

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la

Recherche Scientifique

Université de 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 :

Valorisation des extraits de *Carthamus caeruleus* L. (racines) : analyse de la composition chimique et physicochimique en fonction de milieu biologique

Présenté par :

Soutenu le : 08/07/2025

Nom et prénom : Mlle. Tlemcani Naila

Devant le jury :

Nom	Grade/Lieu	Qualité
Mme Melouani .N	MCB/USDB1	Présidente
Mme Metidji .H	MCB/USDB1	Examinatrice
Mme Benmansour.N	MCA/USDB1	Promotrice

Remercîment

*Tout d'abord, je tiens à remercier **ALLAH** le Clément et le Miséricordieux, le Tout Puissant qui j'ai donné la force et la patience pour accomplir mon travail.*

La réalisation de ce mémoire a été possible grâce à l'aide de plusieurs personnes à qui je voudrais témoigner mes sincères gratitudes.

*Un très gret merci à notre encadreur **Mme Benmansour Nabahat**, pour leurs précieux critiques, conseils, encouragements, leurs soutien constant et leurs disponibilité.
Sincères remerciements.*

Je remercie également les membres de jury pour l'intérêt qu'ils ont bien voulu accorder à l'évaluation de mon travail et mon espérons avec ce mémoire être à la hauteur de leurs attentes.

Je voudrais aussi remercier tous les professeurs qui ont contribué à ma formation sans exception.

Un gret merci à mes très chers parents qui nous ont toujours soutenu et supporté.

Enfin, je voudrais remercier ma mère et mes frères et sœurs, mes amis et tous ceux qui m'ont aidé directement ou indirectement à accomplir mon humble travail.



Dédicace

Je dédie ce travail...

À la mémoire de mon père

Mon modèle, mon pilier, man repère

C'est difficile pour moi de trouver les mots pour exprimer mes sentiments envers toi, et à quel point ton absence m'a marqué. Depuis ton départ, chaque jour est un défi, mais c'est ton image, ton courage, ta sagesse et ton amour qui me donnent la force d'avancer, Je te dédie ce projet avec une immense émotion. Tu n'es plus là physiquement, mais ton esprit m'accompagne dans chaque étape de ma vie. Ton souvenir est une lumière qui éclaire mes pas. Tu vis en moi, dans mes choix, dans mes efforts, dans mes réussites.

J'espère de tout cœur que, tu peux voir ce que je suis devenue, et que tu es fier de. Repose en paix, papa. Tu me manques chaque jour.

À ma très chère mère

*Vous présentez pour moi le symbole de la bonté
par excellence, la source de tendresse et l'exemple du
dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier
pour moi. Je vous dédie ce travail en témoignage de mon
profond amour. Puisse Dieu, vous préserver et vous accorder
santé, longue vie et bonheur.*

À mes chères sœurs, fathia, Soumia, Salsabil.

À mes chers frères M'hamed, Madjid, Sidali.

À mon plus beau neveu Abdeldjalil.

À mes plus belles nièces Ritadj, Zohra, Fadila

À mon meilleur ami Feriel en qui j'ai toujours trouvé le soutien et le réconfort.

Résumé

Cette recherche comparative a examiné les extraits de racines de *Carthamus caeruleus* L. prélevées dans deux régions différents de Tipaza : la forêt de Cherchell et Sidi Boufadel (Hadjout). L'objectif principal de l'étude était de décrire l'influence des facteurs environnementaux sur les profils phytochimiques et les caractéristiques antioxydantes des extraits. La démarche méthodologique a inclus: une évaluation physico-chimique rigoureuse (pH, taux d'humidité, composition en cendres et, une analyse phytochimique complète incluant le criblage des métabolites secondaires et la quantification des polyphénols et flavonoïdes. Ces analyses ont été conduites entre février et juin 2025 au sein du Laboratoire de PFE de la Faculté SNV de Blida et du Laboratoire de contrôle qualité de Beni Mered.

Les paramètres physico-chimiques montrés des différences marquées, particulièrement concernant la teneur en cendres totales (95,098 mg/g à Cherchell contre 81,793 mg/g à Sidi Boufadel) et la composition en minéraux solubles, reflétant l'influence des caractéristiques pédologiques locales. Ces conclusions soulignent explicitement l'influence des éléments environnementaux sur le métabolisme secondaire de *C. caeruleus*, alors que en certifiant la solidité de son potentiel antioxydant indépendamment des fluctuations géographiques.

Les analyses ont révélé des différences notables entre les deux sites d'étude. Le rendement d'extraction méthanolique s'est avéré un peu plus dans les échantillons de la forêt de Cherchell (2.617g) comparé à ceux de Sidi Boufadel (2.187g) suggérant une accumulation différentielle de composés biologiques selon les situations milieutiques. Le screening phytochimique a mis en évidence la présence commune de flavonoïdes, tanins et mucilage dans les deux sites, tandis que les saponines et quinones n'ont été détectées que dans les échantillons de Cherchell, révélant ainsi une spécificité chimique liée à l'origine géographique.

Les dosages quantitatifs ont confirmé des teneurs plus importantes en composés phénoliques à Cherchell, avec 25 mg EAG/g de polyphénols totaux et 3,22 mg EQ/g de flavonoïdes, contre respectivement 21,19 mg EAG/g et 1,15 mg EQ/g à Sidi Boufadel. Malgré ces variations de composition, l'activité antioxydante évaluée par le test DPPH s'est avérée comparable entre les deux sites (IC₅₀ de 432-435 µg/mL), se rapprochant de celle de l'acide ascorbique utilisé comme référence (440,3 µg/mL).

Cette analyse a montré une légère l'influence déterminante des conditions environnementales sur la diversité métabolique de *Carthamus caeruleus* L., révélant des adaptations phytochimiques distinctes entre les populations de Cherchell et Sidi Boufadel. Les variations observées dans les profils biochimiques (teneurs différentielles en polyphénols, flavonoïdes et minéraux) et les paramètres physico-chimiques (pH, cendres) reflètent une plasticité phénotypique remarquable face aux contraintes écologiques locales. Ces résultats soulignent l'importance de préserver la diversité intraspécifique de cette plante, véritable réservoir de biodiversité fonctionnelle tout en mettant en évidence son potentiel pour une culture élargie à l'échelle nationale.

Mots-clés : *Carthamus caeruleus*, phytochimie, antioxydants, polyphénols et flavonoïdes, paramètres physicochimiques

Abstract

This comparative study examined extracts from *Carthamus caeruleus* L. roots harvested in two different regions of Tipaza: the Cherchell forest and Sidi Boufadel (Hadjout). The main objective of the study was to describe the influence of environmental factors on the phytochemical profiles and antioxidant characteristics of the extracts. The methodological approach included: a rigorous physico-chemical evaluation (pH, moisture content, ash composition) and a complete phytochemical analysis, including screening for secondary metabolites and quantification of polyphenols and flavonoids. These analyses were carried out between February and June 2025 at the SNV Blida Faculty PFE Laboratory and the Beni Mered Quality Control Laboratory..

Physico-chemical parameters showed marked differences, particularly concerning total ash content (95.098 mg/g at Cherchell vs. 81.793 mg/g at Sidi Boufadel) and soluble mineral composition, reflecting the influence of local soil characteristics. These findings explicitly underline the influence of environmental elements on the secondary metabolism of *C. caeruleus*, while certifying the robustness of its antioxidant potential irrespective of geographical fluctuations.

Analysis revealed significant differences between the two study sites. The methanolic extraction yield was slightly higher for samples from the Cherchell forest (2,617g) than for those from Sidi Boufadel (2,187g), suggesting a differential accumulation of biological compounds according to environmental conditions. Phytochemical screening revealed the common presence of flavonoids, tannins and mucilage in both sites, while saponins and quinones were only detected in the Cherchell samples, revealing a chemical specificity linked to geographical origin..

Quantitative assays confirmed higher levels of phenolic compounds at Cherchell, with 25 mg EAG/g total polyphenols and 3.22 mg EQ/g flavonoids, compared with 21.19 mg EAG/g and 1.15 mg EQ/g respectively at Sidi Boufadel. Despite these variations in composition, the antioxidant activity assessed by the DPPH test was comparable between the two sites (IC₅₀ of 432-435 µg/mL), approaching that of ascorbic acid used as a reference (440.3 µg/mL).

This analysis showed a slight influence of environmental conditions on the metabolic diversity of *Carthamus caeruleus* L., revealing distinct phytochemical adaptations between the Cherchell and Sidi Boufadel populations. The variations observed in biochemical profiles (differential contents of polyphenols, flavonoids and minerals) and physico-chemical parameters (pH, ash) reflect a remarkable phenotypic plasticity in the face of local ecological constraints. These results underline the importance of preserving the intraspecific diversity of this plant, a true reservoir of functional biodiversity, while highlighting its potential for wider cultivation on a national scale.

Keywords: *Carthamus caeruleus*, phytochemistry, antioxidants, polyphenols and flavonoids, physicochemical parameters

ملخص

فحصت هذه الدراسة المقارنة مستخلصات من جذور نبات قرطاموس القيصري ل. جذور قرطاموس القيصري ل. التي تم حصادها في منطقتين مختلفتين في تيبازة: غابة شرشال وسيدي بوفضل (حجوط). كان الهدف الرئيسي للدراسة هو وصف تأثير العوامل البيئية على الملامح الكيميائية النباتية والخصائص المضادة للأكسدة للمستخلصات. وشمل النهج المنهجي: تقييم فيزيائي كيميائي دقيق (درجة الحموضة، ومحتوى الرطوبة، وتركيب الرماد) وتحليل كيميائي نباتي كامل، بما في ذلك فحص المستقبلات الثانوية وتحديد كمية البوليفينول والفلافونويد. أُجريت هذه التحليلات في الفترة بين فبراير/شباط ويونيو/حزيران 2025 في مختبر كلية العلوم النباتية بالبليدة ومختبر مراقبة الجودة في بني مريد.

أظهرت البارامترات الفيزيائية والكيميائية اختلافات ملحوظة، لا سيما فيما يتعلق بالمحتوى الكلي للرماد (95.098 ملغم/غم في شرشال مقابل 81.793 ملغم/غم في سيدي بوفادل) والتركيب المعدني القابل للذوبان، مما يعكس C. تأثير خصائص التربة المحلية. تؤكد هذه النتائج بوضوح على تأثير العناصر البيئية على الأيض الثانوي لنبات C. ، مع التأكيد على متانة إمكاناته المضادة للأكسدة بغض النظر عن التقلبات الجغرافية caeruleus.

كشف التحليل عن وجود اختلافات كبيرة بين موقعي الدراسة. كان محصول الاستخلاص الميثانولي أعلى قليلاً بالنسبة للعينات المأخوذة من غابة شرشال (2,617 جم) مقارنةً بالعينات المأخوذة من سيدي بوفضل (2,187 جم)، مما يشير إلى وجود تراكم تفاضلي للمركبات البيولوجية وفقاً للظروف البيئية. كشف الفحص الكيميائي النباتي عن وجود مشترك لمركبات الفلافونويد والعفص والصمغ في كلا الموقعين، بينما لم يتم اكتشاف الصابونين والكينونات إلا في عينات شرشال، مما يكشف عن خصوصية كيميائية مرتبطة بالأصل الجغرافي.

أكدت المقاييس الكمية وجود مستويات أعلى من المركبات الفينولية في شرشال، حيث بلغت 25 ملغم من غرام من إجمالي البوليفينول و3.22 ملغم من المكافئ الكمي/غرام من الفلافونويد، مقارنة بـ 21.19 ملغم من EAG/غرام و1.15 ملغم من المكافئ الكمي/غرام على التوالي في سيدي بوفاضل. على الرغم من هذه الاختلافات في EAG/من 435-432 (IC50) متقارباً بين الموقعين DPPH التركيبية، كان النشاط المضاد للأكسدة الذي تم تقييمه بواسطة اختبار (ميكروغرام/مل)، مقترباً من نشاط حمض الأسكوربيك المستخدم كمرجع (440.3 ميكروغرام/مل).

وأظهر هذا التحليل تأثيراً طفيفاً للظروف البيئية على التنوع الأيضي لنبات الكارتاموس القيصري ل. وكشف عن وجود تكيفات كيميائية نباتية متميزة بين تجمعات شرشال وسيدي بوفادل. تعكس الاختلافات التي لوحظت في الملامح الكيميائية الحيوية (المحتويات التفاضلية من البوليفينول والفلافونويد والمعادن) والمعايير الفيزيائية الكيميائية (الأس الهيدروجيني والرماد) مرونة مظهرية ملحوظة في مواجهة القيود البيئية المحلية. تؤكد هذه النتائج على أهمية الحفاظ على التنوع الداخلي لهذا النبات، وهو مستودع حقيقي للتنوع البيولوجي الوظيفي، مع تسليط الضوء على إمكانات زراعته على نطاق أوسع على المستوى الوطني.

الكلمات المفتاحية: الكارتاموس القيصري، الكيمياء النباتية، مضادات الأكسدة، البوليفينول والفلافونويد، البارامترات الفيزيائية الكيميائية

Sommaire

List des figurés

List des tableaux

Introduction 1

Chapitre I. Synthèse bibliographique

I.1.Généralités 3

I.2.Famille des Astéracées (composés) 3

-Introduction 3

-Caractéristiques morphologiques générales de la famille 3

I.3.Genre Carthamus 4

I.3.1.Introduction : 4

I.3.2. Répartition géographique du genre *Carthamus* 4

I.4.Espèce *Carthamus caeruleus* L. 6

I.4.1. Nomenclature de *Carthamus caeruleus* L. 6

I.4.2. Classification systématique de *Carthamus caeruleus* L. 6

I.4.3. Description botanique 6

I.4.4. Répartition géographique 7

I.2.5.Exigences écologique et édaphique de *Carthamus caeruleus* L. 8

I.2.6. Composition chimique de de *Carthamus caeruleus* L. 8

I.2.7.Travaux antérieurs sur *Carthamus caeruleus* L. 9

Chapitre II. Matériel et méthodes

II.1. Lieu de stage et objectif : 11

1. Analyse phytochimique et évaluation biologique 11

2. Analyses physico-chimiques 11

II.2. Choix, localisation et climatologie des deux stations d'étude : 11

A. Choix et localisation 11

B. Climat des deux stations d'étude 12

II.3-Matériel 12

II.3.1. Matériel non biologique (voir annexe) 12

II.3.2 : Matériel biologique 12

II.4. Méthodes : 13

II.4.1. Préparation des poudres 13

II.4.2. Préparation des extraits 14

II.4.3.. Méthode d'analyse physicochimique des poudres :	15
II.4.4. Screening phytochimique :	19
II.4-5-Caractérisation quantitative des extraits	21
II.4.6. Mesure du pouvoir de piégeage du radical DPPH	22
Chapitre III : Résultats et discussions	
III.1. Rendements des extraits méthanoïques :	24
III.2. Détermination des paramètres physicochimiques	25
III.2.1. Interprétation des paramètres physico-chimiques entre les deux stations (Sidi Boufadel et Forêt de Cherchell) (	25
III.3. Résultats du screening phytochimique	26
III-4. Dosage des polyphénols et des flavonoïdes	28
III.5. Activité antioxydante par le test DPPH	29
Conclusion	31
Références bibliographiques	33
Annexes	37

List des figurés

figurés	Page
Figure 1: les partie de <i>Carthamus cearuleus L.</i>	7
Figure 2: Répartition géographique (par pays) de <i>Carthamus caeruleus L.</i> dans le monde sur la base des travaux de (Boullard, 2001 ; Baghiani et al., 2010 ; Benhamou et Fazouane, 2013	8
Figure 3: Étapes de la préparation de la poudre des racines de <i>Carthamus caeruleus L.</i>	14
Figure 4:Les étapes de préparation les extraits methanoliques de <i>Carthamus caeruleus L.</i>	15
Figure 5:Réaction d'un antioxydant avec le radical DPPH	22
Figure 6 : Réaction d'un antioxydant avec le radical DPPH	22
Figure 4: Rendement en gramme des extraits méthanoïques des racines de <i>Carthamus caeruleus L.</i> récoltée dans deux régions différentes	25

List des tableaux

Tableaux	page
Tableau 1: Liste des espèces de <i>Carthamus</i> en Algérie	5
Tableau 2: Classification systématique de <i>Carthamus caeruleus</i> L.	6
Le tableau 3 : Composition chimique de <i>Carthamus caeruleus</i> L.	9
Tableau 4: Les principaux travaux réalisés sur <i>Carthamus caeruleus</i> L.	10
Tableau 5 : Localisation et texture et caractéristiques géographiques du sols des deux stations d'étude	12
Tableau 6 : Screening phytochimique	20
Tableau 7 : Le rendement de l'extrait méthanoïque de <i>Carthamus caeruleus</i> L. récoltée dans deux régions différentes	24
Tableau 8 : Résultats des paramètres physico-chimiques : des poudres des racines <i>Carthamus caeruleus</i> L. récoltée dans deux régions différentes	26
Tableau 9: Résultats screening des extraits et des poudres de <i>Carthamus caeruleus</i> L.	27
Tableau 10: Résultats de dosage des poly phénols totaux et des flavonoïdes condensés dans les extraits méthanolique de <i>Carthamus caeruleus</i> L. récoltée dans deux régions différentes	28
Tableau 11 : IC50 des extraits méthanoliques <i>Carthamus caeruleus</i> L. récoltée dans deux régions différntes et du produit de référence Acide ascorbique	30

Introduction

Introduction :

Les plantes médicinales représentent une ressource thérapeutique essentielle pour les populations, notamment en Afrique et dans les pays en développement, où elles constituent souvent le principal moyen de se soigner (**Badiaga, 2011**). Malgré les avancées de la médecine moderne, leur usage persiste en raison de leur accessibilité et de leur faible coût (**Tabuti et al., 2003**). Selon le centre de recherche botanique des Kew Gardens de Londres 2017, près plus de 28.000 espèces de plantes sont actuellement répertoriées comme ayant un usage médical et environ 65 à 80 % de la population mondiale dépend des médecines traditionnelles pour les soins de santé primaires (**Ang-lee et al., 2006 ; OMS, 2013**).

L'Algérie, avec sa flore riche et diversifiée, compte environ 4 300 espèces végétales (**Dobignard et Chatelain, 2010-2013**). Les connaissances sur les plantes médicinales y sont principalement transmises oralement, notamment par les femmes âgées en milieu rural (**ILBERT et al., 2016**). Parmi ces espèces, *Carthamus caeruleus* L. présente un intérêt particulier en raison de ses propriétés biologiques potentielles.

Le genre *Carthamus* (famille des Asteraceae) comprend plusieurs espèces connues pour leurs usages médicinaux, tinctoriaux et alimentaires, dont *Carthamus tinctorius* L. (le safran des teinturiers), largement cultivé. *Carthamus caeruleus* L., en revanche, est une espèce sauvage moins étudiée, mais présentant un potentiel pharmacologique prometteur. Bien que certaines sources indiquent sa présence dans d'autres régions méditerranéennes, *Carthamus caeruleus* L. est considérée comme une espèce endémique ou sub-endémique en Algérie, où elle pousse principalement dans les zones montagneuses et les forêts littorales (**Dobignard et Chatelain, 2013**). Ses fleurs bleu-vif et ses racines riches en métabolites secondaires (polyphénols, flavonoïdes) en font une cible intéressante pour la recherche en phytothérapie. Sa distribution limitée et sa sensibilité aux changements climatiques soulignent également l'importance de sa conservation.

Ce travail a visé caractériser et comparer les propriétés de *Carthamus caeruleus* L., une espèce à fort potentiel médicinal et nutritionnel, entre deux populations distinctes du littoral algérien. Notre étude s'est particulièrement intéressée à deux sites écologiquement contrastés : la forêt de Cherchell et la région de Sidi Boufadel (Hadjout). L'objectif principal était d'évaluer l'influence des conditions environnementales sur la composition et les propriétés biologiques de cette plante. Nous avons ainsi mené une analyse comparative systématique incluant les paramètres physico-chimiques (pH, humidité, teneur en cendres), le profil Introduction 2 phytochimique (dosage des polyphénols totaux et flavonoïdes condensés) et l'activité antioxydante des extraits. Cette approche nous a permis non seulement

de documenter les variations naturelles au sein de l'espèce, mais aussi d'évaluer son potentiel comme source de molécules bioactives. Par ailleurs, compte tenu du statut d'espèce endémique/sub-endémique de *Carthamus caeruleus* L. en Algérie, cette étude contribue à la connaissance et la valorisation des ressources phylogénétiques locales, tout en soulignant l'importance de leur conservation face aux changements environnementaux. Les résultats obtenus pourraient ouvrir des perspectives intéressantes pour des applications en phytothérapie et nutrition-santé, tout en fournissant des bases scientifiques pour une exploitation durable de cette ressource végétale.

Chapitre I

Espèce *Carthamus caeruleus* L

I.1.Généralités

Les Astéracées ou Composées représentent l'une des plus grandes familles botaniques en termes de diversité spécifique. Elles rassemblent plus de 20 000 espèces réparties au sein de 1300 genres différents (**Bruneton,1987**). Cette importante famille regroupe des plantes qui peuvent adopter des ports variés allant des herbes aux arbrisseaux en passant par quelques formes arborescentes, le tout adapté aux diverses zones géographiques où elles se développent (**Moubourguet,1999**).

Le genre *Carthamus* regroupe une trentaine de plantes herbacées Astéracées communément appelées les carthames. Les espèces ont une apparence de chardon. Elles sont originaires d'Europe, d'Afrique du Nord et de certaines parties de l'Asie. Plusieurs espèces ont été disséminées de par le monde, et notamment l'espèce la plus connue, le *carthame* des teinturiers *C. tinctorius* (**Jean-François Fortier et al.,2024**)

I.2.Famille des Astéracées (composés):

-Introduction

Les Astéracées sont très représentées en Algérie où on dénombre 408 espèces réparties au sein de 109 genres différents (**Hopkings,2003**). Cette famille botanique regroupe des plantes de morphologies variées incluant des herbacées, des buissons et même quelques arbres (**Watson et al.,2002**).

Sur le plan anatomique, on note généralement la présence de tissus de réserve contenant de l'inuline, de canaux résinifères et parfois de laticifères. De plus, les Astéracées se caractérisent par leur richesse en métabolites secondaires tels que les polyacétylènes et les huiles essentielles à base de sesquiterpènes lactoniques (**Watson et al.,2002**).

-Caractéristiques morphologiques générales de la famille

Les Astéracées présentent une caractéristique florale unique qui les définit clairement au sein du règne végétal. En effet, leurs fleurs sont toutes regroupées en structures inflorescentielles complexes appelées capitules ou calathides (**Hopkings,2003**)

Ces capitules résultent du resserrement des fleurs les unes contre les autres, sans pédoncules, à l'extrémité d'un rameau. L'ensemble est entouré par un involucre formé de bractées florales protectrices. Cette organisation originale donne l'impression d'une fleur unique au premier abord (**Quézel et Santa .,1963**)

I.3.Genre *Carthamus*

I.3.1.Introduction :

Le nom « Carthame » découle du mot arabe « Kurthum » qui signifie « teinte », c'est un membre de la tribu des cynarées, sous-famille Tubuliflores, et de la famille des Astéracées. Le genre botanique *Carthamus* regroupe des plantes présentes dans presque toutes les régions méditerranéennes. En Algérie, il est retrouvé en particulier dans le Tell oranais et dans les piémonts Sud des Babors (**Saffidine, 2015**). Le genre *Carthamus* comprend 14 espèces d'annuelles et vivaces herbacées dont le *Carthamus tinctorius* L.

I.3.2. Répartition géographique du genre *Carthamus*

Elle varie à l'échelle mondiale et nationale. Le genre *Carthamus* a une répartition mondiale centrée sur le bassin méditerranéen et l'Asie, tandis qu'en Algérie, il est présent sous forme cultivée (*C. tinctorius*) et sauvage (*C. lanatus*, *C. caeruleus*).

I.3.2.1. Répartition mondiale

Le genre *Carthamus* appartient à la famille des **Asteraceae** et comprend une vingtaine d'espèces, principalement distribuées en **région méditerranéenne et en Asie occidentale**. (**Hanelt, 1963**).

- **Principales espèces :**

- *Carthamus tinctorius* (safran des teinturiers) : cultivé dans les régions arides et semi-arides (Inde, États-Unis, Mexique, Argentine, Australie, et certains pays méditerranéens).
- *Carthamus lanatus* (chardon à foulon) : espèce sauvage, invasive en Australie, Europe du Sud et Afrique du Nord.
- *Carthamus caeruleus* : présent en Europe du Sud et Afrique du Nord.

(**Heywood, 1975**).

I.3.2.2. Répartition en Algérie et le monde

Le territoire algérien abrite diverses espèces du genre *Carthamus* (Carthame), qui se développent dans plusieurs écosystèmes allant des zones côtières aux régions sahariennes. Parmi les taxons recensés, on distingue *Carthamus tinctorius*, exploité localement pour l'extraction d'huile et la production de colorants, *Carthamus lanatus*, adventice commune des terres agricoles et friches, et *Carthamus caeruleus*, caractéristique des zones littorales et sub-arides. Ces espèces occupent un gradient écologique étendu, depuis le Tell algérien jusqu'au

Sahara septentrional, en passant par les Hauts Plateaux. Leur présence est particulièrement notable dans les formations steppiques et au sein des cultures céréalières, comme l'ont documenté(**Quézel et Santa, 1962**) Voici une liste des principales espèces présentes en Algérie, basée sur des références botaniques fiables :

Espèce	Répartition géographique	Habitat / Statut	Références bibliographiques
<i>Carthamus caeruleus</i> L.	Régions côtières et sub-littorales du Tell (Tlemcen, Tipaza, Alger, Jijel, etc.)	Maquis, garrigues, friches calcaires	Quézel et Santa (1962), Dobignard et Chatelain (2010)
<i>Carthamus tinctorius</i> L.	Zones agricoles du Nord (rare à l'état sauvage)	Cultivé ou subspontané (utilisé pour la teinture)	Quézel et Santa (1962), Dobignard et Chatelain (2010)
<i>Carthamus lanatus</i> L.	Nord (Tell), zones incultes et bords de champs	Sols secs et perturbés	Le Flo'c'h et al. (2010)
<i>Carthamus dentatus</i> (Forssk.) Vahl	Régions arides et semi-arides (Hauts Plateaux, Nord-Saharien)	Steppes et zones rocailleuses	Quézel et Santa (1962), Dobignard et Chatelain (2010)
<i>Carthamus oxyacanthus</i> M.Bieb.	Sud algérien (Sahara)	Zones désertiques et oasis	Ozenda (2004)
<i>Carthamus leucocaulos</i> Sm.	Rare, signalé dans l'Atlas saharien	Espèce protégée/localisée	Quézel et Santa (1962), Dobignard et Chatelain (2010)
<i>Carthamus creticus</i> *	Mentionné dans certaines flores, présence à confirmer	-	Dobignard et Chatelain (2010)
<i>Carthamus nitidus</i> *	Signalé en Tunisie, possible extension frontalière	-	Dobignard et Chatelain (2010)

Tableau 1: Liste des espèces de *Carthamus* en Algérie et le monde

I.4.Espèce *Carthamus caeruleus L*.**I.4.1. Nomenclature de *Carthamus caeruleus L*.**

- **Noms français:** Carduncelle bleue
- **Noms anglais:** Blue thistle
- **Noms vernaculaires** Amegres, Immerzezig, غرس مقرس

I.4.2. Classification systématique de *Carthamus caeruleus L*.

Selon (Quezel et Santa, 1963) le plant appartient au:

Tableau 2:Classification systématique de *Carthamus caeruleus L*.

Règne	Plantae
Sous Règne	Tracheobionta
Embranchement	Spermatophyta
Division	Magnoliopsida
Classe	Dicotyledones
Sous classe	Asteridae
Ordre	Asterales
Famille	Asteraceae
Genre	<i>Carthamus L.</i>
Espèce	<i>Carthamus caeruleus L</i>

I.4.3. Description botanique

Carthamus caeruleus L. est une plante vivace, annuelle ou bisannuelle de 20 à 30 cm d'hauteur (Quézel et Santa, 1962). Les fleurs sont bleues ou bleues violets, en capitules solitaires au sommet de la tige et des rameaux globuleux ou ovoïdes (figure 1-a). Elles ont une corolle tubuleuse que prolongent 5 dents à valeur de courts lobes sommitaux, et des akènes sub globuleux, glabres et blanchâtres. La tige est ascendante, simple ou très peu rameuse, dressée et velue. Ses feuilles sont glabres ou pubescentes, fortement nervurées à contour ovale ou lancéolé, dont les inférieures sont pétiolées et dentées tandis que les supérieures sont sessiles amplexicaules ou dentées-épineuses (figure 1-b) (Boullard, 2001; Bowles, 2003). Son rhizome est composé d'une racine principale qui évolue horizontalement et à partir duquel sortent et évoluent verticalement des racines secondaires (figure 1-c) (Belkhiri et Baghiani, 2017).



a. FLEURS



b .FEUILLES



c. RACINES

Figure 1: les partie de *Carthamus cearuleus L.*

I.4.4. Répartition géographique

C'est une espèce peu commune qu'on peut rencontrer dans les terrains maigres de Provence et de corse. Elle préfère les lieux secs et ensoleillés du bassin méditerranéen, et est originaire du Sud - Ouest de l'Asie, d'Orient, mais répandue dans le reste de l'Asie, en Afrique du Nord (Algérie, Maroc, Tunisie), en Australie, dans les deux Amériques, ainsi qu'en Europe (**Boullard, 2001**)). En Algérie, elle se trouve dans les régions côtières méditerranéennes ; Tipaza, Annaba, Bejaia, Boumerdes, Sidi bel-abbés et Bouira ainsi que dans les hauts plateaux comme Sétif (**Baghiani et al., 2010 ; Benhamou et Fazouane, 2013**).



Figure 2: Répartition géographique (par pays) de *Carthamus caeruleus* L. dans le monde sur la base des travaux de (Boullard, 2001 ; Baghiani et al., 2010 ; Benhamou et Fazouane, 2013).

1.2.5. Exigences écologique et édaphique de *Carthamus caeruleus* L. :

Les habitats où elle se développe de préférence sont les zones sèches ou semi-sèches. Elle apprécie les sols bien drainés, pauvres en éléments nutritifs, avec une faible teneur en humidité.

Les facteurs écologiques favorables à sa croissance sont donc une exposition pleine au soleil, une texture de sol sablonneuse ou sablo-limoneuse, et un déficit hydrique modéré à marqué au niveau du sol.

Ces conditions écologiques, notamment la sécheresse édaphique, lui permettent de résister aux fortes chaleurs estivales et de se développer dans des milieux arides ou semi-arides.

1.2.6. Composition chimique de *Carthamus caeruleus* L.

Le tableau 3 regroupe les principaux composés identifiés dans différentes parties de la plante, selon les méthodes d'extraction et d'analyse utilisées dans chaque étude.

Tableau 3:Composition chimique de *Carthamus caeruleus L*.

Composé identifié	Partie de la plante	Référence (auteur, année)
Polyphénols totaux (21,19 mg GAE/g)	Racine (extrait aqueux)	Moualek et al., 2025
Flavonoïdes totaux (0,72 mg QE/g)	Racine (extrait aqueux)	Moualek et al., 2025
Tanins condensés (27,28 mg TAE/g)	Racine (extrait aqueux)	Moualek et al., 2025
Orientine, vanilline (principaux)	Racine (extrait aqueux)	Moualek et al., 2025
Gallic acid, luteolin, myricetin	Racine et feuille	Garzoli et al., 2024
Carlina oxide (jusqu'à 86 %)	Racine (huile essentielle)	Merad-Boussalah et al., 2020
13-méthoxy carlina oxide	Racine (huile essentielle)	Costa et al., 2020
Palmitic acid (12,88 %)	Racine (extrait méthanolique)	Selama et al., 2018
5-(hydroxyméthyl)-2-furancarboxaldéhyde (9,19 %)	Racine (extrait méthanolique)	Selama et al., 2018

I.2.7.Travaux antérieurs sur *Carthamus caeruleus L*.

Le tableau 4 synthétisant les principaux travaux réalisés sur les racines de *Carthamus caeruleus L* au cours des six dernières années, avec la référence et l'année pour chaque étude

Tableau 4: Les principaux travaux réalisés sur *Carthamus caeruleus L*

Thème/Activité principale	Méthodes/Modèles utilisés	Résultats clés	Référence (année)
Propriétés antioxydantes et anti-inflammatoires (extrait aqueux de racine)	Spectrophotométrie, HPLC, tests in vitro	Activité antioxydante et anti-inflammatoire significative, identification de 22 composés phénoliques	Moualek et al. (2025)
Activités biologiques de la carlina oxide (antioxydant, antifongique, insecticide)	GC, GC/MS, tests DPPH, FRAP, tests antifongiques/insectes	Carlina oxide isolée, activité antioxydante, antifongique et insecticide prometteuse	Costa et al. (2020)
Optimisation de l'extraction des phénols et saponines	Ultrasons, Box-Behnken, SVR-DA, tests antioxydants	Conditions optimales d'extraction, extraits riches en antioxydants, intérêt pharmaceutique et cosmétique	Mouni et al. (2022)
Synthèse d'analogues de la carlina oxide et étude in silico (antibactérien)	Chromatographie, RMN, docking moléculaire	Nouveaux analogues actifs sur enzymes bactériennes, potentiel antibiotique	Tabet Zatla et al. (2020)
Caractérisation phytochimique et activité antibactérienne (in vitro et in silico)	Spectrophotométrie, HPLC, tests microbiens, docking	22 composés identifiés, bonne activité antibactérienne, inhibition possible de la DNA gyrase	Garzoli et al. (2024)
Activité antioxydante et cytotoxique des extraits de rhizome	Tests radicaux libres, tests sur lignées tumorales	Extrait hydrométhanolique très actif, potentiel antioxydant et cytotoxique	Bouarsa et al. (2024)
Propriétés anti-inflammatoires et cicatrisantes (extrait aqueux de rhizome)	Modèle d'œdème à la carraghénine, cicatrisation chez rat	Forte inhibition de l'inflammation et accélération de la cicatrisation	Benmansour (2020)
Inhibition de l' α -amylase par la carlina oxide (in vitro et in silico)	Chromatographie, tests enzymatiques, docking	Carlina oxide inhibe fortement l' α -amylase, potentiel pour la gestion du diabète	Brixi-Gormat et al. (2024)
Effet anti-inflammatoire, cicatrisant et pousse des cheveux (extrait méthanolique)	GC/MS, modèles animaux	Activité anti-inflammatoire, cicatrisante et stimulante de la pousse des cheveux démontrée	Selama et al. (2018)
Variabilité chimique et activité antioxydante des huiles essentielles	GC, GC-MS, PCA, tests DPPH, β -carotène	Carlina oxide majoritaire, synergie antioxydante avec d'autres huiles, intérêt pour la conservation alimentaire	Merad-Boussalah et al. (2020)

Chapitre II

Matériel et Méthodes

II.1. Lieu de stage et objectif :

Cette étude vise à caractériser les extraits de racine de *Carthamus caeruleus* L. prélevées dans deux régions distinctes **Forêt de Cherchell et Sidi Boufadel (Hadjout)** afin d'évaluer leurs propriétés qualitatives et quantitatives, ainsi que l'impact du biotope sur leur composition chimique et leur potentiel antioxydant. Les analyses ont été menées entre février et 10 juin 2025, combinant des approches phytochimiques et physico-chimiques pour déterminer l'influence des facteurs environnementaux (climat, altitude) sur les profils des extraits.

L'étude a été structurée en deux phases principales :

1. **Analyse phytochimique et évaluation biologique** : Réalisée au laboratoire de PFE de la Faculté SNV de Blida, cette phase a inclus :
 - Le screening phytochimique des métabolites secondaires (polyphénols, flavonoïdes, etc.).
 - La quantification des composés bioactifs.
 - L'évaluation de l'activité antioxydante.
2. **Analyses physico-chimiques** : Effectuées au laboratoire de contrôle de qualité et d'emballage Beni Mered (Blida). Ces tests ont permis de caractériser les propriétés physico-chimiques des extraits.

Les résultats obtenus permettront de comparer les profils chimiques des extraits issus des deux régions et d'établir des corrélations entre les conditions environnementales (altitude, climat) et la composition des métabolites, ainsi à une meilleure compréhension de l'adaptation de *Carthamus caeruleus* L à son écosystème.

II.2. Choix, localisation et climatologie des deux stations d'étude :

A. Choix et localisation :

Le choix des sites Forêt de Cherchell et Sidi Bouf Adel (Hadjout) pour cette étude s'est basé sur des critères écologiques comme le climat, le sol, les précipitations et l'altitude. Ces éléments influencent le développement de la plante, ses métabolites secondaires et son anatomie, sur lesquels nous avons focalisé notre travail.

Le tableau 5 donne des caractéristiques pédologiques et géographiques des deux stations

Tableau 5 : Localisation et texture des sols et Caractéristiques géographiques des deux stations d'étude:

Station	Forêt de Cherchell	Sidi Boufadel (Hadjout)
Texture du sol	Argilo-sableux (méditerranéen)	Argilo-limoneux
Latitude	36° 36' 27" nord	~36.51° N
Longitude	2° 11' 26" est	~2.42° E
Altitude (m)	50 – 400	50 – 100
Localisation administrative	Wilaya: Tipaza. Région : Littoral méditerranéen (Tell).	Wilaya : Tipaza. - Commune : Hadjout
Contexte géographique	- Relief : Collines et plateaux côtiers - Hydrographie : Proche de l'Oued Damous	- Relief : Plaine agricole - Hydrographie : Zone drainée par des oueds côtiers
Caractéristiques supplémentaires	Végétation : Chêne-liège, pin d'Alep, eucalyptus - Sol riche en matière organique	- Sol fertile propice à l'agriculture - Altitude basse (zone côtière)

B. Climat des deux stations d'étude

A. Hadjout : Le climat de Hadjout, en Algérie, **est de type méditerranéen**, caractérisé par des étés chauds et secs, et des hivers doux et pluvieux. La température moyenne annuelle est d'environ 17.6°C avec des précipitations moyennes de 642.4mm

B. Forêt de Cherchell : Le climat de la forêt de Cherchell **est de type méditerranéen**, caractérisé par des étés chauds et secs et des hivers doux et humides. La température moyenne annuelle est d'environ 19,1°C et les précipitations annuelles dépassent les 600 mm, avec plus de pluie en hiver qu'en été

II.3-Matériel

II.3.1. Matériel non biologique (voir annexe)

II.3.2 : Matériel biologique

II-3.2.1-Matériel végétal

Dans cette étude, le choix du matériel végétal se concentre sur la partie souterraine séchée de *Carthamus caeruleus L.*

Le *Carthamus caeruleus* L. prélevée dans deux régions distinctes **Forêt de Cherchell et Hadjout**, elles ont été mises dans un sac propre pour être utilisées plus tard lors de l'extraction. L'identification de la plante a été effectuée au département botanique de l'Institut National d'Agronomie (I.N.A.) à Alger. Les plantes ont été placées en début de matinée.

II.4. Méthodes :

II.4.1. Préparation des poudres

Environ de **1.5kg** des racines de chaque plante sont fraîchement récoltées puis étalées dans un endroit ombragé avec un plancher en bois (absorbe l'humidité) laissées à se dessécher et s'aérer pendant une période de **30 jours**. Après le séchage des échantillons, ils sont finement réduits en poudre à l'aide d'un moulin électrique. La poudre obtenue est stockée à l'écart de la lumière et de l'humidité dans des contenants en verre stériles scellés hermétiquement.

L'objectif du séchage est d'éliminer l'humidité présente dans les plantes pour garantir une conservation optimale, inhiber toute activité enzymatique, prévenir la détérioration de certains composants et empêcher la multiplication des bactéries .**figure 3 :**



A. Racines fraîchement récoltées
nettoyées et étalées



B. Racines après séchage à
l'abri et dans l'ombre



C. Racines broyées



D. Poudre des racines

E. Poudre conservé dans un
flacon stérile et hermétique**Figure 3:** Étapes de la préparation de la poudre des racines de *Carthamus caeruleus L*

II .4.2. Préparation des extraits

1. Extrait aqueux :

La préparation de l'extrait aqueux de 10% de notre plante est réalisée par additionnement de 10g de poudre de la partie souterraine à 100ml d'eau distillée bouillit, puis laissée 30 minutes en infusion avec agitation de temps en temps. L'extrait aqueux obtenu est ensuite centrifugé à 1000 tours/min pendant 10 minutes pour se débarrasser des débris de plantes puis filtré sur le papier filtre de type wattman N°3. Le filtrat est ensuite mis dans des petits flacons en verre (l'infusé) (Ljubuncic et al, 2005) (voir annexe)

2. L'extrait méthanolique :

L'extrait méthanolique de la plante a été préparé par prendre 10 g de poudre de racine séchées Avec ce 50 ml méthanol a été ajouté et conservé pendant 1 semaine avec agitation périodique (le matériau imbibé a été agité toutes les 18 h à l'aide d'une tige de verre stérilisée). Les extraits définitifs ont été transmis à travers le papier filtre. La mise en commun des extraits de méthanol ont été concentrés par évaporateur rotatif sous vide à 40°C, séché et stocké à 4 ° C dans des bouteilles hermétiques. Les solutions mères ont été préparées en dissolvant 5 mg extrait pur dans 20 ml de méthanol. (Jang, Y.S, et al, 2002)



A. Peser les poudres et
Ajouter le méthanol



B. Agitation le
mélange



C. Filtration



D. Récupérer le
filtrat



E. Étiqueter une boîte
pétri en verre vide puis
pesée



F. Verser le filtrat
dans la boîte pétri



G. Mis les extraits en
Incubateur



H. Peser nouveau



J. Gratter avec une lame



J. Peser un
Eppendorf vide



K. Récupérer l'extrait dans
l'Eppendorf

Figure 4: Les étapes de préparation les extraits methanoliques de *Carthamus caeruleus* L.

II.4.3.. Méthode d'analyse physicochimique des poudres :

A- Détermination du pH (NF V 05-108, 1970) :

-Principe :

Détermination en unité de pH de la différence de potentiel existant entre deux électrodes en verre plongées dans une solution aqueuse de la poudre

-Mode opératoire :

- Pesée 10g de poudre
- Placer la poudre dans un bécher et y ajouter trois fois son volume d'eau distillée
- Chauffer au bain-marie pendant 30 mn en remuant de temps en temps avec une baguette de verre
- Filtrer ensuite le mélange obtenu et procéder à la détermination du pH en prenant soins que l'électrode soit complètement immergée dans la solution

-Expression des résultats

Lire directement le résultat sur le cadre du PH-mètre

B- Taux d'humidité (NF T60-305, Juin1976)**-Principe**

Le taux des pertes pendant le séchage, c'est-à-dire l'eau et les matières volatiles est déterminé sur une partie aliquote de 1 g d'échantillon ou 2 g ou 3g ou 5g dans une capsule en porcelaine puis séché dans une étuve réglée à une température de 103 ± 2 °C, jusqu'à obtention d'un poids constant.

-Mode opératoire

- Sécher des capsules vides à l'étuve durant 15 mn à 103 ± 2 °C ;
- Tarer les capsules après refroidissement dans un dessiccateur ;
- Peser dans chaque capsule 1 g d'échantillon ou 2g ou 3g ou 5g et les placer dans l'étuve réglée à 103 ± 2 °C pendant 3 heures ;
- Retirer les capsules de l'étuve, les placer dans le dessiccateur et après refroidissement les peser.
- L'opération est répétée jusqu'à l'obtention d'un poids constant (en réduisant la durée de séchage à 30 mn) pour éviter la caramélisation.

Soit :

$$H\% = \left(\frac{M1 - M2}{P} \right) \times 100$$

H % : Humidité + Matières volatiles.

M1 : Masse de la capsule + matière fraîche avant séchage en g.

M2 : Masse de l'ensemble après séchage en g.

P : Masse de la prise d'essai en g.

$$\text{Matières sèches} = 100 - H\%$$

C- Teneur en cendres (NF V 05-113, 1977)

Les cendres sont le résidu des composés minéraux qui reste après l'incinération d'un échantillon contenant des substances organiques (AFNOR, 1977). L'estimation de cendres totales permet de juger la richesse en éléments minéraux du produit

-Principe

La poudre calcinée à 550 °C dans un four à moufle jusqu'à obtention d'une cendre blanchâtre de poids constant.

-Mode opératoire

- Dans des capsules en porcelaine, on pèse 2 g de poudre
- On place les capsules dans un four à moufle réglé à 550 ± 15 °C pendant 5 heures jusqu'à l'obtention d'une couleur grise, claire ou blanchâtre. On retire les capsules du four, on les met dans le dessiccateur pour se refroidir et puis, on les pèse.

$$\text{Taux de cendres}\% = \left(\frac{M1 - M2}{P} \right) \times 100$$

Soit :

M1 : Masse des capsules + prise d'essai.

M2 : Masse des capsules + cendres.

P : Masse de la prise d'essai.

D- Détermination des cendres hydrosolubles et cendres insolubles dans l'eau :

- **prise d'essai** Utiliser les cendres totales obtenues à partir de la détermination spécifiée dans OIN 1575.

-Mode opératoire :

Ajouter 20 ml d'eau distillée {ou eau d'au moins pureté équivalente) aux cendres totales de la coupelle, chauffer à près à ébullition et filtrer sur papier filtre. Encaisser le plat et le papier filtre avec de l'eau distillée chaude (ou de l'eau d'au moins pureté équivalente) jusqu'à ce que

le volume du filtrat combiné et les lavages sont d'environ 60 ml. Remettez le papier filtre et son contenu à la coupelle (5.11, évaporer soigneusement l'eau sur le bain de vapeur, et chauffer dans le four à 525 OC k 25 OC jusqu'à ce que les cendres soient exemptes de particules de carbone visibles. Refroidir dans le dessiccateur et peser. Chauffer à nouveau au four pendant 30 min, refroidir et peser, et répéter ces opérations, si nécessaire, jusqu'à ce que la différence entre deux pesées successives soit inférieure à 0,001g. Notez la masse la plus faible.

Effectuer deux déterminations en utilisant les résidus obtenus à partir de deux déterminations de cendres totales.

E- Détermination de l'alcalinité des cendres hydrosolubles :

-Principe :

La détermination de l'alcalinité des cendres hydrosolubles repose sur la capacité des cendres à réagir avec un acide faible dans une solution aqueuse. Les cendres hydrosolubles sont d'abord obtenues par incinération d'un échantillon, puis dissoutes dans de l'eau. L'ajout d'une solution d'acide faible (généralement acide chlorhydrique dilué) provoque une réaction où les composants alcalins des cendres neutralisent l'acide, libérant du dioxyde de carbone (CO_2). La quantité de CO_2 libérée est mesurée, et elle est proportionnelle à la quantité d'alcalins présents dans les cendres, ce qui permet de calculer l'alcalinité.² Détermination Refroidir la prise d'essai et la titrer avec de l'eau chlorhydrique. Solution acide, à l'aide de l'indicateur méthylorange.

- Préparation des échantillons :

-Incinération de l'échantillon pour obtenir les cendres.

-Dissolution des cendres dans de l'eau pour former une solution hydrosoluble.

- Préparation de la solution titrante :

Préparation d'une solution d'acide chlorhydrique (HCl) dilué, généralement de concentration connue (par exemple, 0.1 N).

-Titration de l'échantillon :

Mesure précise d'un volume d'échantillon dissous dans l'eau.

Ajout goutte à goutte de la solution d'acide chlorhydrique jusqu'à ce que la réaction de neutralisation soit complète, indiquée par un changement de couleur ou par l'utilisation d'un indicateur coloré tel que la phénolphthaléine.

- Calcul de l'alcalinité :

La quantité de solution d'acide utilisée lors de la titration est enregistrée.

À partir de la quantité de CO₂ libérée (calculée à partir du volume de solution d'acide utilisée), on détermine la quantité d'alcalinité présente dans les cendres.

- Interprétation des résultats :

Les résultats sont exprimés en pourcentage ou en grammes d'alcalinité par unité de masse d'échantillon initial, fournissant une mesure quantitative de la teneur en alcalins des cendres hydrosolubles.

F- Détermination des cendres solubles et cendres insolubles dans l'acide :

Principe

Traitement des cendres totales par une solution d'acide chlorhydrique, filtration, incinération et pesée du résidu.

Mode opératoire

Ajouter, aux cendres totales obtenues conformément à l'ISO 1576 et pesées exactement (masse m_0), 25 ml de la solution d'acide chlorhydrique (5.1). Couvrir la capsule, d'un verre de montre par exemple, et chauffer sur un bain-marie pendant une durée de 10 min. Laisser refroidir et filtrer le contenu de la capsule à travers un papier-filtre sans cendres, et le papier filtre avec de l'eau chaude jusqu'à ce que les filtrats ne donnent plus de réaction chlorure avec une solution de nitrate d'argent (5.2). Mettre le papier-filtre et son contenu dans la capsule, sécher et incinérer. Mettre le papier-filtre et son contenu dans le four à 500 °C $\pm$ 25 °C pendant 30 min. Laisser refroidir dans un dessiccateur et peser. Chauffer à nouveau dans le four pendant 30 min, refroidir dans un dessiccateur et peser. Répéter l'opération jusqu'à ce que la différence entre deux pesées successives ne dépasse pas 0,001 g. Noter la masse 1 Mode de calcul et formule

Les cendres insolubles dans l'acide, obtenues à partir de l'échantillon broyé, s'expriment en pourcentage en masse par rapport à la matière sèche, sont données par la formule :

$$\frac{m_0}{m_1} \times 100 = RS$$

II .4.4. Screening phytochimique :

Série de méthodes colorimétriques qui permettent d'établir la présence ou l'absence des métabolites secondaires à partir de la poudre, de l'infusé ou de l'extrait méthanolique de la

plante. Le screening aide à chercher : les glucosides, les saponosides, les saponines, les flavonoïdes, les tanins, les anthocyanes, les terpènes, les coumarines, le mucilage, les quinones, les leuco-anthocyanes, les stérols et les triterpènes.

Tableau 06: Screening phytochimique (Harbone, 1998 ; Raaman et al, 2006)

Métabolites secondaires	Méthodes	Résultats
Glucosides	On mélange 2g de poudre de la plante avec quelques gouttes d'acide sulfurique (H ₂ SO ₄) concentré (96%).	L'apparition d'une couleur rouge-bleu.
Saponosides	Mélanger 2ml d'infusé avec 2 ml d'une solution d'acétate de plomb à (1%).	Formation d'un précipité blanc.
Saponines	50 ml d'eau distillée et de 5g de poudre sont portés à ébullition modérée pendant 15 min. Après refroidissement, la solution est filtrée et ajustée à 50 ml avec de l'eau. Dans un tube à essai (de 160 X 16 mm), 10 ml du décocté précédemment préparé est introduit et une agitation dans le sens de la longueur pendant 15 secondes, à raison de deux agitations par seconde est pratiquée. On le laisse reposer pendant 15 min.	La formation d'une mousse (hauteur supérieur de 1cm) stable et persistante pendant 15min, indique la présence des saponines.
Flavonoïdes	On met quelques gouttes de HCl concentré et 0,5 g de Mg dans 5ml de l'extrait méthanolique On laisse agir 3 minutes.	Couleur orange ou rouge
Tanins	On mélange 1ml d'extrait aqueux avec 1ml d'eau distillée et 1 à 2 gouttes de solution de FeCl ₃ diluée 10 %	Coloration vert foncé ou bleu-vert
Anthocyanes	On mélange 5ml d'infusé avec 4 ml d'hydroxyle d'ammoniac (NH ₄ OH) concentré (30%).	Coloration rouge
Terpènes	Mélanger 5ml d'acide phosphomolybdique et 5ml d'acide sulfurique concentré (96%) avec 5ml d'infusé.	Apparition d'une couleur bleue
Coumarines	Mettre 2g de poudre dans 20ml d'éthanol absolu. Bouillir pendant 15 minutes à reflux puis refroidir et filtrer. Ajouter 10 gouttes de KOH et quelques gouttes de HCl concentré (37%) dilué à (10%) dans 2 à 3 ml de filtrat dilué dans l'éthanol (10%)	Couleur rouge
Mucilage	On introduit 1ml d'infusé dans un tube à essai, puis on ajoute 5 ml d'alcool absolu.	Précipité floconneux
Quinones	Humecter 2g de poudre par 2 ml d'acide chlorhydrique+ 20 ml de chloroforme. Après 3 heures, le filtrat est agité avec 5 ml d'ammoniaque (1/2).	Coloration rouge
Leuco-anthocyanes	2 g de poudre+ 20 ml de propanol / acide chlorhydrique (1/1). Porter à ébullition au bain marie	Coloration rouge
Stérols et	Le test de LiebermannBurchard est utilisé pour la	A la zone de

triterpènes	mise en évidence des stérols et terpènes. Une macération pendant 24 heures de 1g de poudre dans 20ml d'éther est pratiquée. La solution obtenue est filtrée et complétée à 20 ml avec de l'éther. 10 ml de l'extrait sont évaporés et le résidu est dissous dans 1 ml d'anhydride acétique puis 1 ml de chloroforme. Le mélange est partagé dans deux tubes à essai. Un volume de 1 à 2 ml de H ₂ SO ₄ concentré est introduit délicatement dans le fond du premier tube à essai à l'aide d'une pipette, le deuxième tube servant de témoin.	contact des deux liquides, la formation d'un anneau rouge brunâtre ou violet
--------------------	--	--

II.4-5-Caractérisation quantitative des extraits

❖ Dosage des polyphénols

But : détermination de la teneur en polyphénols totaux dans l'extrait de la partie souterraine de la plante par la méthode spectrophotométrie UV-Vis selon la méthode au réactif de FolinCiocaltu

Selon le protocole décrit par (Singleton et al, 1999). Cette méthode est basée sur la réduction en milieu alcalin de la mixture phosphotungstique (WO₄²⁻) phosphomolybdique (MoO₄²⁻) de réactif de Folin par les groupements oxydables des composés phénoliques, conduisant à la formation de produits de réduction de couleur bleue. Ces derniers présentent un maximum d'absorption à 765 nm dont l'intensité est proportionnelle à la quantité de composés phénoliques présents dans l'échantillon. Cinq cents microlitres (500 µL) du réactif de Folin-Ciocalteu (dilué à 10 % dans de l'eau distillée) ont été ajoutés à 100 µL d'extrait. Quatre minutes après, 400 µL de Na₂CO₃ (75 mg/ml), sont additionnées au mélange réactionnel. Après une incubation de 2 heures à température ambiante (30-35° C) et à l'abri de la lumière, l'absorbance est lue à 765 nm. La droite d'étalonnage est réalisée par l'acide gallique (20; 40; 80; 100 µg/mL). Les concentrations des composés phénoliques ont été déterminées à partir de l'équation de régression de la courbe d'étalonnage. Les résultats sont exprimés en milligrammes équivalents d'acide gallique par gramme d'extrait (mg EAG/g). (voir annexe)

❖ flavonoïdes :

Une quantité de 1 ml de chaque échantillon et de standard (préparée dans le méthanol) est ajoutée à 1 ml de la solution d'AlCl₃ (2 % dissous au méthanol). Après 10 minutes, l'absorbance a été mesurée par rapport au blanc préparé de réactif au $\lambda_{\text{max}} = 430$ nanomètres. Les concentrations des flavonoïdes ont été déduites à partir de la gamme de la courbe

d'étalonnage établie avec la quercétine. Les résultats ont été exprimés en milligrammes d'équivalents de quercétine par g d'extrait. (Chang et al. 2002) (voir annexe)

II.4.6. Mesure du pouvoir de piégeage du radical DPPH

-Principe :

La capacité de céder des hydrogènes par les extraits est mise en évidence par une méthode spectrophotométrique, en suivant la disparition de la couleur violette d'une solution méthanolique contenant le radical libre DPPH (1,1-Diphenyl 2-picrylhydrazyl). Figure 6

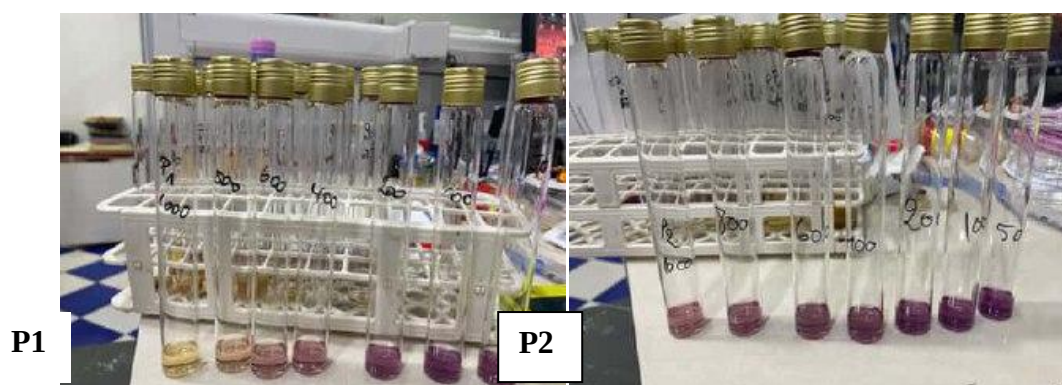


Figure 5: Réaction d'un antioxydant avec le radical DPPH

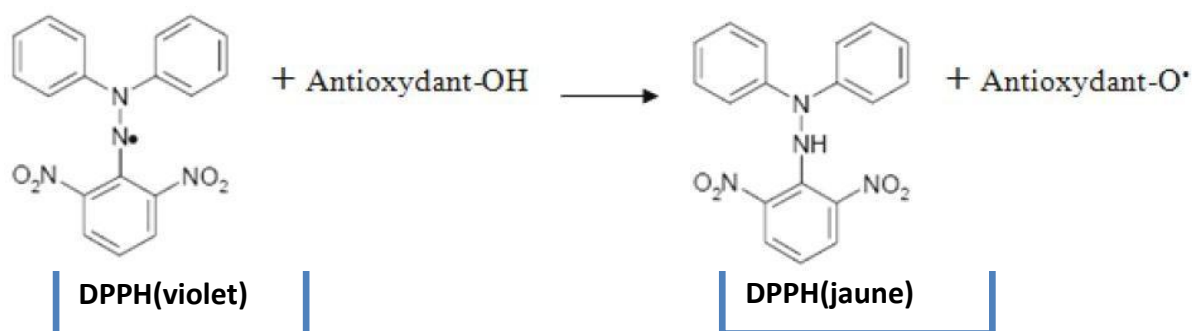


Figure 6 : Réaction d'un antioxydant avec le radical DPPH

❖ Mode opératoire

Le DPPH est un radical libre stable de couleur violacée qui absorbe à 517 nm. En présence de composés antiradicaux, le radical DPPH est réduit et change de couleur en virant au jaune. Les absorbances mesurées servent à calculer le pourcentage d'inhibition du radical DPPH, qui est proportionnel au pouvoir antiradicalaire de l'échantillon. Cette méthode est basée sur la mesure de la capacité des antioxydants à piéger le radical DPPH. Un volume

de 50 µl de différentes concentrations de chaque extrait est ajouté à 1,95 ml de la solution méthanolique du DPPH (0,025 g/l) fraîchement préparée. En ce qui concerne le contrôle négatif, ce dernier est préparé en parallèle en mélangeant 50 µl du méthanol avec 1,95 ml d'une solution méthanolique de DPPH. Après incubation à l'obscurité pendant 30 minutes et à température ambiante, la lecture des absorbances est effectuée à 515 nm à l'aide d'un spectrophotomètre, contre un blanc pour chaque concentration qui contient 50 µl de chaque concentration de l'extrait et 1,95 ml du méthanol. **(Brand-Williams et al., 1995)**

Le pourcentage d'inhibition est calculé selon la formule suivante:

$$\% \text{ Inhibition} = \frac{A1-A2}{A1} \times 100$$

A1 : Absorbance du contrôle ;

A2 : Absorbance de l'échantillon

Les valeurs des concentrations nécessaires pour inhiber ou réduire 50% de la concentration initiale du DPPH (IC₅₀) ont été déterminées graphiquement par régression linéaire.

❖ IC₅₀

Ce paramètre est défini selon **(pokorny et al.,2001)** comme la concentration d'antioxydant requise pour diminuer la concentration initiale de 50%,il est inversement lié à la capacité anti-oxydante.

Chapitre III

Résultats et discussions

III.1. Rendements des extraits méthanoïques :

Le rendement de l'extrait méthanolique de *Carthamus caeruleus* L. était un peu plus dans les échantillons de la Forêt de Chercell **2.617g** que dans ceux de Sidi Boufadel (Hadjout) **2.187g** (tableau 08). Cette différence suggère que des facteurs environnementaux, tels que la composition du sol, le climat et la biodiversité locale, peuvent influencer la concentration de composés extractibles dans la plante. Selon **Lotfi Mouni et al. (2022)**, l'optimisation des conditions d'extraction, comme la concentration en méthanol, le rapport solvant/solide, la température et le temps de sonication, peut avoir un impact significatif sur le rendement et la qualité de la teneur en composés phénoliques et en saponines de *C. caeruleus*, ce qui soutient l'idée que l'origine de la plante et la technique d'extraction sont cruciales pour maximiser le rendement.

De plus, le rendement plus élevé de Chercell pourrait indiquer une plus grande abondance de molécules bioactives, liées aux propriétés antioxydantes et thérapeutiques de la plante. **Okba Selama et al. (2018)** ont constaté que les extraits méthanoliques de *C. caeruleus* sont riches en tanins, flavonoïdes, saponines et autres composés, contribuant à ses effets anti-inflammatoires, cicatrisants et favorisant la pousse des cheveux. Ces résultats renforcent l'importance de la méthode d'extraction et de l'origine géographique de la plante pour déterminer les utilisations potentielles et l'efficacité de ses extraits.

D'autres recherches ont confirmé que les extraits méthanoliques de *C. caeruleus* sont riches en tanins, flavonoïdes, saponines et autres molécules bioactives, soutenant leurs utilisations médicinales traditionnelles et leur potentiel pour les applications pharmaceutiques et cosmétiques. Ces résultats sont cohérents avec les rendements observés, car une teneur en extractibles plus élevée est souvent corrélée à une plus grande activité biologique et à un potentiel thérapeutique plus important.

Tableau 7 : Le rendement de l'extrait méthanoïque de *Carthamus caeruleus* L. récoltée dans deux régions différentes

	Masse de la poudre en gramme	Rendement de l'extrait méthanolique de <i>Carthamus caeruleus</i> L en gramme
Sidi Boufadel (Hadjout) (P1)	30	2.187
Forêt de Chercell (P2)	30	2.617

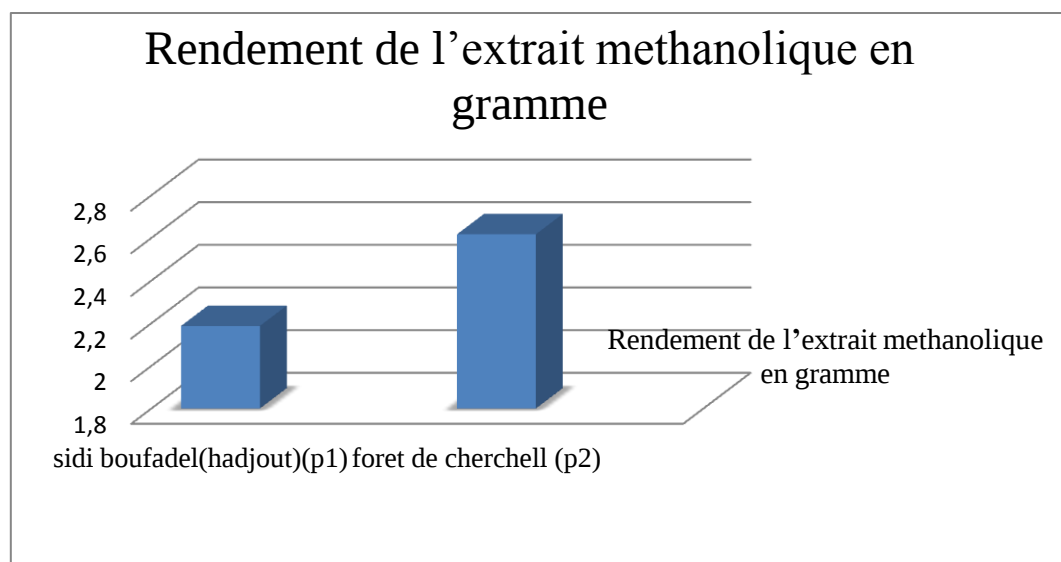


Figure 7: Rendement en gramme des extraits méthanoïques des racines de *Carthamus caeruleus* L. récoltée dans deux régions différentes

III.2 Détermination des paramètres physicochimiques

III.2.1. Interprétation des paramètres physico-chimiques entre les deux stations (Sidi Boufadel et Forêt de Chercell) (Tableau 8)

Les échantillons de *Carthamus caeruleus* L. récoltés dans deux régions différentes présentent des différences significatives dans leurs propriétés physico-chimiques. Le pH des extraits varie légèrement, avec P1 (Sidi Boufadel) à **5,71** (légèrement acide) et P2 (Forêt de Chercell) à **5,36** (plus acide). Cette différence pourrait être attribuée à la composition du sol ou à la présence de métabolites secondaires acides dans les racines, un pH plus faible pouvant influencer la stabilité des composés bioactifs

Les teneurs en humidité sont très similaires entre les deux échantillons (**8,221 % pour P1 et 8,202 % pour P2**), indiquant des conditions de séchage et de conservation comparables. Une humidité inférieure à 10 % est généralement favorable pour éviter la dégradation microbologique des poudres végétales. En revanche, des écarts notables sont observés dans les teneurs en cendres. P2 présente une concentration plus élevée en cendres totales (**95,098 mg/g contre 81,793 mg/g pour P1**), suggérant une plus forte teneur en minéraux (potassium, calcium, magnésium), probablement due à des différences pédologiques entre les deux sites. Par ailleurs, P1 montre une alcalinité plus marquée (**38,24 mg/g contre 31,43 mg/g pour P2**), ce qui pourrait indiquer une présence accrue de composés basiques tels que les alcaloïdes ou certains sels minéraux, pouvant influencer l'activité biologique des extraits (Moussa et al. 2022)

L'analyse des cendres hydrosolubles révèle que P2 contient davantage de minéraux solubles dans l'eau (**0,095 mg/g contre 0,011 mg/g pour P1**), reflétant une proportion plus élevée d'ions tels que Na⁺, K⁺ ou Cl⁻ (AOAC, 2020). À l'inverse, P1 présente une teneur plus importante en cendres insolubles dans l'eau (**0,518 mg/g contre 0,096 mg/g pour P2**), probablement due à la présence de silice ou de fibres végétales. En milieu acide, les deux échantillons affichent des valeurs proches pour les cendres hydrosolubles (**0,933 mg/g pour P1 et 0,997 mg/g pour P2**), bien que P2 montre une légère supériorité, indiquant une meilleure solubilité des minéraux comme les phosphates ou les carbonates (Dahmani et al. 2018.). Enfin, P1 contient plus de cendres insolubles dans l'acide (**0,066 mg/g contre 0,002 mg/g pour P2**), ce qui suggère la présence de résidus résistants à l'acide, tels que la silice, tandis que P2 est presque entièrement soluble, reflétant une composition minérale différente (Mami et al. 2020)

Tableau 8 : Résultats des paramètres physico-chimiques des poudres des racines *Carthamus caeruleus* L. récoltée dans deux régions différentes

Les paramètres	Poudre des racines de <i>Carthamus caeruleus</i> L. récoltée dans la région Sidi Boufadel (Hadjout) (P1)	Poudre des racines de <i>Carthamus caeruleus</i> L. récoltée dans la région Forêt de Cherchell (P2)
Ph	5.71	5.36
Humidités	8.221	8.202
Les cendres totales	81.793	95.098
Alcalinités	38.24	31.43
Les cendres hydrosolubles dans l'eau	0.011	0.095
cendres insolubles dans l'eau	0.518	0.096
cendres hydrosolubles dans l'acide	0.933	0.997
cendres insolubles dans l'acide	0.066	0.002

III.3. Résultats du screening phytochimique

Le criblage phytochimique des extraits et poudres de *Carthamus caeruleus* L. issus des stations de Sidi Boufadel (Hadjout) et de la Forêt de Cherchell montre des différences

notables dans la composition en métabolites secondaires. Les deux stations présentent une présence moyenne à forte de glucosides, flavonoïdes, tanins, anthocyanes, mucilage et leuco-anthocyanes, mais la Forêt de ChercHELL se distingue par la présence de saponines, de quinones et une teneur plus élevée en mucilage, alors que Sidi Boufadel affiche une absence de saponines et de quinones. Cette variabilité s'explique par l'influence des conditions environnementales sur la biosynthèse des composés secondaires, comme l'ont montré **Merad-Boussalah et al. (2020)**.

Ces résultats sont en accord avec la littérature, qui rapporte la richesse de *C. caeruleus* en polyphénols, flavonoïdes, tanins, saponines, mucilages, quinones et autres composés bioactifs, responsables de ses propriétés antioxydantes, anti-inflammatoires et antimicrobiennes (**Selama et al., 2018 ; Amari Nesrine Ouda et al., 2021**). Ont identifié dans les racines la présence de tanins, flavonoïdes, anthocyanes, leuco-anthocyanes, saponines, glycosides, mucilage et quinones, avec des variations selon l'origine géographique. De même, (**Amari Nesrine Ouda et al. 2021**) confirment la présence de caroténoïdes, flavonoïdes, terpénoïdes, stéroïdes, tanins, saponines, coumarines, quinones, mucilage, protéines et glycosides dans le rhizome, avec des quantités variables selon les sites. Rendement de l'extrait méthanolique en pourcentage 0,09 0,1 0,11 0,12 0,13 0,14 Sidi Boufadel (Hadjout) (P1) Forêt de ChercHELL (P2) Rendement de l'extrait méthanolique en pourcentage C

La présence forte de tanins et de flavonoïdes dans les deux stations corrobore leur rôle dans l'activité antioxydante et anti-inflammatoire de la plante, justifiant son usage traditionnel pour le traitement des brûlures et des inflammations (**Moualek et al., 2025**). Enfin, l'absence de stérols-triterpènes et de coumarines dans les deux sites est également rapportée dans plusieurs études, ce qui confirme la spécificité chimique de l'espèce selon les organes analysés et l'origine géographique (**Benmansour, 2020**). (Tableaux 9)

Tableau 9: résultats screening des extraits et des poudres de *Carthamus caeruleus L*

Test	Résultat P1	Résultat P2	Observation
Glucosides	++	++	Couleur rouge
Saponosides	+++	++	Précipite blanc
Saponines	-	++	Mousse >1cm
Flavonoïdes	+	+	Couleur orange
Tanins	+++	+++	Vert foncée

Anthoyanes	+	+	Couleur rouge
Coumarines	-	-	Couleur rouge
Mucilage	++	+++	Précipite floconneux
Quinones	-	++	Couleur rouge
Leuco-anthocyanes	+++	+++	Couleur rouge
Stérols- triterpènes	-	-	Absence d'anneau violet

(-) : absence de substance ;(+) présence faible de substance (++) : Moyenne présence de substance ; (+++) : Forte présence de substance

III-4. Dosage des polyphénols et des flavonoïdes

Le dosage des phénols totaux a été effectué par la méthode spectrophotométrique adaptée avec le réactif de Folin-Ciocalteu. Les résultats obtenus sont exprimés en mg équivalent d'acide gallique par gramme d'extrait sec (mg EAG/gES), en utilisant l'équation de la régression linéaire de la courbe d'étalonnage tracée de l'acide gallique (figures voir annexe).

Le dosage des flavonoïdes a été réalisé par la méthode colorimétrique décrite par (Djeridane et al.,2006) et (Boudiaf, 2006). Le quercétine, considérée comme contrôle positif, a permis de réaliser une courbe d'étalonnage, d'où on a calculé la teneur en flavonoïdes des différents extraits, qui est exprimé en mg équivalent de quercétine (EQ) par gramme de matière d'extrait sec (voir annexe) .

Les résultats des taux des polyphénols et des flavonoïdes dans l'extrait des deux stations sont mentionnés dans le tableau 10

Une comparaison détaillée de la teneur en polyphénols et en flavonoïdes des racines de *Carthamus caeruleus* L. de deux régions montre que l'échantillon de la première région (25 mg GAE/g de polyphénols, 3,22 mg QE/g de flavonoïdes) est plus riche en ces deux composés que de la deuxième région. Ouda et al. (2021) ont signalé des niveaux de polyphénols plus faibles (21.19 mg GAE/g) de flavonoïdes 1.15 mg QE/g) dans les extraits de rhizomes, soulignant que la partie de la plante et la méthode d'extraction influencent également ces résultats.

Tableau 10: Résultats de dosage des poly phénols totaux et des flavonoïdes condensés dans les extraits méthanolique de *Carthamus caeruleus* L récoltée dans deux régions différentes.

Teneur (mg/ml)	Poly phénols (a)	Flavonoïdes (b)
-----------------------	-------------------------	------------------------

	mg/g	mg/g
Poudre des racines de <i>Carthamus caeruleus</i> L. récoltée dans la région Sidi Boufadel (Hadjout) (P1)	25 ± 0,05	3.22 ± 0,14
Poudre des racines de <i>Carthamus caeruleus</i> L. récoltée dans la région Forêt de Cherchell (P2)	21,19 ± 0,37	1.15 ± 0,15

(a) mg EAG/g d'extrait Méthanolique (b) mg EQ/g d'extrait Méthanolique

(Baghiani et al. 2010) ont confirmé que les extraits méthanoliques et d'acétate d'éthyle de racines algériennes sont riches en polyphénols et en flavonoïdes, contribuant à une forte activité antioxydante. (Dahmani et al. 2018) ont en outre démontré la présence de flavonoïdes et d'autres molécules bioactives dans les racines, confirmant leurs propriétés antiinflammatoires et cicatrisantes. (Moussa et al. 2022) ont optimisé les méthodes d'extraction et confirmé la capacité antioxydante élevée des extraits de rhizomes et de feuilles, renforçant le potentiel pharmaceutique de *C. Caeruleus*. L'étude sur d'autre espèce de *Carthamus*, telles que conditions. Les teneurs en polyphénols et flavonoïdes de *Carthamus caeruleus* L. de Sidi Boufadel sont conformes aux données de la littérature sur les espèces du genre *Carthamus*. Les variations observées entre les deux échantillons pourraient refléter des différences dans les conditions de croissance ou de récolte. Ces résultats confirment le potentiel de cette plante comme source de composés bioactifs, justifiant des études supplémentaires sur ses applications pharmacologiques.

III.5. Activité antioxydante par le test DPPH

Les valeurs de CI50 du tableau 11 indiquent la concentration d'extraits méthanoliques de *Carthamus caeruleus* L. nécessaire pour inhiber 50 % de l'activité ciblée (probablement une activité antioxydante). Les valeurs de CI50 pour les extraits méthanoliques de racines de *Carthamus caeruleus* L. de Sidi Boufadel (Hadjout) (P1) et de la Forêt de Cherchell (P2) sont respectivement de 432,6 µg/mL et 435 µg/mL, ce qui est très proche l'une de l'autre et légèrement inférieur à la CI50 de l'acide ascorbique (440,3 µg/mL). Cela suggère que les deux extraits régionaux ont des activités antioxydantes comparables et fortes, presque égales à l'antioxydant standard, l'acide ascorbique. Ces résultats indiquent que le potentiel antioxydant des racines de *C. caeruleus* L. est robuste et n'est pas affecté par les légères différences régionales entre ces deux sites algériens. Des recherches comparables ont rapporté des activités antioxydantes similaires ou même plus fortes pour les extraits de *Carthamus*

caeruleus L. certains extraits méthanoliques et chloroformiques montrant des valeurs de CI50 aussi faibles que 53,26 µg/mL dans les tests DPPH, soulignant les puissantes propriétés anti-radicalaires de la plante (**Baghiani et al., 2010**). D'autres recherches ont également confirmé la capacité antioxydante significative des extraits de racine de *C. caeruleus L.*, soutenant leur utilisation médicinale traditionnelle et suggérant leur valeur comme sources naturelles d'antioxydants (**Belounis et al., 2025 ; Djafri et al., 2024**).

Tableau 11 : IC50 des extraits méthanoliques *Carthamus caeruleus L.* récoltée dans deux régions différentes et du produit de référence Acide ascorbique

	Acide Ascorbique	Poudre des racines de <i>Carthamus caeruleus L.</i> récoltée dans la region Sidi Boufadel (Hadjout) (P1)	Poudre des racines de <i>Carthamus caeruleus L.</i> récoltée dans la region Forêt de Cherrhell (P2)
CI50	440,3	432,6	435

Conclusion, Recommandations et Perspectives

Conclusion

Cette étude comparative des extraits de *Carthamus caeruleus L.* issus de deux régions algériennes (Sidi Boufadel et Forêt de Cherchell) a révélé des différences dans leurs propriétés physico-chimiques, phytochimiques et antioxydantes, mettant en évidence l'influence des facteurs environnementaux sur la composition de cette plante médicinale.

1. Paramètres physico-chimiques :

o La Forêt de Cherchell se distinguait par une teneur plus élevée en cendres totales (95,098 mg/g) et en minéraux hydrosolubles, reflétant une richesse en ions (Na^+ , K^+), tandis que Sidi Boufadel présentait davantage de résidus insolubles (silice, fibres), liés à des différences de sol (AOAC, 2020).

2. Rendements et composition phytochimique :

o Le rendement d'extraction méthanolique était plus élevé pour la Forêt de Cherchell (13,08 %) que pour Sidi Boufadel (10,93 %), suggérant une accumulation accrue de composés extractibles, potentiellement liée à des conditions pédoclimatiques favorables.

o Le criblage phytochimique a confirmé la présence de métabolites secondaires variés (flavonoïdes, tanins, saponines, mucilage), avec des profils distincts : Cherchell présentait des saponines et quinones absentes à Sidi Boufadel, tandis que ce dernier montrait une alcalinité plus marquée.

3. Activité antioxydante et composés bioactifs :

o Les teneurs en polyphénols et flavonoïdes étaient plus élevées dans l'échantillon de Cherchell (25 mg EAG/g et 3,22 mg EQ/g contre 21,19 mg EAG/g et 1,15 mg EQ/g pour Sidi Boufadel). o Les tests DPPH ont révélé une activité antioxydante comparable entre les deux sites ($\text{IC}_{50} \sim 432\text{--}435 \mu\text{g/mL}$), proche de celle de l'acide ascorbique.

Cette étude ouvre la voie à une exploitation rationnelle de *Carthamus caeruleus L.*, tout en soulignant la nécessité de préserver sa biodiversité. Les travaux futurs pourraient intégrer des approches multidisciplinaires (ethnobotanique, biotechnologie) pour maximiser son potentiel thérapeutique et économique.

Perspectives

Pour valoriser pleinement cette espèce endémique/sub-endémique, les pistes suivantes sont proposées :

1. Optimisation des procédés d'extraction :

- Étudier l'impact d'autres solvants (eau, éthanol) ou méthodes (ultrasons, microondes) pour améliorer les rendements et la qualité des extraits.

2. Analyses complémentaires :

- Identifier les molécules spécifiques (ex. flavonoïdes individuels, acides phénoliques) par HPLC pour mieux comprendre leur rôle dans les activités biologiques.

3. Valorisation et conservation:

- Mettre en place des stratégies de préservation in situ (protection des habitats naturels) et ex situ (banques de graines), compte tenu de la sensibilité de l'espèce aux changements climatiques.

4. Études écophysiologiques :

- Corréler les variations chimiques avec des paramètres environnementaux précis (composition du sol, précipitations) pour identifier les conditions optimales de culture ou de récolte.

Références bibliographiques

Les references:

A

AOAC SMPR® 2020.006 Standard Method Performance Requirements (SMPRs®) for Nontargeted Testing (NTT) of Ingredients for Food Authenticity/Fraud Evaluation of Honey

ANG-LEE M. K., MOSS J., YUAN C. S. 2006 - Herbal medicines and perioperative care. Journal of the American Medical Association (JAMA) 286 :208–216

Amari, N. O., Missoun, F., Mansour, S., & Sekkal, F. Z. (2021). In vivo Anti-inflammatory Activity of Aqueous Extract of *Carthamus caeruleus* L Rhizome Against Carrageenan Induced Inflammation in Mice. Jordan Journal of Biological Sciences, 14(03), 529-535. <https://doi.org/10.54319/jjbs/140319>

B

BADIAGA M. 2011 - Étude ethnobotanique, phytochimique et activités biologiques de *Nauclea latifolia* (Smith). Une plante médicinale africaine récoltée au Mali, Thèse de Doctorat, Université de Bamako, 137 p.

Belkhiri, F., et Baghiani, A. (2017). Plantes médicinales Activités antioxydantes et antibactériennes: Etude de cas : *Tamus communis* et *Carthamus caeruleus*. Sétif : Editions universitaires europeennes EUE, 148 p.

Boullard, B. (2001). Plantes médicinales du monde: Réalités et Croyances. Estem, 636 p

Bowles, E. J. (2003). The Chemistry of aromatherapeutic oils. Crown's Nest NSW. Australia: Allen & Unwin, 200p.

Belounis, Y., Moualek, I., Sebbane, H., Ait Issad, H., Saci, S., Saoudi, B., Nabti, E., Trabelsi, L., Houali, K. et Cruz, C. (2025). Propriétés antioxydantes et anti-inflammatoires naturelles potentielles de *Carthamus caeruleus* L. Extrait aqueux de racine : une évaluation in vitro. Processus.

Benhamou, A., et Fazouane, F. (2013). Ethnobotanical study, phytochemical characterization and healing effect of *Carthamus coeruleus* L. rhizomes. International Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 3(1), 61-68.

Benmansour, N. 2020. Propriétés anti-inflammatoires et cicatrisantes (extrait aqueux de rhizome)

Baghiani, A., Boumerfeg, S., Belkhiri, F., Khennouf, S., Charef, N., Harzallah, D., Arrar, L., Mosaad Attia, A-W. (2010). Antioxidant and radical scavenging properties of *Carthamus caeruleus* L extracts grow wild in Algeria flora. Comunicata Scientiae, 1(2), 12 .136-8

Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E. and Berset, C. 1995. Utilisation d'une méthode radicalaire pour évaluer l'activité antioxydante, *Lebensmittel-Wissenschaft und -Technologie/Food Science and Technology*, 28: 25-30.

Bruneton, J., 1987- Pharmacognosie- phytochimie- plante médicinales. 3 Ed : Technique et Documentation, Lavoisier, Paris ,310-506 Pp.

C

Chang, M.-H. Yang ,H.-M. Wen ,J.-C. Chern ,2002 Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colometric methods Authors

D

Dahmani Jamila ,Imane Fadel , Khalid Achoual ,Najib Magri ,Lahcen Zidane ,Allal Douira Nadia Belahbib 2020 . Mniun hornum TAXON NOUVEAU POUR LA FLORE BRYOLOGIQUE DU MAROC RECOLTE DANS LA REGION DE BENSLIMANE, MAROC

DOBIGNARD A., CHATELAIN C. 2010-2013 - Index synonymique de la flore d'Afrique du Nord (4 vol.). Genève : C. J. B. G.

Djeridane A., Yous M., Nadjemi B., Boutassouna D., stocker P., Vidal N., 2006. Antioxidant activity of some Algerian medicinal plants extracts containing phenolic compounds. *Food Chem.* 97; 654-660.

J

Jang, Y. S., Kim, M. K., Ahn, Y. J., Lee, H. S., & Jang, Y. H. (2002). Larvicidal activity of leguminous seeds and grains against *Aedes aegypti* and *Culex pipiens pallens* (Diptera: Culicidae). *Journal of the American Mosquito Control Association*, 18(4), 266-270..

Jean-François Fortier ,Arnaud Florentin, Denis .le genre des carthames:<https://www.aquaportail.com/especes/taxonomie/genre/1625/carthamus>

H

.Harborne J.B.Plant phenolics.Methode in plant Biochemistry, Vol 1 , Acadimic Press,London,1998,552p.

Hopkings, W.G. 2003. Physiologie végétale. 2eme éd. De Boeck. Espagne : 139-276.

Hanelt P (1963) Monographische Übersicht der Gattung *Carthamus* L. (Compositae). *Feddes Repertorium* 67: 41– 180

Heywood, V. H. & Humphries, C. J.—1975a — The anatomy of the CompositaeAnthemideae (in preparation).

I

ILBERT H., HOXHA V., SAHI L., COURIVAUD A., CHAILAN C.2016 - Le marché des plantes aromatiques et médicinales : analyse des tendances du marché mondial et stratégies

économiques en Albanie et Algérie, CIHEAM, Option méditerranéenne, Série B : Etudes et recherches, 73, France, 226

G

Gorter, A. (2014). *Carduncellus caeruleus* (L.) Less. [photo] In : eFlore. Disponible sur : < <https://www.tela-botanica.org/bdtfx-nn--44700illustrations>> (consulté le 06/08/2020).

L

Lee, J.Y., Chang, E.J., Kim, H.J., Park, J.H., Choi, S.W., 2002. Antioxydative flavonoids from leaves of *Carthamus tinctorius*. Archives of pharmacol research 25, 313.

Lotfi Mouni, F. Dahmoune, Hamza Moussa, Hocine Remini, Mohamed Hentabli. « Optimisation de l'extraction assistée par ultrasons de la teneur en saponines phénoliques du rhizome de *Carthamus caeruleus* L. et modèle prédictif basé sur la régression à vecteurs de support optimisée par l'algorithme Dragonfly. » Chimie et systèmes de laboratoire intelligents, 2022, p. 1-10.

Ljubuncic, Hui Song, Uri Cogan, Hassan Azaizeh, Arieh Bomzon, 2005. Effets des extraits aqueux préparés à partir des feuilles de *Pistacia lentiscus* dans les maladies hépatiques expérimentales

M

Maubourguet P., 1999. mémo Larousse ; encyclopédie générale, visuelle et thérapeutique,. Dans: paris: Larousse, pp. 171-173.

Merad Boussalah, N. (2020). Chemical Composition and Biological Activities of Essential Oil and Hydrosol Extract from Aerial Parts of *Cynoglossum cheirifolium* L. from Algeria. Journal of Essential Oil Bearing Plants, 23(1), 97-104.

Mpondo, E.M., Yinyang, J., Dibong, S., 2015. Valorisation des plantes médicinales à coumarines des marchés de Douala Est (Cameroun). Journal of Applied Biosciences 85, 7804–7823.

MOUSSA Ali BEN , Abdelkader CHAHLAOUI et Habib ROUR El.2002. Évaluation de la pollution physico-chimique des eaux de l'Oued Khoumane (Moulay Idriss Zerhoun, Maroc)

Moualek Idir 1 Yousra Belounis 1 , , Ali Dekir 2 , Hillal Sebbane 1 , Karim Houali1,2025. Évaluation de l'activité antibactérienne de l'extrait aqueux de feuilles de *Carthamus caeruleus* L. à travers des approches in vitro et in silico

O

Okba Selama, K. Arab, R. Laoufi, M. Dahmani. « Chromatographie en phase gazeuse couplée à la caractérisation par spectrométrie de masse, effet anti-inflammatoire, potentiel cicatrisant et activité favorisant la croissance des cheveux chez *Carthamus caeruleus* L (Asteraceae) d'Algérie. » *Indian Journal of Pharmacology*, **2018**, p. 1-8

OMS (Organisation mondiale de la santé). 2013 - Stratégie de l'OMS pour la médecine traditionnelle pour 2014-2023. Genève.

P

PENSO G. 1980. WHO inventory of medicinal plants used in different countries. WHO, Geneva.

Pokorny, J. Pokorny, N. Yanishlieva, M. Gordon (eds.). (2001). Natural antioxidant functionality during food processing. In *J. Antioxidants in food, practical applications*. p.335-351. Cambridge: CRC Press, Woodhead Publishing Ltd.

Q

Quézel, P. et Santa, S. (1962). Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Paris : Éditions du Centre National de la Recherche Scientifique, 1170 p.

S

SCHIPPMANN U., LEAMAN D.J, CUNNINGHAM C.B.,2002 - Impact of cultivation and gathering of medicinal plants in biodiversity: global trends and issues. In: *FAO ed. Biodiversity and the ecosystem approach in agriculture, forestry, and fisheries*. FAO, Interdepartmental working group on biological diversity for food and agriculture, Rome: 142-167.

Saffidine karima, (2015). Etude analytique et biologique des flavonoïdes extraits de *Carthamus caeruleus* L et de *Plantago major* L, Thèse pour l'obtention du diplôme de Doctorat en Science, Université Farhat Abbas Sétif, p9-15.

Vernon L. Singleton, Rudolf Orthofer, Rosa M. Lamuela-Raventós 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent

T

TABUTI J.R.S., LYE K.A., DHILLION S.S. 2003 - Traditional herbal drugs of Bulamogi Uganda : plants, use and administration, *Journal of Ethnopharmacology*, 88: 19-44

W

Watson, R.P,Leyland,F.P, Berthon.P. et zinkham,G (2002),U-commerce:expanding the universe of marketing, *journal of the academy of marketing science* vol30 no4.pp333-47

<https://www.aqualabo.fr/>

Annexes

Matériel et méthodes

Matériel :

• Réactifs chimiques

Tous les produits chimiques utilisés dans cette étude sont de qualités analytiques et ils sont les suivants : acide sulfurique, acétate de plomb, HCL, FeCl₃, hydroxyle d'ammoniac, éthanol absolu, alcool absolu, acide chlorhydrique, chloroforme, éther, anhydride acétique, méthanol, Nitrate d'argent, AlCl₃, Réactif de Folin-Ciocalteu, d'acide gallique, Quercétine, DPPH, acide ascorbique, Eau distillée.

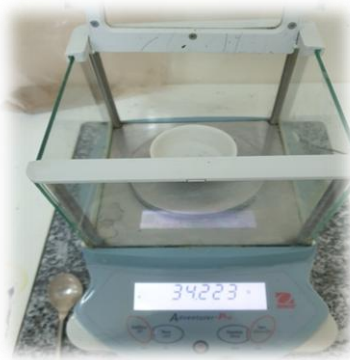
• Equipements et matériel du laboratoire

Les principaux équipements et matériaux du laboratoire utilisés dans ce travail sont listés ci-dessous :

1. Balance électronique
2. Agitateur magnétique
3. Centrifugeuse
4. Plaque chauffante
5. Four à moufle
6. Hachoir électrique
7. Incubateur
8. Hotte
9. Spectromètre
10. Dessiccateurs
11. Support à éprouvette

• Verrerie et autres petits matériels

- Entonnoir
- Bécher- Mortier et pilon-
- Scalpel-plaque chauffante
- Éprouvette
- Papier filtre-
- Erlenmeyer
- Eppendorf
- Dessiccateur
- Flacons
- Fiole jaugée
- Vase de Pétri en verre

Spectromètre	Centrifugeuse	Incubateur
		
Dessiccateurs	Four a moufle	Hotte
		
Agitateur magnétique	Balance électronique	

Méthodes :

Préparation des extraits

1. Extrait aqueux :

		
A. Prepare les poudres	B Bouillir avec agitation	C Laisser refroidir puis filtrer
		
D. L'extrait après filtration	E. Mis en centrifugation à 1000 tours/min pendant 10 min	F. L'extrait après centrifugation
		
G. Refiltrir à nouveau	F. Récupérer le filtrat dans un flacon en verre	

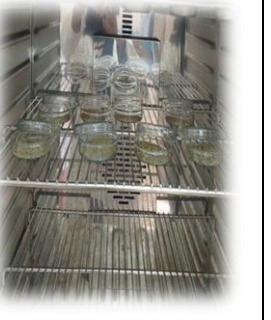
Figure : Les étapes de préparations des extraits aqueux de la poudre des racines de *Carthamus caeruleus* L

Méthode d'analyse physicochimique des poudres :

- Les étapes pour la détermination du pH (NF V 05-108, 1970) :

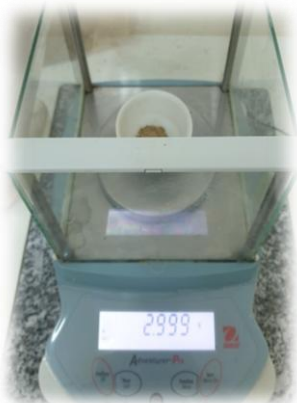
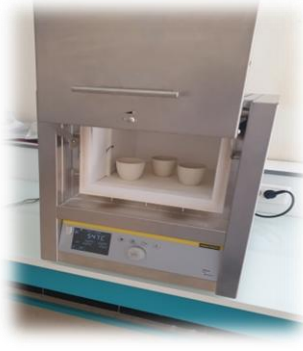
			
A. Pesée 10g de poudre	B. Ajouter d'eau distillée	C. Chauffer au bain-marie pendant 30 mn	E. Placer l'électrode dans le mélange avec la lecture du PH

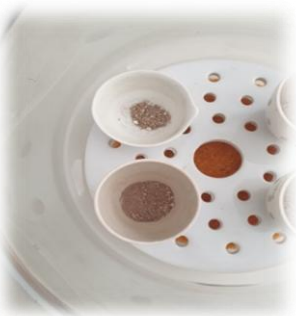
- Les étapes pour détermine le taux d'humidité (NF T60-305, Juin1976)

			
A. Peser la boite de pétri en verre vide	B. Peser la poudre	C. Placer les boites remplies dans l'étuve pendant 6h	D. Place les boites dans un dessiccateur

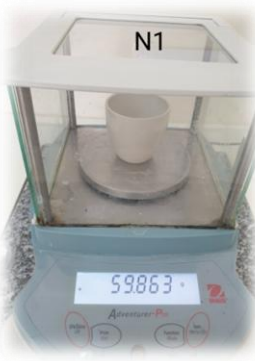
		
E. Laissez-le refroidir	F. Retirer les boites et peser pour 2eme fois	G. L'opération est répétée jusqu'à d'un poids constant

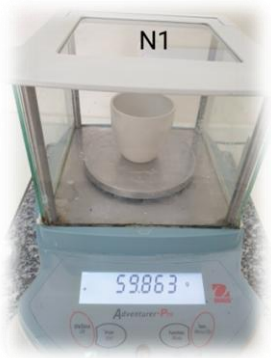
• Les étapes de Teneur en cendres (NF V 05-113, 1977)

		
A. Tarer les capsules en porcelaine	B. Peser la poudre	C. On les met dant une hotte
		

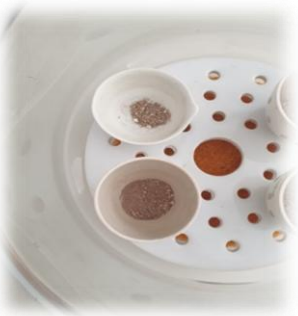
D. Brule-le	E. - On place les capsules dans un four à moufle réglé à 550 ± 15 °C pendant 5 heures	F. On retire les capsules du four
		
G. on les met dans le dessiccateur jusqu'a refroidir	H. On pèse si les cendres est blanc et que le poids constant. On arrête	

• Détermination des cendres hydrosolubles et cendres insolubles dans l'eau :

			
A. Peser la poudre	B. On place les capsules dans un four à moufle	C. On les met dans le dessiccateur jusqu'a refroidir	D. Ajouter 20 ml d'eau distillée aux cendres totales

			
E. chauffer à près à ébullition	F. filtrer sur papier filtre	G. filtre avec de l'eau distillée chaude jusqu'à ce que le volume du filtrat combiné et les lavages sont d'environ 60 ml	H. Remettez le papier filtre et son contenu à la capsules
			
I. remettez les capsules dans le four à moufle 30min	J. On les met dans le dessiccateur jusqu'à refroidir	K. peser, si la différence entre deux pesées successives soit inférieure à 0,001g nous arrêtons	

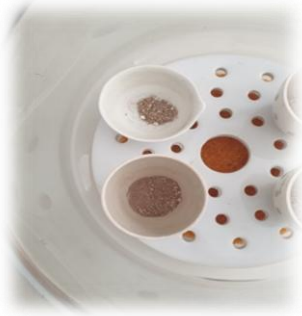
• Les étapes pour détermination de l'alcalinité des cendres hydrosolubles :

		
A. Tarer les capsules en porcelaine	B. Peser la poudre	C. On place les capsules dans un four à moufle réglé à 550 ± 15 °C pendant 5 heures
		
D. on les met dans le dessiccateur jusqu'à refroidir	E. filtre avec 60ml de l'eau distille chaude	F. On récupère le filtra
		

G. , à l'aide de l'indicateur méthylorange on ajoute HCL dilue jusqu'a ce que la couleur change		
---	--	--

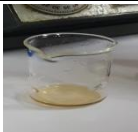
- Les étapes pour détermination des cendres solubles et cendres insolubles dans l'acide :

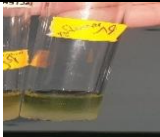
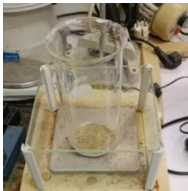
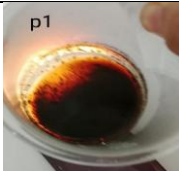
		
A.Ajouter, aux cendres totales de la solution d'HCL	B.Rincer à l'eau et vérifier avec le nitrate d'argent	C. les filtrats ne donnent plus de réaction chlorure
		
D.Mettre le papier-filtre et son contenu dans la capsule, sécher	A. Brule-le	F.Mettre les capsule et dans le four à 500 °C \pm

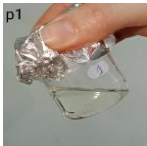
		25 °C pendant 30 min.
		
G. Laisser refroidir dans un dessiccateur	H. Peser., et répéter l'opération jusqu'à ce que la différence entre deux pesées successives ne dépasse pas 0,001 g	

Screening phytochimique :

Tableau 8: résultats screening d'extraits (P1) de *Carthamus caeruleus* L.

Test	Avant	Après	Observation
Glucosides		 ++	Couleur rouge
Saponosides		 +++	Précipite blanc
Saponines		 -	Mousse <1cm
Flavonoides		 +	Couleur orange
Tanins		 p1	Vert foncée

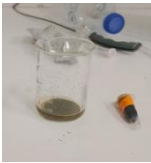
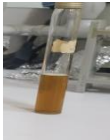
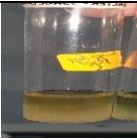
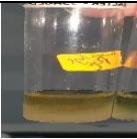
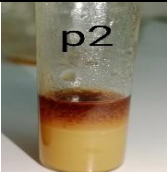
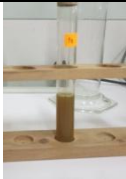
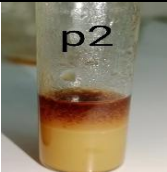
		+++	
Anthoyanes		 +	Couleur rouge
Coumarines		 -	Absence couleur rouge
Mucilage		 ++	Précipite floconneux
Quinones		 -	Absence couleur rouge
Leuco-anthocyanes		 +++	Couleur rouge

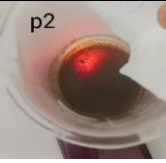
Stérols- triterpènes		 -	Absence d'anneau violet
-----------------------------	---	--	--------------------------------

(-) : absence de substance ;(+) présence faible de substance (++) : Moyenne présence de substance ;
(+++): Forte présence de substance

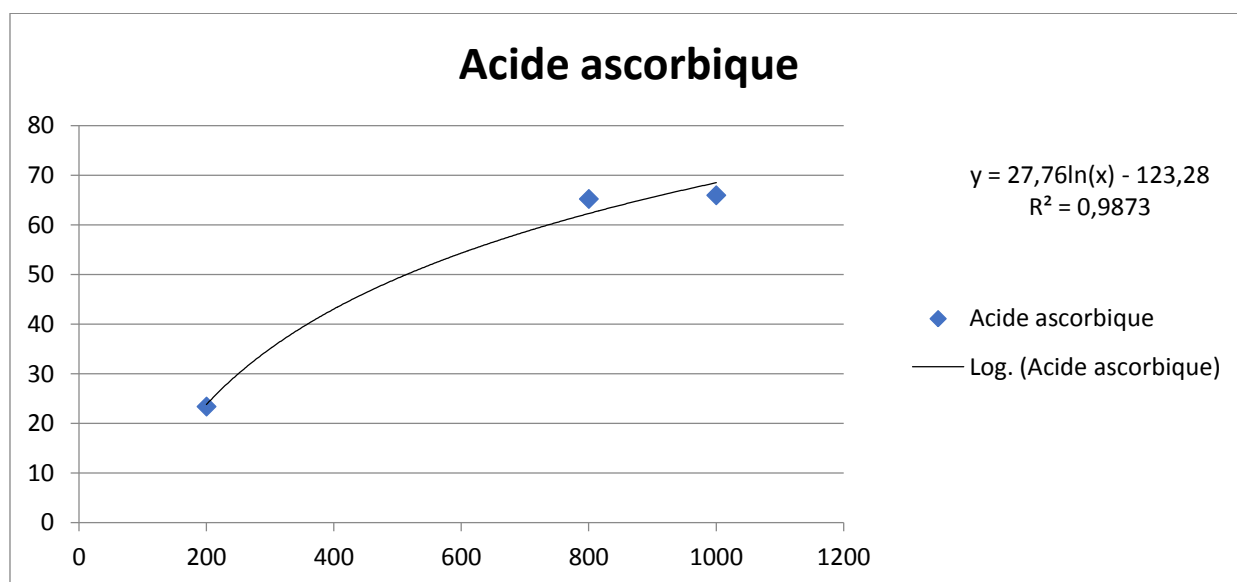
Tableau 9: résultats screening d'extraits (P2) *Carthamus caeruleus L.*

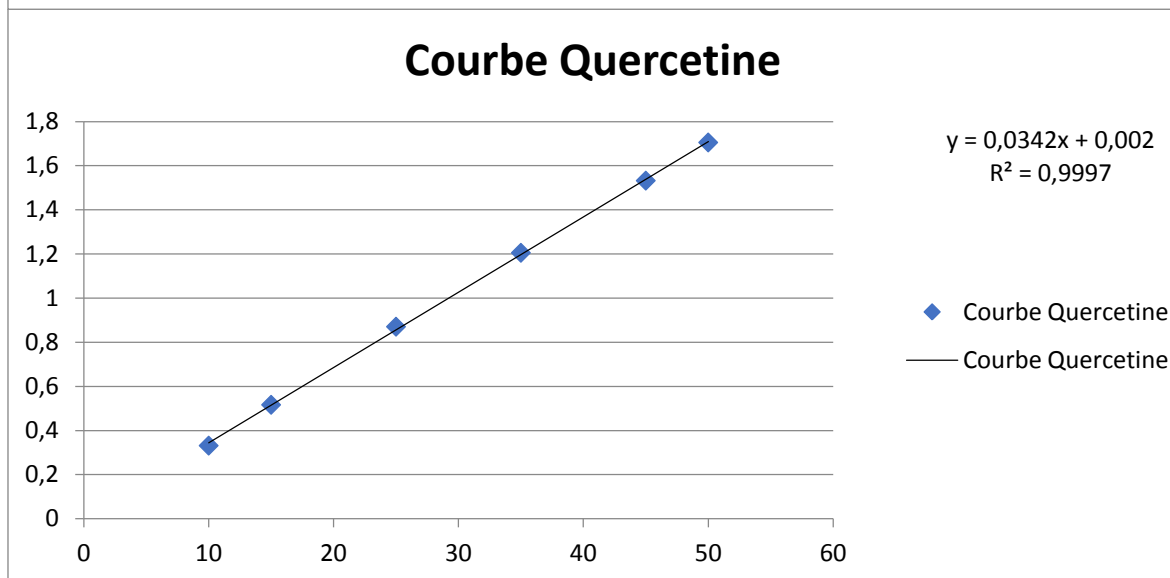
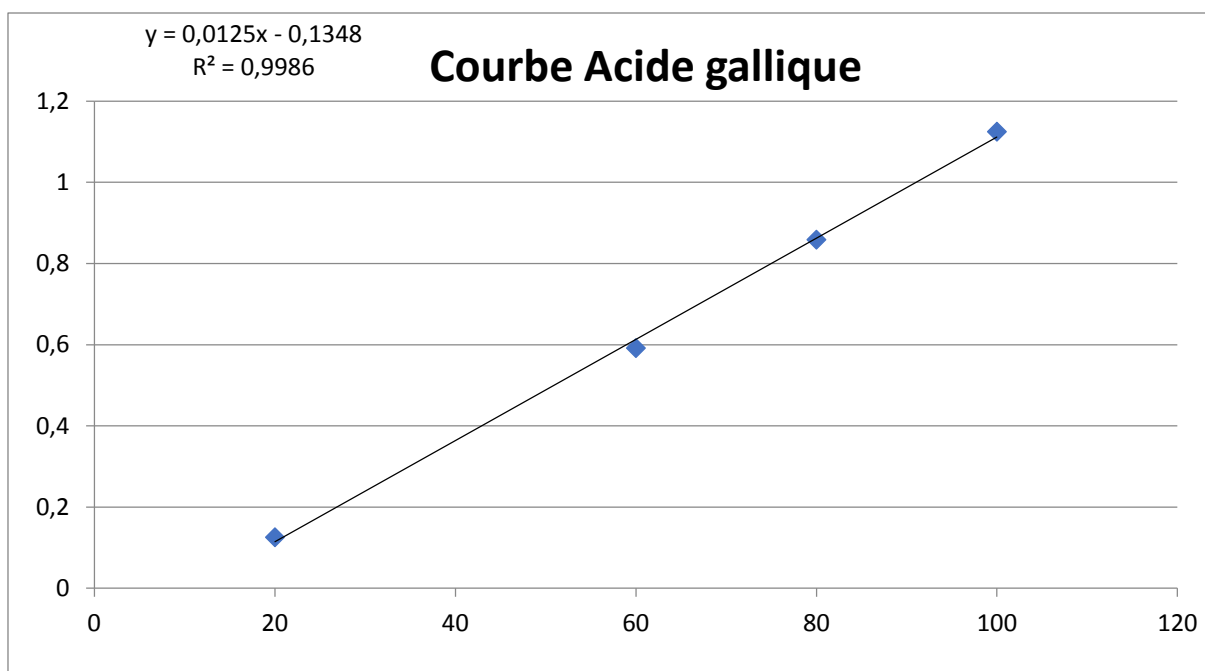
Test	Avant	Après	Observation
Glucosides		 ++	Couleur rouge
Saponosides		 ++	Précipite blanc
Saponines		 ++	Mousse >1cm

Flavonoides		 + 	Couleur orange
Tanins		 +++ 	Vert foncée
Anthoyanes		 + 	Couleur rouge
Coumarines		 - 	Absence couleur rouge
Mucilage		 +++ 	Précipite floconneux
Quinones			Couleur rouge

		++	
Leuco-anthocyanes		 +++	Couleur rouge
Stérols- triterpènes		 -	Absence d'anneau violet

(-) : absence de substance ;(+) présence faible de substance (++) : Moyenne présence de substance ;
 (+++) : Forte présence de substance





République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la

Recherche Scientifique

Université de 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 :

Valorisation des extraits de *Carthamus caeruleus* L. (racines) : analyse de la composition chimique et physicochimique en fonction de milieu biologique

Présenté par :

Soutenu le : 08/07/2025

Nom et prénom : Mlle. Tlemcani Naila

Devant le jury :

Nom	Grade/Lieu	Qualité
Mme Melouani .N	MCB/USDB1	Présidente
Mme Metidji .H	MCB/USDB1	Examinatrice
Mme Benmansour.N	MCA/USDB1	Promotrice

corrections vérifiées = Dr Metidji 