar et Basu, 1933).

Les graines sont utilisées pour diverses fonctions biologiques et maladies telles que la lèpre, les maladies de la peau (Karazhiyan et *al.*, 2011), sont utilisées comme antipyrétiques, anti-inflammatoires, et pour soulager les douleurs menstruelles et abdominales. Egalement utilisés pour traiter les os cassés et les guérir rapidement (Al-Yahya et *al.*, 1994). Utilisées dans les aliments traditionnels et les suppléments de médicaments (Mali et *al.*, 2007). Etaient un remède contre les tumeurs utérines, les polypes nasaux et le cancer du sein (Hartwell, 1982).

DEUXIEME
PARTIE
ETUDE
EXPERIMENTALE

Le présent travail a été réalisé sur une période de 4 mois (de Février à Juin 2022), il porte sur l'étude de plusieurs paramètres physicochimiques et phytochimiques des feuilles de l'espèce *Lepidium sativum* L semée sous serre.

La partie expérimentale a été réalisée au niveau de la serre et des laboratoires suivants :

- La serre du Laboratoire de recherche de Biotechnologies des productions végétales (département de Biotechnologie, université de Blida1) qui a servi pour la plantation du cresson.
- Le laboratoire de Biotechnologie des productions végétales.
- Le laboratoire de PFE, Faculté SNV, université de Blida1.

La réalisation du projet s'est déroulée en deux phases :

- Une première partie consacrée aux caractéristiques physicochimiques de *Lepidium sativum* L comprenant : la détermination de la chlorophylle (a et b), des sucres solubles, le taux d'humidité de la plante et de la poudre, le Ph et les cendres totales.
- La deuxième partie fut réservée au screening phytochimique de la plante en examinant l'existence des flavonoïdes, tanins, saponosides, anthocyanes, glycosides, coumarines, mucilages, amidons, alcaloïdes, et l'extraction de l'huile essentielle.

Chapitre II : Matériel et méthodes

II.1 Matériel

II.1.1 Matériel végétal

Dans le cadre de cette étude le matériel végétal, est constitué de 250g de graines de l'espèce *Lepidium sativum* L (**figure 06**), achetées dans une herboristerie à Ouled Yaiche, Blida, provenant de la région de Tissemsilet.

Les graines sont conservées avant leur plantation dans un propre sac en papier sur un endroit sec à l'abri de la lumière et l'humidité.

Le matériel végétal est également constitué par la partie aérienne de la plante (tiges, feuilles, fleurs) du cresson (*Lepidium sativum*) (**figure 07**), récoltée aux mois d'avril et Mai après la plantation des graines sous serre le 22 février.



Figure 06 : Graines de cresson (Originale, 2022)



Figure 07 : Partie aérienne de
Lepidium sativum L.(Originale, 2022)

II.1.2 Appareillage et réactifs

Les différents appareillages, verreries et réactifs utilisés dans l'étude sont assignés en (**Annexe 1**).

II.2 Méthodes expérimentales

II.2.1 Semi des graines

Le semi des graines est pour une bonne productivité de (*Lepidium sativum* L), aussi pour le suivi de sa germination jusqu'à reproduction et voir son développement morphologique. La plantation a été faite sous serre en deux parties, la première partie concernait la germination des graines en plaques alvéolées et la deuxième partie sur la croissance et la reproduction dans les pots.

Étape 1 : Germination des graines de cresson

Le semis d'une quantité de 150g des graines a été effectué dans des plaques alvéolées de 50 pièces (**Figure 08, Annexe 2**), la quantité qu'on a parlé en haut a été divisée de 15 à 20 graines dans chaque carré d'alvéoles remplies par la tourbe afin d'accélérer la germination (**Figure 09**), l'irrigation fut quotidienne avec l'eau de robinet jusqu'à l'apparition de la plantule. La température de la serre variait entre 27°C et 38°C.



Figure 09 : Semis des graines dans les plaques alvéolées remplies par la tourbe (Original, 2022).

Étape 2 : Croissance et reproduction de cresson

Après 21 jours du semis des graines, les racines ont apparues sous les plaques alvéolées, pour cela nous avons repiqué les plantules avec la tourbe dans 23 pots de 30cm de hauteur,

remplis par 20% de gravier et de 80% de terre tamisée (**Figure 10, Annexe 2**).

Nous avons mis 8 plantules dans chaque pot (**Figure 11**). L'arrosage avec de l'eau de robinet se faisait un jour sur deux.



Figure 11 : Plantation des plantules de cresson dans les pots (Originale, 2022)

II.2.2 Séchage de la plante

Après 2 mois de semis, la récolte des parties aériennes (tiges, feuilles, fleurs) a eu lieu, elles ont été séchées à l'étuve à 100°C pendant 48heures.

Après le séchage, le matériel végétal est broyé mécaniquement et conservé dans un bocal jusqu'à son utilisation (**Figure 12, Annexe 2**).

II.2.3 Paramètres mesurés

Des paramètres biométriques ont été effectués aux stades végétatif et floristique de la plante (végétatif, floraison), de germination, de croissance et de reproduction.

D'après COME (1970), « La germination d'une semence ne peut avoir lieu que si certaines conditions favorables sont réunies »

II.3. Etude physicochimique

II.3.1 Echantillonnage de la plante

100g du matériel végétal récolté, est constituée de la partie aérienne (feuilles, tiges et fleurs) de *Lepidium sativum* L. Il est pesé et séché à l'étuve à 70°C pendant 48heures, à l'abri de la lumière et de l'humidité, dans le but d'éviter le développement des moisissures, et éviter la photo-oxydation des substances.

La poudre (le broyat) obtenue sera utilisée dans les étapes de criblage phytochimique et la détermination des caractères physicochimiques de la plante.

200g de matériel végétal frais est réservé pour les caractéristiques physicochimiques et l'extraction de l'huile essentielle.

1) Calcule de la chlorophylle

L'extraction de la chlorophylle a et b est réalisée selon la méthode de (El midaoui et *al.*, 1999). La méthode d'extraction consiste en une macération des feuilles (0.1g) dans 10 ml d'un mélange d'acétone et d'éthanol (75% et 25 %) de volume et de (80% et 40%) de concentration.

Pour avoir la préparation d'acétone à 80%, nous avons mesuré à l'aide d'une éprouvette de 100 ml et un entonnoir pour remplir une quantité de 80 ml d'acétone et ajouter 20 ml d'eau distillée, et pour 40% d'éthanol nous avons pris 40 ml d'éthanol et 60 ml restante remplis par l'eau distillée.

Les feuilles sont coupées en petits morceaux et mis dans des tubes qui seront mis dans des sacs noirs (pour éviter l'oxydation de la chlorophylle par la lumière), 48heures plus tard, on a filtré la solution des feuilles coupées et versé 3ml de la solution dans les cuves en quartz du spectrophotomètre en frottant bien les bordures des cuves à l'aide de papier absorbant avant de les mettre dans le spectrophotomètre (**Figure 13, Annexe 3**).

Nous avons procédé à la lecture des densités optiques des solutions à deux longueurs d'onde (645 et 663 nm). La densité optique de la solution mère a été déterminée aux longueurs d'onde de 645, 663 nm pour évaluer les concentrations des chlorophylles a et b respectivement.

La détermination des teneurs a été réalisée selon les formules suivantes :

$$\text{Chl (a) (ug/g MF)} = 12.7 \times \text{DO (663)} - 2.59 \times \text{DO (645)} \times V / (1000 \times W)$$

$$\text{Chl (b) (ug/g MF)} = 22.9 \times \text{DO (645)} - 4.68 \times \text{DO (663)} \times V / (1000 \times W)$$

Avec :

V : Volume de la solution extraite

W : Poids de matière fraîche de l'échantillon

Chl : Chlorophylle.

DO : Densité Optique.

2) Détermination des sucres solubles

Nous avons procédé au dosage des sucres solubles sur les feuilles de cresson selon la méthode de Dubois et Gillet (1965) pour l'extraction des sucres solubles :

Mettre 100 mg de matière fraîche végétale dans des tubes à essai, ajouter 2ml d'éthanol à 80% (prendre 80ml d'éthanol versé à l'aide d'un entonnoir dans une éprouvette de 100 ml, et terminer les 20 ml restante par l'eau distillée).

Laisser les tubes fermés au repos pendant 48 heures. Faire évaporer l'alcool en mettant les tubes à essai dans un bain -Marie à 100°C. Après refroidissement, ajouté 20 ml d'eau distillée dans chaque tube à essai. Prendre 1ml de la solution à laquelle nous ajoutons 1ml de phénol à 5% (on prend 0,5g de phénol ajouté à 10ml d'eau distillée) et bien agitée.

Nous ajoutons par la suite 5ml d'acide sulfurique concentré, dans chaque tube à essai.

Passer au vortex (Annexe1), laisser au repos pendant 10 min, puis au bain Marie 15min à 30°C. Après refroidissement on a pris 3ml de la solution finale et la mettre dans la cuve de spectrophotomètre pour calculer la longueur d'onde.

L'ajustement du spectrophotomètre se fait en lisant la forme d'onde du blanc c'est-à-dire de la solution de glucose, pour préparer cette solution de glucose à 5% (on prend 0,5 g de glucose, on le verse dans un flacon de 10 ml, on le remplit d'eau distillée et on agite bien. On allume le spectrophotomètre, versé 3 ml de la solution dans le bocal en quartz de ce dernier, l'ont mis et

ajusté à une longueur d'onde de 490 nm, et calculé l'absorbance de la solution de glucose et des deux autres tubes (**Figure 14, Annexe 3**).

La détermination de la teneur des sucres solubles est obtenue selon la formule suivante:

$$\text{Sucre soluble (ug/g MF)} = DO490 \times 1.657$$

DO : Densité Optique.

3) Détermination du taux d'humidité de la plante « H »

En suivant la méthode d'ISO 662, nous avons nettoyé et séché 3 nacelles (Annexe 3) dans l'étuve et les laisser refroidir, puis nous avons pesé leur poids. Après avoir taré, nous avons pesé 5g de matériel végétal frais par une balance de précision (Annexe 3). Ensuite, nous avons placé les nacelles dans l'étuve à 100°C pendant 24 heures. Après étuvage et refroidissement des nacelles dans un dessiccateur nous avons pesé une autre fois les nacelles remplies par la plante séchée (**Figure 15, Annexe 3**).

Le taux d'humidité est calculé par la formule suivante :

$$H\% = \frac{(P_i - P)}{P_i} \times 100$$

Avec :

H: taux d'humidité en pourcent (%).

P_i: masse de l'échantillon avant séchage à l'étuve (g).

P: masse de l'échantillon après séchage à l'étuve (g).

4) Matière sèche

La matière sèche est déterminée à partir de la méthode AOAC, 22026. C'est la différence entre le pourcentage total et le pourcentage en humidité. Le pourcentage de la matière sèche (MS%) est déterminé par la relation suivante :

$$MS\% = 100\% - H\%$$

5) Détermination du taux d'humidité de la poudre végétale

1g de poudre végétale que l'on met dans un creuset séché et pesé, ensuite, l'ensemble est placé dans une étuve réglée entre 100 et 105°C pendant 2H (**Figure 16, Annexe 3**).

Après avoir eu un poids constant, on calcule le pourcentage d'eau contenue dans la poudre par la formule suivante : (Pharmacopée européenne.2005)

$$X\% = \frac{(M - M1)}{M} \times 100$$

X% : Taux d'humidité de la poudre

M : Masse d'échantillon prise avant séchage en g

M1 : Masse d'échantillon après séchage prise en g

6) Détermination du potentiel hydrogène (ph) :

Dans un Erlenmeyer de 200 ml, on disperse 4g de poudre végétale dans de l'eau chaude puis on mélange. Après refroidissement l'Erlenmeyer est complété jusqu'au trait par l'eau distillée. On détermine le pH de cette solution par l'utilisation d'un pH-mètre (**Figure 17**) (Dowson et *al.*,1963).



Figure 17: Test du potentiel hydrogène (Originale, 2022)

7) Détermination des cendres totales

La détermination des cendres est une méthode utilisée pour mesurer la quantité des substances résiduelles inorganiques contenues dans une drogue lorsque la poudre est complètement calcinée. On pèse 1g de poudre végétale, qu'on distribue uniformément dans un creuset préalablement taré. La température est augmentée progressivement au cours de l'incinération au four à moufle durant les deux premières heures, puis elle est maintenue à 550°C pendant 2 à 3 heures.

L'échantillon est refroidie durant 1 nuit, une fois sorti du four, la capsule est placée dans un dessiccateur pendant 15 minutes puis pesée (**Figure 18, Annexe 3**). Le calcul du pourcentage des cendres totales par gramme de poids sec se fait selon la formule suivante (Pharmacopée européenne, 2002):

$$C\% = \frac{(P - Pe)}{Pc} \times 100$$

P : Poids du creuset avec les cendres après calcination.

Pe: Poids du creuset vide

Pc : Masse de la prise d'essai

8) Substances extractibles par l'eau

On introduit dans un ballon 1g de poudre végétale et 20 ml d'eau distillée, qu'on porte à ébullition pendant 15 minutes. On laisse refroidir pendant 20 minutes et on filtre. Le filtrat est mis dans un bécher préalablement pesé (masse m), après évaporation à sec, on pèse à nouveau le bécher avec le résidu (masse me) (**Figure 19, Annexe 3**).

La teneur des substances extractibles par l'eau, exprimée en pourcentage, est calculée par la formule suivante (Diarra, 2003):

$$\begin{aligned} & \textit{Substance extractible par l'eau} \\ & = \frac{(m - me)}{Pe} \times 100 \end{aligned}$$

Avec :

m = masse de bécher vide

me = masse de bécher avec le résidu

Pe = masse de la prise d'essai

II.4 Screening phytochimique

Le screening phytochimique est un ensemble de réactions chimiques simples, permettant d'orienter rapidement vers l'étude détaillée de quelques types de constituants chimiques. Le but est donc de connaître les principales familles de métabolites existant dans le cresson (Pharmacopée URSS ,1991). Ces réactions sont effectuées, soit sur la poudre du broyat, soit sur l'infusé. Le résultat de screening phytochimiques est déterminé par les réactions colorimétriques et de précipitation par différents réactifs. (Paris et Moyse, 1976).

II.4.1 Préparation de l'infusion (à 10%)

A 10 g de poudre végétale, sont ajoutés 100 ml d'eau distillée bouillante, laissés infuser pendant 10 minutes, après filtrer. Le filtrat est ajusté à 100 ml avec l'eau distillée (Bouyer, 1996) (**Figure 20**)



Figure 20 : Préparation et filtration de l'infusion (original, 2022)

II.4.2 Criblage phytochimique

a) Flavonoïdes

Le terme flavonoïde (de flavus, «jaune» en latin) désigne une très large gamme de composés naturels appartenant à la famille des polyphénols (Bouakaz, 2006). Ils constituent des pigments responsables des colorations jaunes, orange et rouges de différents organes végétaux (Havasteen, 2002).

➤ Détermination des flavonoïdes

A 5ml de l'infusé, sont additionnés 5ml d' HCl, 1g de Mg et 1ml d'alcool isoamylique. La réaction des flavanols, flavanones et flavones par le magnésium métallique donne une couleur rouge orangée, ce qui indique la présence des flavonoïdes (**Figure 21, Annexe 4**).

b) Tanins

Les tanins sont des polyphénols polaires, ils existent dans les écorces, les feuilles, les fruits et les racines (Berthod et *al.* ,1999). (**Figure 22, Annexe 4**)

➤ Détermination des tanins catéchiques

A5ml de l'infusé, sont ajoutés quelques gouttes de la solution FeCl à 5%. L'apparition d'une couleur vert foncé indique la présence des tanins catéchiques.

➤ Détermination des tanins galliques

A5ml de l'infusé, sont ajoutés 2g d'acétate de sodium et quelques gouttes de FeCL. L'apparition d'une couleur bleue vert indique la présence des tanins galliques.

c) Saponosides

A2ml de l'infusé, sont additionnées quelques gouttes d'acétate de plomb. L'apparition d'un précipité blanc indique la présence des saponosides (**Figure 23, Annexe 4**).

d) Anthocyanes

Quelques gouttes d'HCl concentré, sont ajoutées à 5ml de l'infusé. L'apparition d'une couleur rouge indique la présence des anthocyanes (**Figure 24, Annexe 4**).

e) Glycosides

A 2g de poudre végétale, sont ajoutées quelques gouttes d'acide sulfurique. Une coloration rouge brique apparaît. Après agitation, une coloration violette se forme en présence de glucosides (**Figure 25, Annexe 4**).

f) Coumarine

Faire bouillir 2g de poudre végétale en ajoutant 20ml d'alcool ethylique pendant 15min dans un bain marie, après refroidissement on filtre la solution.

On prend 5ml du filtrat auquel on ajoute 10 gouttes de KOH 10% (10g de KOH et 90 ml d'eau distillé) en le mettant dans un tube, après on agite un peu manuelle le tube. L'apparition d'un trouble indique la présence des coumarines (**Figure 26, Annexe 4**) (Diallo, 2005).

g) Mucilage

Dans un tube à essai on prend 1ml d'infusé auquel on ajoute 5ml d'éthanol absolu.

On attend un moment et on observe le résultat obtenue. L'apparition d'un précipité floconneux indique la présence des mucilages (**Figure 27, Annexe 4**) (Diallo, 2005).

h) Amidon

Nous prenons 1g de poudre végétale et on ajoute quelques gouttes d'iode. L'apparition de la coloration bleu violacée indique la présence de l'amidon (**Figure 28, Annexe 4**) (Pharmacopée-URSS.1991).

i) Alcaloïde

Dans un tube à essai on met 1g de poudre puis on ajoute 10ml d'acide sulfurique à 10%. Après 2min d'agitation manuelle, et refroidissement de la solution on le filtre par l'utilisation d'un papier filtre et un entonnoir, le filtrat obtenue on l'ajoute 2 gouttes de dragendroff diluer par l'eau distiller. On attend un moment et on observe le résultat obtenue (**Figure 29, Annexe 4**).L'apparition d'un précipité rouge orangé indique la présence des alcaloïdes.

j) Extraction de l'huile essentielle

Les huiles essentielles sont des liquides volatiles, réfringents, optiquement actifs, voisins des huiles, d'odeur tout à fait caractéristique. Elles se forment dans un grand nombre de plantes comme sous-produits du métabolisme secondaire (Kaabech, 1990).

La méthode utilisée lors de l'extraction de l'huile est « l'hydrodistillation » (**Figure 30**). L'hydrodistillation consiste à immerger directement le matériel végétal à traiter (intact ou éventuellement broyé) dans un alambic rempli d'eau qui est ensuite porté à ébullition. Les vapeurs hétérogènes sont condensées sur une surface froide et l'huile essentielle se sépare par différence de densité (Bruneton, 1999).



Figure 30 : Montage d'hydro distillation type clevenger(Original, 2022)

D'après Maries (2006) le principe de l'hydrodistillation est basé sur l'éclatement et la libération des molécules odorantes (non solubles dans l'eau) contenues dans les cellules de la matière végétale une fois mise en contact avec de l'eau chaude. Ces molécules aromatiques une fois condensées, dans un réfrigérant, donnent les huiles essentielles (**Figure 31, Annexe 4**).

La réalisation de l'hydrodistillation par clevenger a eu lieu tel que mentionné ci-dessous :

On a pris 150g de l'espèce frais (les feuilles et les tiges) on le découpe par l'utilisation d'un ciseau après le nettoyer par l'eau pour éliminer tous les molécules intruses, et le mettre dans un ballon de 2000ml et en le remplit par l'eau distillé $\frac{3}{4}$ de son volume jusqu'à ce que la plante sera totalement enrobé.

On place le ballon sur le chauffe ballon, et on termine le montage de clevenger. On allume la chauffe ballon à une température moyenne et après 2H ou 3H d'ébullition on ouvre le robinet et on verse le résultat dans une gare bien fermé.

TROISIEME
PARTIE
RESULTATS &
DISCUSSION

Chapitre III : Résultats et discussion

Dans cette partie nous exposons et discutons les résultats obtenus concernant le semis des graines et les caractéristiques physicochimiques et phytochimiques des feuilles de *Lepidium sativum* L.

III.1 Résultats de la germination et la croissance des graines

La germination des graines a été rapide, après 2 jours seulement du semis, nous avons observé l'apparition des premiers germes dans les plaques alvéolés, comme le montre la (Figure 32).



Figure 32 : Début de germination des graines dans la tourbe (Original, 2022)

En ce qui concerne la croissance, nous avons constaté que les graines terminaient leurs germinations et devenaient des plantules après 4 jours de semis dans les conditions suivantes : une bonne irrigation des alvéoles chaque 2 jours, une température de 28°C (**Figure 33**).



Figure 33: Apparition des plantules dans les alvéoles (Originale, 2022)

Après l'augmentation du nombre de plantules dans les alvéoles, nous avons procédé au repiquage dans les pots pour empêcher l'étouffement des racines et permettre aux plantules de terminer leur croissance dans des conditions plus favorables.

Après deux mois de semis dans les pots, les plantules font apparaitre de nouvelles feuilles qui ont grandi laissant apparaitre les premières fleurs et fruits, passé du stade de germination jusqu'au stade de reproduction (**Figure 34**).

Les cressons ont poussé, la taille de la tige a atteint une taille de 50 cm (**Figure 35**).



Figure 34 : Plante à fleur du cresson alénois semé dans les pots (Originale, 2022)



Figure 35 : Différentes tailles de tiges de *Lepidium sativum* L de la germination à la reproduction (Original, 2022)

III.2 Résultats de l'étude physicochimique

Les résultats de l'étude physicochimique des feuilles de *Lepidium sativum* L sont consignés dans le **Tableau III** et illustrés par la **Figure 36**.

Tableau III : Caractéristiques physicochimique des feuilles de *Lepidium sativum* L (Original, 2022)

Paramètres	Résultats
Chlorophylle (nm)	Chl(a) = $8,28.10^{-4}$ Chl(b) = $7,14.10^{-4}$
Sucres solubles (%)	1,19
Humidité de la poudre (%)	0,23
Potentiel hydrogène (pH)	4,41
Cendre (%)	0,13
Substances extractibles par l'eau (%)	0,04

◆ D'après les résultats consignés dans le **Tableau III**, les feuilles montrent l'existence de:

❖ **Chlorophylle**

Les feuilles de *Lepidium sativum* L, contiennent un taux de chlorophylle (a) de ($8,28.10^{-4}$ nm) et chlorophylle (b) de ($7,14.10^{-4}$ nm).

❖ **Teneur en sucre**

Une teneur en sucre totale de (1,19%), ce résultat est faible par rapport aux résultats de Sangekar et *al.*, (2018) où les feuilles de *Lepidium sativum* L comportaient une teneur total de (02,10%) en sucre.

Selon Satya et Vinod (2018), dans le cresson de jardin (région de Hisar), la teneur totale en sucres des différentes parties de la plante (mg/g) était la plus élevée dans les parties

aériennes (33,04). De même, dans le cresson de jardin (région de Solan), la teneur totale en sucres (mg/g) est la plus faible dans les parties aériennes (30,87).

Dans le cresson de jardin (région de Hisar), la teneur en sucres de réduction (mg/g) était la plus élevée dans les parties aériennes (3,27) De même, dans le cresson de la région de Solan, la teneur en sucres réducteurs (mg/g) était la plus élevée dans les parties aériennes (3,00) (Satya et Vinod., 2018).

Parmi les différentes parties du cresson de jardin (région de Hisar), la teneur en sucres non réducteurs (mg/g) était la plus élevée dans les parties aériennes (29,77). La teneur en sucres du cresson de jardin (région de Solan) non réducteurs (mg/g) était la plus élevée dans les parties aériennes (27,87) (Satya et Vinod., 2018).

❖ Humidité de la poudre

Une teneur d'humidité de la poudre de cresson d'une proportion de (0,23%).

❖ Potentiel d'hydrogène

Le potentiel d'hydrogène (pH) de l'infusion de la poudre de la partie aérienne de *L sativum* table sur un taux (4,41%).

❖ Substance extractible par l'eau

Un niveau de substance extractible par l'eau de la poudre des feuilles de cresson de (0,04%).

❖ Cendre

Une quantité totale des cendres de la poudre de la partie aérienne de *lepidium sativum* de (0,13%). Cette quantité est faible par rapport aux résultats que Sangekar et *al.*, (2018) a trouvé (20,20%).

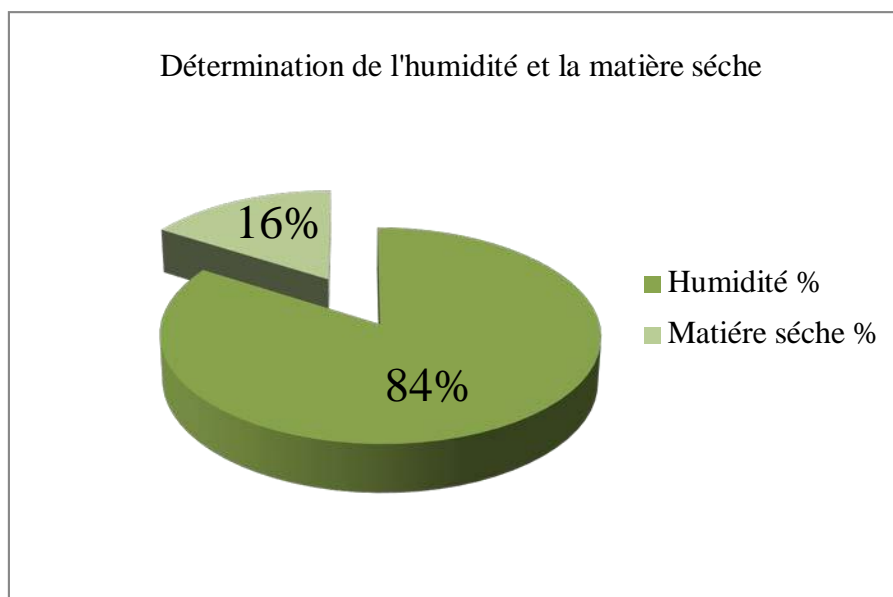


Figure 36: Détermination de l'humidité et la matière sèche des feuilles de *Lepidium sativum* l (Original, 2022)

❖ Humidité des feuilles

Le taux d'humidité des feuilles de *Lepidium sativum* est de (16%), cette proportion est largement supérieure à celle rapportée par Sangekar et *al.*, (2018) qui était de (7,1%).

Ladan et *al.*, (1996), les feuilles avaient un taux d'humidité élevé (91,05±1,41%) qui se situait dans la fourchette de 58,0±0,95% - 93,4±0,7%, trouvé dans certains légumes à feuilles vertes.

❖ Matière sèche

Le taux de la matière sèche de la partie aérienne de *Lepidium sativum* est de (84%).

III.3 Résultats de l'étude phytochimique

Le screening phytochimique est un test qualitatif qui nous permet de connaître les différents métabolites que contient la plante. Ces résultats sont des précipitations ou des colorations basées sur l'utilisation des réactifs qui révèle la présence ou l'absence des composés de chaque famille.

Les résultats expérimentaux sur les feuilles de *Lepidium sativum* L. sont mentionnés dans le **tableau IV**, qui montre la présence ou l'absence des certains groupes chimiques ou métabolites.

Tableau IV : Résultats du criblage phytochimique de la plante (Original, 2022)

Principe actif	Résultat	Réaction
Flavonoïdes	++	Couleur rouge orangé
Tanins catéchiques	++	Couleur vert foncé
Tanins galliques	-	Couleurs rouge foncé
Saponosides	++	Précipite blanc
Anthocyane	+	Couleur rouge
Glycoside	+	Couleur rouge
Coumarine	-	Couleur vert avec trouble (taches noirâtre)
Mucilage	++	Présence de deux phases
Amidon	-	Couleur vert
Alcaloïde	++	Couleur orange
Huile essentielle	-	Liquide transparent avec une forte odeur

(-) test négatif, (+) test faiblement positif, (++) test positif

- ◆ D'après les résultats obtenus et reportés dans le tableau IV, portant sur le criblage phytochimique réalisé sur la partie aérienne de *Lepidium sativum* L, nous avons obtenu des résultats positifs (présence de métabolites) pour la majorité des tests :
 - Présence des flavonoides, les saponosides, les anthocyanes, les tanins catéchiques, les glycosides, les mucilages et les alcaloïdes.
 - Absence des autres métabolites comme les tanins galliques, les coumarines et l'amidon et l'huile essentielle.

Ceci nous permet de dire que cette plante est riche en divers métabolites secondaires.

Le criblage phytochimiques des feuilles de *lepidium sativum* l fut étudié par plusieurs chercheurs que nous résumons ci-dessous :

- ✚ La plante possède des flavonoïdes, des coumarines, des glycosides de soufre, des triterpènes, des stérols et divers alcaloïdes d'imidazole (Kamlesh et *al.*, 2020).
- ✚ *L. sativum* a donné un résultat positif pour les flavonoïdes, saponines les anthraquinones, les terpénoïdes, les tanins, le sucre réducteur et les glycosides cardiaques. D'après Riazulla et *al.*2012, cette espèce végétale peut être utilisée comme une source pour l'isolement de différentes classes de produits naturels, y compris les flavonoïdes, les saponines, les anthraquinones terpénoïdes, tanins, sucre réducteur et glycosides cardiaques.
- ✚ Phytochimiquement, les graines, les feuilles, les racines et l'huile de graines de *L. sativum* sont une riche source d'alcaloïdes, de glucosinolates, de saponines, de terpènes, d'acides gras saturés et essentiels (Hussein et *al.*, 2017).
- ✚ Dans le cresson de jardin des deux régions (Hisar et Solan), les analyses phytochimiques de la partie aérienne indique la présence d'amidon, des tanins (Satya et Vinod, 2018).

Les études évoquées supra convergent vers les mêmes résultats que nous avons trouvés, sauf ceux publiées par Satya et Vinod en 2018 concernant le cresson cultivé dans les jardins des régions de Hisar et Solan (au nord-ouest de l'inde) indiquant la présence d'amidon.



CONCLUSION



CONCLUSION

Pour conclure notre travail, il paraît important de présenter un résumé de notre recherche, tout en rappelant que ce travail contribue à l'étude des caractéristiques physicochimiques et phytochimiques du cresson alénois (*Lepidium sativum* L) sous serre.

L'étude physico-chimique portait sur la caractérisation de la partie aérienne (chlorophylle, sucresoluble, humidité, ph, cendres, substances extractibles par l'eau, et matière sèche).

Les résultats montrent des teneurs en chlorophylle(a) de $8,28.10^{-4}$ nm et chlorophylle(b) de $7,14.10^{-4}$ nm et en sucres soluble de 1,19% et en humidité de la poudre de 0,23% et en pH de 4,41% et en cendres de 0,13% et en sucres extractibles par l'eau 0,04% et l'humidité des feuilles de 84% et de matière sèche 16%.

L'étude phytochimique de la partie aérienne de *Lepidium sativum* L met en évidence sa richesse en substances bioactives comme les flavonoïdes, les tanins catéchiques, les saponosides, les anthocyanes, les glycosides, les mucilages et les alcaloïdes.

Cette étude a montré la richesse de cette plante et mettre en évidence sa capacité à résister sous serre et montrer la présence et différenciation dans les taux de ses propriétés comparées à l'ensemencement spontané de cresson dans les champs.

Enfin, tous ces résultats ne constituent que la première étape de la recherche de substances et de sources naturelles biologiquement actives. Des tests supplémentaires seront nécessaires et devront pouvoir confirmer les performances mises en évidence.

Il serait souhaitable de compléter et d'approfondir ce travail avec une étude plus détaillée sur les analyses des cendres et de poursuivre la recherche sur les éléments minéraux.

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

- Agarwal J, Verma DL. Antioxidant activity-guided fractionation of aqueous extracts from *Lepidium sativum* and identification of active flavonol glycosides. *Acad Arena* 2011;3:14-8.
- Ali-Delille. L, 2013 *Les plantes médicinales d'Algérie* Ed Betrie, Algerie, 102P.
- Al-Shehbez et al, 2006. J. A. Arbor, chez *The tribes of Cruciferae (Brassicaceae) in the southeastern United States*, pp. 343-373.
- AOAC (1990). *Official Methods of Analysis*, 14th edition. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC
- Arkroyd WR, Gopalan C, Balasubramanian SC. *Nutritive Value of Indian Foods and the Planning of Satisfactory Diets*. New Delhi: Indian Council of Medical Research; 1960. p. 64.
- Backhuys, Artist, *Végétales*. [Art]. 2005.
- Baregama C., Goyal A., 2019. Phytoconstituents, pharmacological activity, and medicinal use of *Lepidium sativum* Linn.: a review. *Asian J Pharm Clin Res*,12 (4): 45-50.
- Belkhiri Farida, *Activité Antimicrobienne et Antioxydante de deux Plantes Médicinales: Salvia verbenaca et Lepidium sativum* 2018.
- Berthod A, Billardello B, Geoffroy S. 1999. Polyphénols in concurrent Chromatography, An example of large scale Separational Analysis, ECP Sciences, Wiley-VCH. 27 : 750-757.
- Bigoniya. P, CS Singh and A Shukla. *Indian Journal of Natural Products and Resources*, 2011, 2(4), 464-471.
- Bouakaz I., 2006. *Etude Phytochimique De La Plantes Genista Mic rocephala*. Mémoire De Magister : chimie organique. Faculté des sciences de l'ingénieur : Université El Hadj Lakhdar de Batna. p 124.
- BOUYER J. (1996). « Méthodes statistiques, médecine biologie » pp: 139.
- Bruneton, 1999 *Pharmacognosie phytochimique, Plantes médicinales* 3eme ed. Tec & Doc, Paris, 575P.
- C. D. K. Bailey, «Toward a Global Phylogeny of the Brassicaceae,» chez *Molecular Biology and Evolution*, 2006.
- Cartea ME, Francisco M, Soengas P, Velasco P. Phenolic compounds in brassica vegetables. *Molecules* 2010;16:251-80.
- COME (D.) . 1970. *Les obstacles à la germination*. Masson, Paris, 162 p.

- Czapeccka E, Mareczek A, Leja M. Antioxidant activity of fresh and dry herbs of some Lamiaceae species. *Food Chem* 2005; 93:223-6.
- Datta PK, Diwakar BT, Viswanatha S, Murthy KN, Naidu KA. Safety evaluation studies on garden cress (*Lepidium sativum* L.) seeds in Wistar rats. *Int J Appl Res Natl Prod* 2011;4:37-43.
- Datta, P.K., Diwakar, B. K., Viswanatha, S., Murthy, K. N., & Naidu, K. A. (2011). Safety evaluation studies in garden cress (*Lepidium sativum* L) seeds in Wistar rats. *International Journal of applied Research in Natural Products*, 4, 37-42.
- Diallo A., 2005. Etude de la phytochimie et des activités biologiques de *Syzygium guineense* Willd. Thèse de doctorat en pharmacie. Université de Bamako. Mali. p99.
- Diarra. MN, Etude phytochimique d'une plante antipaludique: *Spilanthes oleracea*". Thèse de doctorat en pharmacie. Université de Bamako. Mali. (2003). 78p.
- Divekar VB, Kalaskar MG, Chougule PD, Redasani VK, Baheti DG. Isolation and characterization of mucilage from *Lepidium sativum* Linn. Seeds. *Int J Pharm Res Dev* 2010;2:1-5.
- Diwakar BT, Dutta PK, Lokesh BR, Naidu KA. Physicochemical properties garden cress (*Lepidium sativum*) seed oil. *J Am Oil Chem Soc* 2010;87:539-48.
- Diwakar BT, Dutta PK, Lokesh BR, Naidu KA. Physicochemical properties garden cress (*Lepidium sativum*) seed oil. *J Am Oil Chem Soc* 2008;87:539-48.
- Docteur Pierrick Hordé, (2013). D. P. Hordé, «issu de Journal des Femmes Santé,» 2013. [En ligne]. Available: sante.medecine.journaldesfemmes.com.
- Dowson A et Aten M., 1963. Composition et maturation, récolte et conditionnement des dattes. Collection F.A.O. Rome. p67.
- Drouet Ludovic. CONTRIBUTION A L'ETUDE DU *LEPIDIUM MEYENII* (LAMACA), page 4 et 5. Le 24 janvier 2002.
- DUBOIS M., GILLET K.A (1965). Dosage des sucres totaux à l'ortho-toluidine *Agro. Food. Chem.* 137 pp 9-15.
- EI MIDAOUI M., TALOUIZT A., BENBELLA M., ERVILLE A (1999). Reponse of sunflower (*Helianthus annuus* L.) to nitrogen and potassium deficiency *Helia* 22 (30) pp 139-148.
- Eltayb Abdellatif, Ilham A Gadir Hassan, Sayeda Omer El-Hiweris et Mutasim Mohamed Khalafalla IN VITRO CALLOGENESIS AND PROLIFERATION FROM DIFFERENT EXPLANTS OF GARDEN CRESS (*LEPIDIUM SATIVUM*. LINN) *International Journal of Current Research* Vol. 4, pp. 091-093, May, 2010

- F. Behrouzian, S.M. Razavi, G.O. Phillips Cress seed (*Lepidium sativum*) mucilage, an overview *Bioact. Carbohydr. Diet. Fibre*, 3 (2014), pp. 17-28
- F. Hadiana , M. Koochi-Dehkordia,, P. Golkar Evaluation of in vitro mucilage and lepidine biosynthesis in different genotypes of *Lepidium sativum* Linn originated from Iran *South African Journal of Botany* 127 (2019)
- Falana H, Nofal W, Nakhleh H. A Review Article *Lepidium sativum* (Garden cress). Pharm-D Program, College Of Nursing, Pharmacy and Health Professions. Birzeit University, 2014.
- Farnsworth, N.R., Akerele, O., Bingel, A.S., Soejarto, D.D. and Guo, Z.G. 1985. Medicinal plants in therapy. *Bull. World Health Org*, 63: 83–97.
- FRIEDEL Jean - Influence de l'oxygène sur le verdissement. - 1904, p. 100- 103 - Départ./Région : *Bulletin de la Société Botanique de France*, 4, Tome 51 - Fascicule 2.
- Gokavi SS, Malleshi NG, Guo M. Chemical composition of garden cress (*Lepidium sativum*) seeds and its fractions and use of bran as a functional ingredient. *Plant Foods Hum Nutr* 2004; 59:105-11.
- Gregory, J., R. J. Stouffer, et al. (2007). "Climate change 2007: the physical science basis".
- Gupta S. Effect of nutrients and plant density on growth and yield of garden cress (*Lepidium sativum* L.). M.Sc. (Hort.) Thesis, University of Agricultural Sciences, Bangalore, 2006.
- Hartwell J.L. (1982) *Plants Used Against Cancer, A Survey*. Quarterman Publications, Inc. Massachusetts. 165.
- Havasteen, B. H. (2002). The biochemistry and medical significance of
- Hussain I, Khattak M.R, Ullah R, Muhammad Z, Khan N, Ali Khan F, Ullah Z et Haider S., 2017. Phytochemicals screening and antimicrobial activities of selected medicinal plants. *Pakistan African Journal of Pharmacy and Pharmacology*. 5(6), p 746-750.
- Jain SK, De JNC. (1966) Observations sur l'ethnobotanique du district de Puralia. West Bengal. *Bull. Bot. Surv. Inde* 8, 237-251.
- Jain SK, Tarafdar CR. (1970) L'histoire des plantes médicinales les Santals. A review of P.O. Boddington's work. *Econ. Bot.* 24, 241-278.
- Jansen.P, PROTA Network Office Europe, Wageningen University, P.O. Box 341, 6700 AH Wageningen, Netherlands 2007.

- Jean-Marie E.L. (2006). Extraction Sans Solvant Assistée par Micro-ondes Conception et Application à l'extraction des huiles essentielles.
- K.V.R. Van Oudtshoorn, M.W. Van Rooyen Dispersal Biology of Desert Plants Springer Science & Business Media (2013)
- Kamlesh Wadher, Jayashree Taksande, Milind Umekar, Sidhhi Shanware. *Lepidium sativum* Linn: Applications and Pharmaceutical Excipient Properties International Journal of ChemTech Research, 2020,13(4): 374-382.
- Karazhiyan, H., Razavi, S. M., & Phillips, G. O. (2011). Extraction optimization of a hydrocolloid extract from cress seed (*Lepidium sativum*) using response surface methodology. *Food Hydrocolloids*, 25(5), 915–920.
- Kirtikar KR, Basu BD. (1933) Indian Medicinal Plants, pp. 173-175, Vol I, M/S Bishensingh Mahendra Palsingh., Dehradun.
- Kirtikar KR, Basu BD. Indian Medicinal Plants, Bishensingh Mahendra Palsingh, Dehradun. pp. 173-175, Vol I, M/S (1933).
- L.G. Hassan, S.W. Hassan, T. Hashim, KJ. Umar ,N.A. Sani. DETERMINATION OF NUTRITIVE VALUES OF GARDEN CRESS (*LEPIDIUM SATIVUM* L.) LEAVES .Bayero Journal of Pure and Applied Sciences, 4(2): 18 – 23, September, 2011.
- La Pharmacopée Ayurvédique de l'Inde. (1991) Gouvernement de l'Inde, Ministère de la Santé et du Family Welfare, New Delhi, Vol. I, p. 28.
- Ladan, M.J., Bilbis, L.S. and Lawal, M. (1996). Nutrient composition of some green leafy vegetables consumed in Sokoto. *Nigeria Journal of Basic and Applied Science* 5: 39-44.
- M.A.Al-Yahya, J.S.Mossa, A.M.Ageel, S.Rafatullah Pharmacological and safety evaluation studies on *Lepidium sativum* L., Seeds September 1994, Pages 155-159.
- Mahdi et Navaei, 2008
- Mali RG, Mahajan SG, Mehta AA. *Lepidium sativum* (Garden cress): A review of contemporary literature and medicinal properties. *Oriental Pharmacy and Experimental Medicine*. 2007; 7:331-335.
- Marie Leclerc, A. (2006). L'expérience des Hommes Atteints d'Hypertension Arterielle. UNIVERSITÉ DU QUÉBEC. <http://depot-e.uqtr.ca/6923/1/030586121.pdf>
- Mathews S, Singhal RS, Kulkarni PR. Some physicochemical characteristics of *Lepidium sativum* (haliv) seeds. *Nahrung* 1993;37: 69-71.

- Moumen. O, Y. Habibi, Z. Zaagane, O. Ouldali. Étude de l'activité anti-inflammatoire et antihémolytique des graines de *Lepidium sativum* L. (cresson alénois) *Phytothérapie* (2022) 20: 42–47.
- Nadkarni AK. *Indian Meteria Medica*, with Ayurvedic, Unani-Tibbi, Siddha, Allopathic, Homeopathic, Naturopathic and Home Remedies, Appendices and Indexes. 3rd ed. Panvel: Dhootapeshwar Prakashan Ltd.; 1954. p. 736-7.
- Nadkarni, K.M, 1954. *The Indian Materia Medica*. 3rd ed. Dhootapapeshwar Prakashan Ltd., Panvel, India.
- Paranjape AN, Mehta AA. (2006) Une étude sur l'efficacité clinique l'efficacité clinique des graines de *Lepidium sativum* dans le traitement de l'asthme bronchique. bronchial asthma. *Iranian J. Pharmacol. Ther.* 5, 55-59.
- Paris R.R. et Moysse H. 1976. *Matière Médicale*. Tome I. 2e Ed., Masson, Paris, pp.11-12.
- *Pharmacopée européenne*, 2002. 4eme Editions. Conseil de l'Europe. Starsbourg. 2060p.
- *Pharmacopée européenne*.2005 Tome I. Conseil de l'Europe. Strasbourg. (2005). 3343p.
- Prajapati MR., Dave PH. Therapeutic and nutritional importance of garden cress seed. *J. Pharmacogn. Phytochem.* 2018; 7(5):140–143.
- Riazullah, Iqbal Hussain, Badrullah. Phytochemical and anti-microbial activity of *lepidium sativum* L. *Journal of Medicinal Plants Research* Vol. 6(26), pp. 4358-4361, 11 July, 2012.
- Sahil DM, Kumar N, Gupta LN. Nutritional importance of *Lepidium sativum* L. (Garden cress/Chandrashoor): A Review. *International Journal of Pharmacy and Analytical Research.* 2016; 5:152-160.
- Sangekar SN, Devarkar VD, Shaikh TJ, Shahane MK, Kshirsagar UM. Phytochemical and Taxonomical Studies of *Lepidium sativum* L. (Brassicaceae) *Int. Res. J. of Science & Engineering*, 2018; Special Issue A5 : 166-172.
- Satya Shree Jangra, Vinod Kumar Madana. 2018 Phytochemical and Nutritional Composition of Different Parts of Garden Cress (*Lepidium sativum* L.) *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* ISSN: 2319-7706 Volume 7 Number 11 (2018).

- Seied Mehdi miri, Afra roughani, Mohammad reza hassandokht, Penjman moradi, Vahid abdossi Agro-morphological study on sever al accessions of garden cress (*Lepidium sativum* – Brassicaceae) in Iran Pak. J. Bot., 50(2): 655-660, 2018.
- Shabbir F, Eddouks M, Nadeem F, Azeem MW. A Brief Riew on Bioactivities and Theraputic Potential of Garden Cress (*Lepidium sativum* L.) 2018; 13:36-45.
- Sharma S, Ahmad R, Mujeeb M, Anwar F, Husain A, Ahmad A., Pharmacognostical and phytochemical analysis of *Lepidium sativum* L seeds. Int Curr Pharm J 2015;4:442-6.
- Sharma, S.,&Agarwal, N.(2011). Nourishing and healing prowess of garden cress (*lepidium sativum* Linn.)- A review.Indian Journal of Natural Product Ressources, 2, 292-297.
- Spichiger. R, Savolainen. V, Murielle figeat et Daniel jeanmonod, 2009. Botanique Systématique Des Plantes à Fleurs. Troisième édition revue et corrigée. Vol ISBN 978-2- 88074-502-8. Imprimé en Italie. page 262.
- The Wealth of India, Raw Material. CSIR publication, New Delhi, 1962, Vol.6.
- Thellung,M.A. (1928) A Die Gattung *Lepidium*.Journal d’agriculture traditionnelle et de botanique appliqué,1, 123-126.
- Tuncay O, Esiyok D, Yagmur B, Bulent O. Yield and quality of garden cress affected by different nitrogen sources and growing period. African Journal of Agricultural Research. 2011; 6:608-617.
- USDA, 2002. USDA nutrient database for standard reference, release 15. [Internet] U.S. Department of Agriculture, Beltsville Human Nutrition Research Center, Beltsville Md, United States. <http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp>. June 2003.
- V. D. Rangari. Pharmacognosy and Phytochemistry, I st edition Carrier publication, Nashik, 2002, pp. 204.
- Vaishnavi, Radhna Gupta and Preeti Choudhary. Botanical description of garden cress (*Lepidium sativum* L.) plant and physical characteristics of its seeds Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 2020, 9(5): 2424-2428
- Wadhwa, S., Panwar, M. S., Agrawal, A., Saini, N., Patidar, L.N. (2013) A Review On Pharmacognostical Study Of *Lepidium Sativum*. Advance Research in Pharmaceuticals and Biologicals, 2 (4): 316-323.



Annexes

Annexe 1 : Verreries, Appareillages et réactifs

1- Verreries	2- Appareillages	3- Réactifs	4- Autres
Bécher	Balance analytique et de précision	Ethanol	Support
Boite de pétrie	Chauffe ballon	Méthanol	Pince
Erlenmeyer	Etuve	Acétone	Poire
Pipette graduée	Four à moufle	Acide chlorhydrique (HCl)	Pissette
 Tubes à essai	Agitateur	Trichlorure de fer (FeCl ₃)	Robinet
Fioles jaugé	Plaque chauffante	Toluène	Papier filtre
Fioles à vide	Spectrophotomètre	Phénol	Baro magnétique
Eprouvettes	Vortex	Acide acétique	Spatule
Ballon à bouillir	Ph mètre	Alcool isoamérique	Gants et bavette
Entonnoir	Réfrigérateur	Hydroxyde de potasse (KOH)	Eau distillé
Flacons	Broyeur	Sulfate de sodium	Ciseau
Creuset		Ammoniaque	Papier absorbant
Clevenger		Acide sulfurique (H ₂ SO ₄)	
Burette gradué		Acide ortho phosphorique	
Dessicateur		Iode	
		Acétate de plomb	
		Magnésium (Mg)	

Annexe 2 : Matériels utilisée dans le semis



Figure 08: Semis des grains dans les plaques alvéolées remplies par la tourbe (Original, 2022)



Figure 09 : Préparations de la terre tamisée et les pots (Original, 2022)



Figure 12 : Le séchage et le broya de la plante (Original, 2022)

Annexe 3 : Protocoles des caractéristiques physicochimiques

1) Dosage de chlorophylle

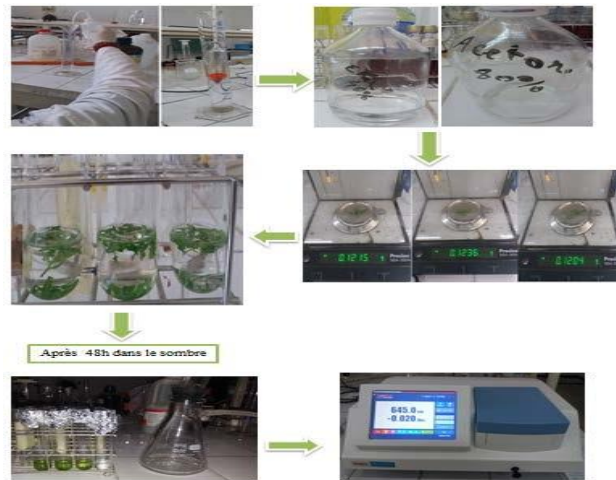


Figure 13: Protocole de dosage de chlorophylle (Original, 2022)

2) Dosage des sucres



Figure 14: Protocole de dosage des sucres (Original, 2022)

3) Détermination de taux d'humidité de la plante



Figure 15: Protocole de détermination de taux d'humidité de la plante (Original, 2022)

4) Détermination de taux d'humidité de la poudre

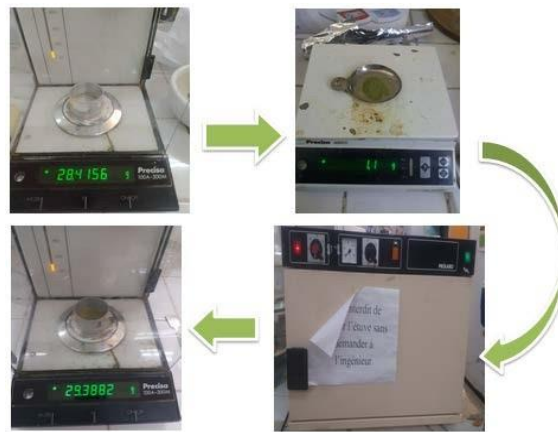


Figure 16: Protocole de détermination de taux d'humidité de la poudre (Original, 2022)

5) Détermination des cendres totales

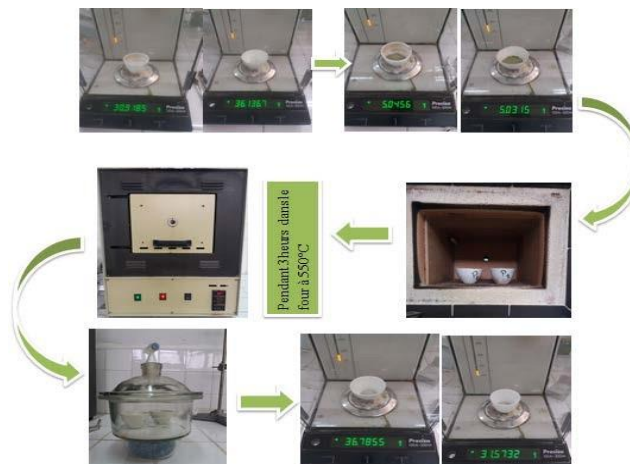


Figure 18: Protocole de détermination des cendres totales (Originale, 2022)

6) Détermination de la teneur des substances extractibles par l'eau (SE)

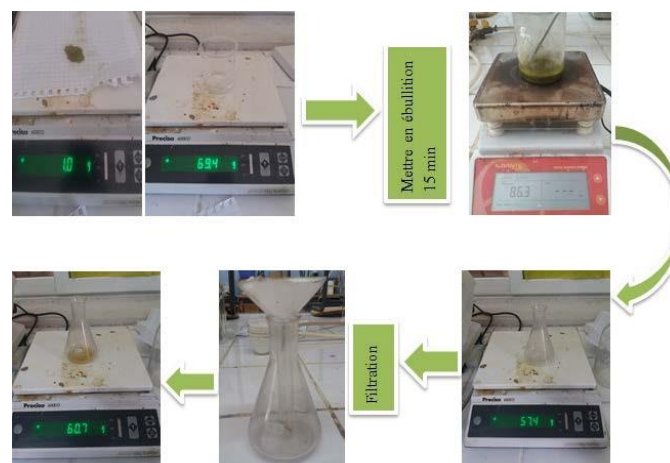


Figure 19 : Protocole de détermination de substance extractible par l'eau (Original, 2022)

Annexe 4 : Protocole de criblage phytochimique

A) Flavonoïde

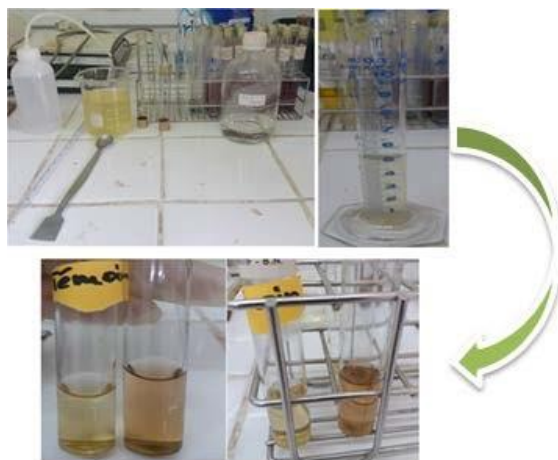


Figure 21: Protocole de détermination des flavonoïdes (Original, 2022)

B) Tannins

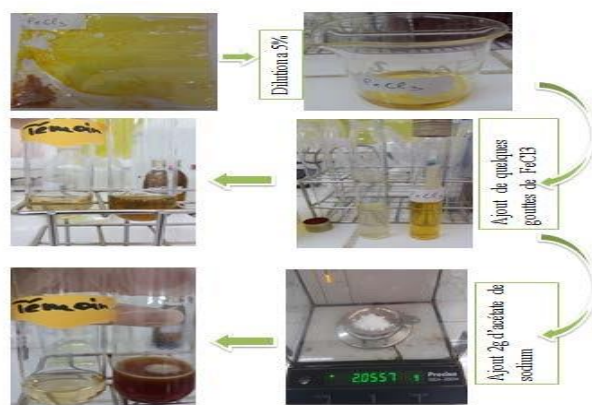


Figure 22 : Protocole de détermination des tannins (Original, 2022)

C) Saponoside

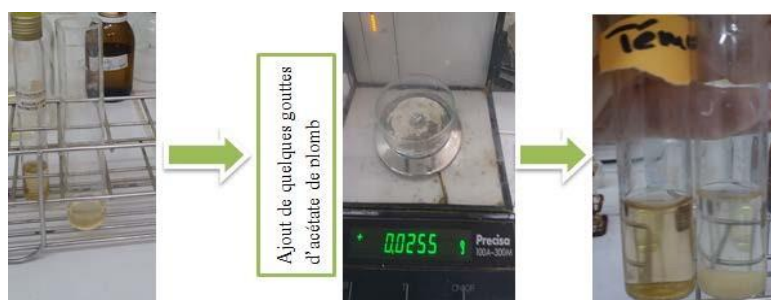


Figure 23 : Protocole de détermination des saponosides (Original, 2022)

D) Anthocyane

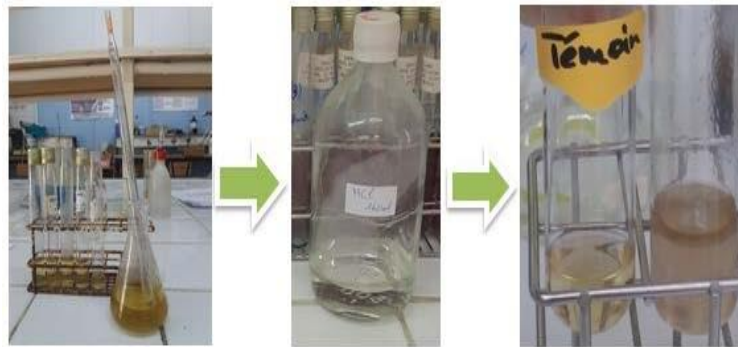


Figure 24: Protocole de détermination des anthocyanes (Original, 2022)

E) Glycoside



Figure 25 : Protocole de détermination de glycoside (Original, 2022)

F) Coumarine

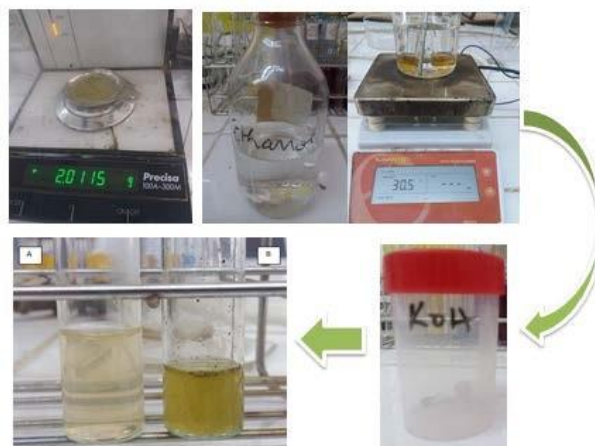


Figure 26 : Protocole de détermination de coumarine (A : tube témoin « infusion » , B: tube après l'ajout de KOH) (Original, 2022)

G) Mucilage

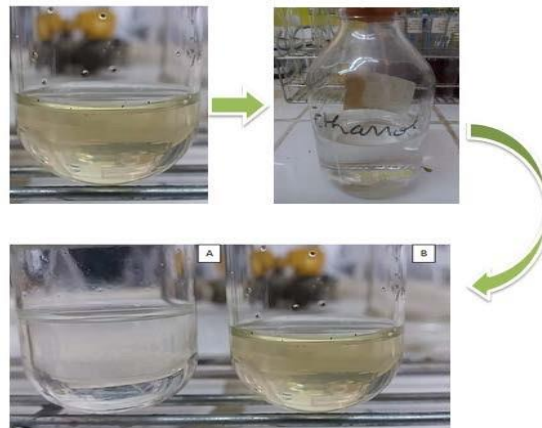


Figure 27 : Protocole de détermination de mucilage (A : tube après l'ajout d'éthanol à l'infusion, B : tube témoin « infusion ») (Original, 2022)

H) Amidon

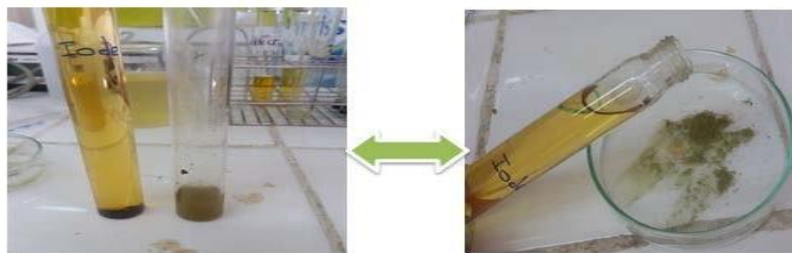


Figure 28 : Etapes de détermination d'amidon (Original, 2022)

I) Alcaloïde

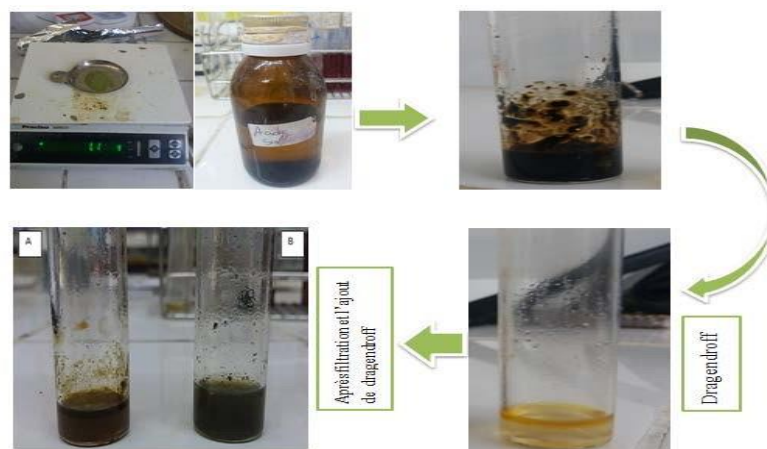


Figure 29: Protocole de détermination des alcaloïdes (A : Tube après l'ajout de réactif, B : tube témoin) (Original, 2022)

j) Extraction de l'huile essentiel

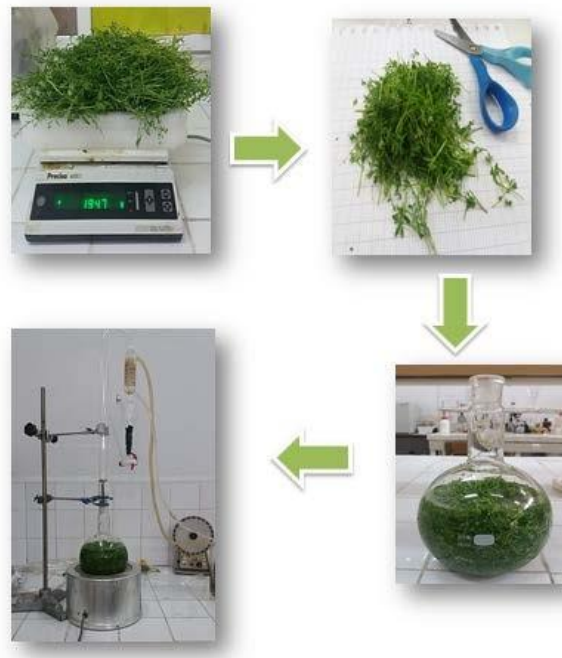


Figure 31 : Etapes d'extraction de la plante (Original, 2022)