

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



جامعة الإخوة منتوري قسنطينة ١
Frères Mentouri Constantine I University
Université Frères Mentouri Constantine ١

Département : Biologie Appliquée

قسم : بиولوجيا التطبيقية

Mémoire présenté dans le de l'arrêté ministériel 1275
en vue de l'obtention du diplôme de Master
et diplôme startup –diplôme brevet

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Biotechnologie

Spécialité : Biotechnologie et Biothérapie

N° d'ordre :
N° de série :

Intitulé :

**Développement d'un complément alimentaire naturel,
"ThyroDrink", destiné au soutien de la fonction
thyroïdienne**

Présenté par : SENDID Ibtissem
SAOUDI Sirine

Le : 07/07/2025

Jury

Encadreur : Dr. MADI Aicha (MCA - Université Frères Mentouri, Constantine 1).
Président : Dr.HALMI Sihem (MCA - Université Frères Mentouri, Constantine 1).
Examinateur : Dr. CHERFIA Radia (MCB - Université Frères Mentouri, Constantine 1).
Incubateur : BOUCHAREB Radia (MCA - Université Frères Mentouri, Constantine 1).
Cati : BOULACEL Mouad (MCA - Université Frères Mentouri, Constantine 1).
Séateur Socioéconomique : TALHI Khalida (Dr –EHS Djeghrn Mokhtar).

**Année universitaire
2024 - 2025**

Remerciement

Avant tout, nous rendons grâce à Dieu Tout-Puissant, Le Clément et Le Miséricordieux, qui nous a accordé la force, la patience et la volonté nécessaire pour mener à bien ce travail. Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à Dr MADI Aicha, notre encadrante, pour son accompagnement attentif, ses conseils avisés, sa disponibilité constante et son soutien précieux tout au long de cette étude.

Nos sincères remerciements vont également aux membres du jury, pour l'honneur qu'ils nous font en acceptant d'évaluer ce mémoire, ainsi que pour leurs remarques constructives qui enrichiront certainement notre travail.

Nous adressons nos remerciements respectueux à l'ingénieure de laboratoire 1 Mme. AYOUN Hanane et l'ingénieure de laboratoire 2 Mme. ZERROURGUI Leila, pour leur disponibilité et leur professionnalisme, qui ont grandement facilité la réalisation de nos travaux pratiques.

Nous remercions chaleureusement le responsable de l'animalerie M. BAHRI Laid pour son accueil, son soutien logistique et son assistance précieuse durant les expérimentations animales.

Nous exprimons également notre reconnaissance à tous nos enseignants, pour les connaissances qu'ils nous ont transmises tout au long de notre parcours, ainsi qu'à l'ensemble des membres de l'université, enseignants, personnels administratifs et techniques, pour leur contribution directe ou indirecte à la réussite de ce projet.

A toutes et à tout, nous disons merci du fond du cœur.





Dédicace

À celui qui a toujours été mon premier soutien et un modèle de patience et de travail,
À mon cher père **Sondid Mohamed**, que Dieu te récompense pour tout.

À la source de tendresse, dont les prières m'ont toujours accompagnée,
À ma précieuse mère **Lamour Fatiha**, ce succès est en grande partie grâce à toi.

À mes chers frères **Sohaib** et **Adem**, et à ma douce sœur **Aya**,
Merci pour votre soutien et vos encouragements constants.

À mon binôme et amie **Sirine**, pour sa gentillesse, sa collaboration et son esprit d'équipe.

À tous ceux qui ont cru en moi et m'ont soutenue, même par une simple parole.

Je vous dédie le fruit de ce travail, car c'est grâce à vous que j'ai pu arriver jusqu'ici.

Ibtissem



Dédicace

Je me remercie pour ma patience et ma persévérance, ainsi que pour les épreuves que j'ai endurées face aux obstacles et aux défis.

Je lui dédie cet accomplissement avec fierté et gratitude, car elle a été une compagne indéfectible sur un chemin qui n'était pas facile.

A mes chers parents

Saoudi Noureddine et Saoudi Salima

Qui ont toujours été là pour moi, merci pour tous vos sacrifices pour me voir réussir, vous êtes les plus précieuses au monde et je vous jure aucun mot, ni expression ne saurait exprimer tout mon amour et toute ma gratitude . Que Dieu vous garde pour moi, toujours en bonne santé.

A mes chers frères : Islem et Amir, Mes belles sœurs : Phiraz, Aroua, Ibthiel, Rawan, Anahid, pour l'encouragement et le soutient ; je vous souhaite que du bonheur et que de la réussite dans tout ce que entreprendrez

A ma binôme et amie Ibthisem pour sa gentillesse, sa collaboration et son esprit d'équipe.

Aux personnes qui m'ont toujours aidé et encouragé, qui m'ont accompagné durant mon chemin d'étude, mes aimables, collègues d'étude, et frères de cœur

Sirine

Remerciements

Dédicace

Table des matières

Résumé

Abstract

ملخص

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction 1

Première Partie : Étude bibliographique

Chapitre 01 : Phytothérapie

1. Généralité	3
2 .Phytothérapie.....	3
2.1. Historique :.....	4
2.2. Différents branches :.....	4
2.3. Types de pratiques	5
2.4. Principales formes :.....	5
2.5. Limites de phytothérapie :.....	6
2.6. Avantages de phytothérapie.....	7
2.6.1. Au niveau de la santé	7
2.6.2. Au niveau économique.....	7
2.6.3. Ay niveau écologique et environnemental.....	7
2.7. Inconvénients de phytothérapie.....	7
2.8. Dans l'Algérie	8
2.9. Réglementation	8
3. présentation de plante.....	9
3.1. Historique:.....	9
3.2. Famille des Apiaceae.....	9
3.3. Genre <i>Bunium</i>	10
3.4. Répartition géographique.....	10
3.5. <i>Bunium bulbocastanum</i> :.....	11
3.6. Taxonomie	11
3.7. Description morphologique de la plante	12
3.8. Composition phytochimique	13
3.9. Utilisation traditionnelle :.....	14

3.9.1. Usage alimentaire :.....	14
3.9.2. Usage Médicinale :.....	14
3.9.3. Usage thérapeutique :.....	15

Chapitre 02 : Glande thyroïde

1. Généralité	17
2. Anatomie	18
3. Histologie.....	18
4. Régulation hormonale (axe hypothalamo-hypophyso-thyroïdien).....	19
5. Types des maladies thyroïdiennes.....	20
5.1. Dysendocrinies thyroïdiennes.....	20
5.1.1. Hypothyroïdie.....	20
5.1.2. Hyperthyroïdie.....	21
5.2. Thyroïdites d'origine auto-immune.....	23
5.3. Thyroïdites non auto-immunes.....	23
6. Traitements conventionnels des dysthyroïdies.....	24
6.1. Hypothyroïdie – Lévothyroxine (L-T4)	24
6.2. Hyperthyroïdie.....	25
6.2.1. Traitement médicamenteux.....	25
6.2.2. Traitement par iode radioactif.....	25
6.2.3. Intervention chirurgicale (thyroïdectomie)	26
6.2.4. Thérapies symptomatiques	26
6.2.5. Effets secondaires et limites de ces traitements.....	25

Chapitre 03 : Compléments alimentaires

1. Compléments alimentaires.....	28
1.1Définition.....	28
1.2. Classification des compléments alimentaires.....	28
1.3. Composition	29
1.4. Compléments alimentaires à base de plantes	29
1.5. Utilisation d'un complément alimentaire.....	30
1.6. Risques des compléments alimentaires	30
1.7. Comparaison entre les compléments alimentaires et les médicaments	31
1.8. Marché des compléments alimentaires	31
2. Sirops	32
2.1 Composition de sirop.....	32

2.2. Avantages et les inconvénients de sirop.....	33
2.3. Sirops naturels.....	34
Deuxième Partie : Étude expérimentale	
Matériel et méthodes	
I. Matériel	39
1. Matériel végétal.....	39
2. Matériel animal.....	39
II. Méthodes.....	40
1. Préparation du complément alimentaire	40
2. Suivi de la stabilité et du contrôle qualité du complément alimentaire	43
3. Toxicité aigüe	45
4. Répartition expérimentale des animaux	47
5. Etude d'évolution de poids corporel des rats	48
6. Etude morphologique et physiologique des rats selon les signes cliniques.....	48
7. Analyse de sang	49
Résultats et discussion	
1. Suivi de la stabilité et du contrôle qualité du complément alimentaire	51
2. Evaluation des résultats de toxicité aigüe	55
3. Evolution du poids corporels des rats	57
4. Analyse morphologique et physiologique des rats selon les signes cliniques	62
5. Analyse de sang	66
Conclusion	71
Références bibliographiques.....	72

Résumé

Face à la prévalence croissante des troubles thyroïdiens en Algérie et à la disponibilité limitée de compléments alimentaires naturels locaux dédiés au soutien thyroïdien, cette étude vise à développer un sirop naturel fonctionnel nommé ThyroDrink, à base de *Bunium bulbocastanum*, connue localement sous le nom de "Talghouda". Cette plante médicinale est traditionnellement utilisée dans certaines régions algériennes pour ses effets supposés bénéfiques sur le système endocrinien. La formulation a été enrichie en ingrédients naturels pour assurer une stabilité sensorielle, chimique et microbiologique optimale.

Le travail est divisé en deux parties principales : la première est théorique et couvre la phytothérapie, les aspects botaniques, phytochimiques et pharmacologiques de la Talghouda, les maladies liées à la thyroïde (hypothyroïdie et hyperthyroïdie), les traitements conventionnels et les compléments alimentaires — notamment sous forme de sirop. La seconde partie est expérimentale, détaillant les étapes de préparation, les tests de stabilité, les analyses microbiennes, l'évaluation de la toxicité aiguë et l'étude d'efficacité sur un modèle animal.

L'étude expérimentale a porté sur 39 rats *Wistar* répartis en 9 groupes : un groupe témoin sain, des groupes pathologiques non traités, des groupes traités avec des médicaments classiques (Lévothyroxine, Carbimazole), d'autres traités uniquement avec le ThyroDrink, certains traités par une combinaison du complément et du médicament, ainsi qu'un groupe ayant reçu de la poudre brute de Talghouda. Les résultats ont montré une amélioration significative des symptômes cliniques, du poids corporel et des niveaux de TSH chez les rats traités par le complément seul ou en combinaison. Le produit s'est également révélé stable et non toxique aux doses administrées.

Ces résultats prometteurs confirment le potentiel de ThyroDrink en tant qu'alternative naturelle pour soutenir la fonction thyroïdienne et ouvrent la voie à la valorisation locale de *Bunium bulbocastanum* dans le domaine de la biothérapie.

Mots clés : Talghouda, *Bunium bulbocastanum*, Thyroïde, Complément alimentaire naturel, Rats Wistar, Toxicité aiguë.

Abstract

In light of the increasing prevalence of thyroid disorders in Algeria and the limited availability of local natural dietary supplements dedicated to thyroid support, this study aims to develop a functional natural syrup named ThyroDrink, based on *Bunium bulbocastanum*, locally known as “Talghouda.” This medicinal plant is traditionally used in certain Algerian regions for its presumed positive effects on the endocrine system. The formulation was enriched with natural ingredients to ensure optimal sensory, chemical, and microbiological stability.

The work is divided into two main parts: the first is theoretical and covers phytotherapy, the botanical, phytochemical, and pharmacological aspects of Talghouda, thyroid-related diseases (hypothyroidism and hyperthyroidism), conventional treatments, and dietary supplements—especially in syrup form. The second part is experimental that outlines the preparation steps, stability testing, microbial analysis, acute toxicity evaluation, and efficacy assessment on an animal model.

The experimental study involved 39 *Wistar* rats divided into 9 groups: a healthy control group, untreated pathological groups, groups treated with conventional drugs (Levothyroxine, Carbimazole), groups treated solely with ThyroDrink, others treated with both the supplement and conventional medication, as well as a group treated with raw Talghouda powder. The results revealed significant improvements in clinical symptoms, body weight, and TSH levels in rats treated with the supplement alone or in combination. The product also proved to be stable and non-toxic at the administered doses.

These promising findings confirm the potential of ThyroDrink as a natural alternative to support thyroid function, and pave the way for the local valorization of *Bunium bulbocastanum* in the field of biotherapy.

Key words : Talghouda, *Bunium bulbocastanum*, Thyroid gland, Natural dietary supplement, Wistar rats, Acute toxicity.

ملخص

في ظل الانتشار المتزايد لاضطرابات الغدة الدرقية في الجزائر وندرة المكمالت الغذائية الطبيعية المحلية المخصصة لدعم الغدة الدرقية، تهدف هذه الدراسة إلى تطوير شراب طبيعي وظيفي يُدعى *ThyroDrink*، يعتمد على نبتة *Bunium bulbocastanum* المعروفة محلياً باسم "تالغودة". تُستخدم هذه النبتة الطبية تقليدياً في بعض المناطق الجزائرية لما يُعتقد أنه تأثير إيجابي على الجهاز الصمّي. وقد تم إثراء التركيبة بمكونات طبيعية لضمان استقرار حسي، كيميائي وميكروبولوجي مثالي.

ينقسم العمل إلى جزأين رئيسيين: الأول نظري ويغطي العلاج بالنباتات، والجوانب النباتية، الكيميائية النباتية، والدوائية لتالغودة، إضافة إلى أمراض الغدة الدرقية (قصور وفرط نشاط الغدة)، العلاجات التقليدية، والمكمالت الغذائية، خاصة في شكل شراب. أما الجزء الثاني فهو تجاري، يعرض خطوات التحضير، اختبارات الاستقرار، التحليل الميكروبي، تقييم السمية الحادة، وتقييم الفعالية على نموذج حيواني.

شملت الدراسة التجريبية 39 جرداً من نوع Wistar، تم تقسيمها إلى 9 مجموعات: مجموعة شاهدة سليمة، مجموعات مرضية غير معالجة، مجموعات عُولجت بأدوية تقليدية (ليفوثiroكسين، كاربيميزول)، مجموعات عولجت بشراب *ThyroDrink* فقط، مجموعات عولجت بمزيج من المكمل والدواء التقليدي، ومجموعة عولجت ببودرة التالغودة الخام. أظهرت النتائج تحسناً ملحوظاً في الأعراض السريرية، الوزن، ومستويات TSH لدى الجرذان التي عُولجت بالمكمل فقط أو بالمزيج. كما أثبت المنتج أنه مستقر وغير سام بالجرعات المستخدمة.

تؤكد هذه النتائج الوعادة إمكانيات *ThyroDrink* كبديل طبيعي داعم لوظائف الغدة الدرقية، وتفتح المجال لتنمية محلي لنبتة *Bunium bulbocastanum* في مجال العلاج الحيوي.

الكلمات المفتاحية: نبتة التالغودة، *Bunium bulbocastanum*، الغدة الدرقية، مكمل غذائي طبيعي، جرذان ويسثار، السمية الحادة

Liste des abréviations

I¹³¹ : Iode radioactif (isotope utilisé en traitement)

API : Active Pharmaceutical Ingredient (Ingrédient Pharmaceutique Actif)

BMR : Réduction du Métabolisme de Base.

FOS : Fructooligosaccharides .

HE : Hématoxiline-Éosine (coloration histologique)

HE : Huiles Essentielles

HFCS : High Fructose Corn Syrup (Sirop de maïs à haute teneur en fructose).

HTI : Hormones Thyroïdiennes Iodées

LC-MS : Chromatographie Liquide couplée à la Spectrométrie de Masse

L-T4 : Lévo-thyroxine (forme synthétique de la T4)

MABP : Médicaments À Base de Plantes

OE : Orbitopathie endocrinienne

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

PCA : Plate Count Agar.

PM : Méabolites Primaires

PTU : Propylthiouracile

SDA : Sabouraud Dextrose Agar.

SM : Méabolites Secondaires

SPF : Sans Pathogène Spécifique.

T3 : Triiodothyronine

T4 : Thyroxine ou Tétraiodothyronine

TRH : Thyréolibérine (Thyrotropin Releasing Hormone)

TSH : Thyréostimuline (Hormone de stimulation de la thyroïde)

UFC/ml : Unités Formant des Colonies par millilitre

UV: Ultraviolet

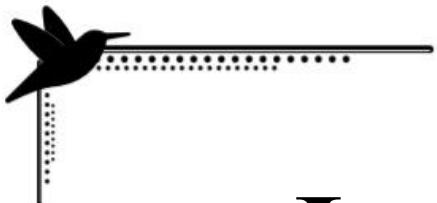
WHO: World Health Organization

Liste des figures

Figure 01 : Inflorescence des Apiacées	10
Figure 02 : Répartition géographique mondiale des Apiacées	11
Figure 03 : Plante <i>Bunium bulbocastanum</i>	12
Figure 04 : Exigences écologiques de la plante <i>Bunium bulbocastanum</i>	13
Figure 05 : Glande thyroïde	17
Figure 06 : Lobules et structures internes de la glande thyroïde	19
Figure 07 : Sirop de dattes	35
Figure 08 : Sirop d'érable	36
Figure 09 : Sorgho bicolore	36
Figure 10 : Sirop de yacon	37
Figure 11 : Sirop de maïs à haute teneur en fructose	38
Figure 12 : <i>Bunium bulbocastanum</i>	39
Figure 13 : Rats <i>albinos</i> de souche <i>Wistar</i>	39
Figure 14 : Pré-dissolution et Homogénéisation	40
Figure 15 : Ajustement du pH	41
Figure 16 : Pasteurisation	41
Figure 17 : conditionnement et étiquetage	42
Figure 18 : Analyse Microbiologique	45
Figure 19 : Préparation de la substance	46
Figure 20 : Prélèvement sanguin à partir du sinus rétro-orbitaire	49
Figure 21 : Prélèvement sanguin	50
Figure 22 : Résultats de l'ensemencement sur milieu PCA	54
Figure 23 : Résultats de l'ensemencement sur milieu SDA	54
Figure 24 : Courbe de Poids corporel des rats sous <i>Bunium bulbocastanum</i>	56
Figure 25 : Courbe de Poids corporel des rats (Phase 1)	57
Figure 26 : Courbe de Poids corporel des rats (Phase2)	59
Figure 27 : Courbe de Poids corporel des rats (Phase 3)	60
Figure 28 : Symptômes observés	64
Figure 29 : Amélioration de l'apparence du pelage,	66

Liste des tableaux

Tableau 1 : Symptômes et signes évocateurs d'hypothyroïdie.....	21
Tableau 2 : Symptômes et signes cliniques d'une hyperthyroïdie.....	22
Tableau 3 : Effets secondaires et limites de ces traitements.....	26
Tableau 4 : Avantages et les inconvénients de sirop.....	33
Tableau 5 : Évolution du pH au cours du temps.....	51
Tableau 6 : Observation organoleptique.....	52
Tableau 7 : Résultats de l'analyse microbiologique.....	53
Tableau 8 : Comtage des colonies sur PCA (bactéries).....	53
Tableau 9 : Comptage des colonies sur SDA (levures et moisissures).....	54
Tableau 10 : Evolution du poids corporel (g) des rats après administration de la poudre.....	55
Tableau 11 : Moyennes du poids des rats (g).....	57
Tableau 12 : Evolution du poids corporel (g) des rats après administration de CARBZ et LEVOX.....	58
Tableau 13 : Evolution du poids corporel (g) des rars après administration de la poudre de <i>Bunium bulbocastanum</i>	60
Tableau 14 : Analyse de sang de la phase d'induction des troubles thyroïdiens.....	67
Tableau 15 : Analyse de sang de la phase de traitement expérimental.....	69



Introduction



Introduction

L'Algérie est un pays riche en plantes médicinales qui sont d'une grande importance pour leurs utilisations dans plusieurs domaines comme le traitement à travers les recommandations des thérapeutes et des organisations internationales de santé OMS (**Chentouh et al., 2017**).

Ces plantes ont la capacité de fabriquer de nombreux composés appelés composés secondaires, qui ont un large éventail d'activités biologiques. De ce fait, l'évaluation de ces activités reste une tâche d'intérêt très intéressante (**Jacototet et al., 2003**). Récemment, la recherche scientifique n'a servi qu'à établir la validité des bienfaits thérapeutiques de la majorité de ces plantes médicinales utilisées de façon empirique depuis des milliers d'années (**Lazli et al., 2019**)

La glande thyroïde joue un rôle fondamental dans le métabolisme, la croissance, la thermorégulation et le développement neurologique (**Jameson et Weetman, 2020**). Cependant, les troubles thyroïdiens, qu'il s'agisse d'hyperthyroïdie ou d'hypothyroïdie, affectent des millions de personnes dans le monde, avec une prévalence particulièrement élevée chez les femmes (**Vanderpump, 2011**). Bien que des traitements conventionnels tels que la lévothyroxine et la carbimazole soient largement utilisés, ils restent associés à divers effets secondaires et nécessitent un suivi médical rigoureux (**Gharib et al., 2016**).

Face à cela, l'intérêt pour les solutions naturelles et complémentaires n'a cessé de croître. Dans cette optique, le développement de compléments alimentaires à base de plantes médicinales pourrait offrir une alternative prometteuse pour soutenir la fonction thyroïdienne de manière douce et durable (**Rojas-Armas et al., 2020**).

En Algérie, les troubles thyroïdiens représentent également une problématique de santé publique, notamment dans certaines régions où l'iode alimentaire est insuffisant ou mal assimilé (**UNICEF et OMS, 2016**).

Malgré cela, le marché algérien reste très pauvre en compléments alimentaires naturels locaux spécifiquement destinés à soutenir la fonction thyroïdienne. La majorité des produits disponibles sont importés et souvent coûteux, ce qui limite leur accessibilité pour une grande partie de la population. D'où l'importance d'investir dans la valorisation des plantes médicinales autochtones à potentiel thérapeutique.

Parmi ces plantes, le *Bunium bulbocastanum*, localement connu sous le nom de « Talghouda », possède une longue tradition d'utilisation en médecine populaire pour ses effets supposés sur le système endocrinien, notamment dans les régions du nord-est algérien (**Bouzabara et al., 2018**).

Introduction

Elle constitue une ressource naturelle encore peu exploitée scientifiquement malgré son potentiel.

Notre projet s'inscrit dans cette démarche scientifique et innovante. Il vise à formuler un complément alimentaire naturel à base de poudre de talghouda, enrichi en autres ingrédients naturels tels que la mélasse de dettes, l'acide citrique, les arômes naturels et la gomme arabique, et à évaluer son efficacité sur un modèle animal de troubles thyroïdiens

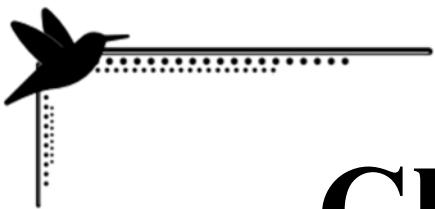
L'objectif est de proposer une formulation stable, efficace, conforme aux exigences de qualité, et potentiellement transposable vers une mise en marché future, en réponse à un besoin national non satisfait.

Le travail présent est divisé en deux parties :

- Une recherche bibliographique contenant 3 chapitres :
 - Chapitre 1 : consacré à l'étude bibliographique concernant des informations sur la phytothérapie et la plante *Bunium Bulbocastanum* .
 - Chapitre 2 : consacré à l'étude détaillée de la glande thyroïde et des principales pathologies qui y sont associées (hypothyroïdie et hyperthyroïdie), ainsi que des traitements conventionnels.
 - Chapitre 3 : Traite des compléments alimentaires, notamment leur définition, classification, formes, avantages, risques et l'intérêt des sirops à base de plantes.
- Une partie expérimentale dans laquelle le matériel et les méthodes utilisés sont présentées et les résultats sont présentés et discutés.

Première Partie :

Étude bibliographique



Chapitre 01



1. Généralité

Les plantes représentent l'un des deux grands groupes d'organismes vivants indispensables au bon fonctionnement de la biosphère. Présentes dans toutes les régions du globe, elles se déclinent sous une grande diversité de formes et de tailles, allant des algues vertes aux arbres, en passant par les fougères, les graminées, les plantes herbacées et les plantes à fleurs. Bien que certaines soient parasites, la majorité produisent leur propre nourriture grâce à la photosynthèse. Leur rôle fondamental dans la chaîne alimentaire est reconnu depuis l'Antiquité (**Fernando, 2012**). Parmi elles, les plantes médicinales occupent une place particulière. Définies par la circulaire n°346 du 2 juillet 1979 comme des plantes « présentant des propriétés médicamenteuses, sans avoir ni ne pouvant avoir aucune utilisation alimentaire, condimentaire et hygiénique », elles sont utilisées pour leurs vertus curatives, aromatiques ou nutritionnelles (**Gamil et al., 2025**).

Les constituants bioactifs de ces plantes sont classés en deux grandes catégories : les **métabolites primaires**, tels que les glucides, les protéines, les graisses et l'alcool, qui assurent les fonctions vitales de croissance, reproduction et métabolisme ; et les **métabolites secondaires**, tels que les terpénoïdes, les composés phénoliques et azotés, qui interviennent principalement dans les mécanismes de défense et d'adaptation des plantes à leur environnement. Si les premiers sont essentiels à la vie cellulaire, les seconds, bien que non vitaux à court terme, sont déterminants pour la survie à long terme (**Elshafie et al., 2023**). L'importance des plantes médicinales réside dans leur richesse en molécules bioactives aux effets antimicrobiens, antiviraux, anticancéreux, antioxydants, anti-inflammatoires, antihypertenseurs ou encore neuroprotecteurs. Elles jouent un rôle clé aussi bien comme traitements principaux que comme compléments aux médicaments classiques, et leur intérêt est renforcé aujourd'hui face à la montée des résistances aux antibiotiques. En effet, entre 25 à 50 % des médicaments utilisés actuellement dans le monde dérivent de substances actives extraites de plantes médicinales (**Maldonado Miranda, 2021**).

2 .Phytothérapie

Le mot phytothérapie a été inventé en 1913 par le médecin français Henri Leclerc, pionnier de la documentation des usages des plantes médicinales. Phyto vient du grec phuein, qui signifie « apparaître », qui est devenu le mot grec phuton, qui signifie « plante ». La variante phyto est utilisée pour former des mots composés, comme phytotherapy. Le mot thérapie vient également du grec therapeuein, qui signifie « administrer ou traiter médicalement ». Ce mot est devenu

plus tard le grec *therapeia*, qui signifie « guérir », puis est entré dans le vocabulaire anglais par sa variante latine *therapia* (**Ungvarsky et Janine, 2017**) .

La phytothérapie est une pratique ancestrale qui utilise les plantes pour traiter les maladies. On l'appelle parfois phytothérapie ou herboristerie ; cependant, de nos jours, on distingue souvent la phytothérapie, davantage fondée sur la science et issue de l'herboristerie, tandis que l'herboristerie s'appuie davantage sur la tradition, les enseignements transmis de génération en génération et les témoignages (**Ungvarsky et Janine, 2017**) .

La phytothérapie moderne et rationnelle n'est pas une médecine alternative, mais fait partie de la médecine conventionnelle actuelle, fondée sur des preuves, en tant que traitement naturopathique classique ,Selon la définition nationale et européenne, la phytothérapie est « l'utilisation médicinale scientifiquement fondée de plantes et de préparations dérivées de celles-ci, dans le traitement, le soulagement et/ou la prévention de maladies ou de blessures, selon des normes reconnues de qualité, de sécurité et d'efficacité (**Zimmermann-Klemd et al., 2022**) .

2.1. Historique

La phytothérapie peut se prévaloir d'une histoire multiséculaire qui remonte aux premières civilisations. L'œuvre d'Hippocrate, rassemblant les drogues de l'Occident et celles qui ont été héritées des Perses, domine toute l'Antiquité gréco-latine. Durant la période médiévale se développa les jardins botaniques dans les couvents et les monastères où l'on cultive les simples. La Renaissance est l'ère de découvertes nombreuses tant sur le plan des espèces que sur celui de la science avec Paracelse, puis Linné. Au XIX e siècle, avec les progrès de la chimie, de nombreux principes actifs d'origine végétale sont isolés : morphine, quinine, alcaloïdes de l'ergot de seigle. C'est ainsi qu'au fil des siècles la notion de médicament s'est dégagée de celle plus vaste de drogue active, mais les deux concepts coexistent encore de nos jours (**Ferreira et al., 2014**) .

2.2. Différentes branches

L'Aromathérapie : c'est une thérapie qui utilise des essences végétales ou huiles essentielles, substances aromatiques issues de diverses familles de plantes. Ces huiles sont des produits complexes, nécessitant une utilisation prudente et le respect des doses prescrites, l'administration percutanée étant la plus intéressante.

La gemmothérapie : utilise des extraits alcooliques et glycériques de jeunes tissus végétaux, comme les bourgeons et les radicelles, dilués au neuvième degré. Chaque extrait possède une affinité pour un organe ou une fonction.

L'herboristerie : c'est une méthode de phytothérapie classique et ancienne qui utilise des

plantes fraîches ou séchées. Elle repose sur des méthodes de préparation simples comme la décollection, l'infusion ou la macération, qui peuvent être appliquées sur la peau ou ajoutées à un bain. On utilise également des poudres sèches modernes, préservant ainsi les principes actifs

L'homéopathie : utilise des plantes d'origine végétale, animale et minérale, notamment les plantes fraîches en macération alcoolique, appelées teintures mères, pour imprégner les grains de saccharose et de lactose, et la plus utilisée est celle de *Calendula officinalis*, ou fleur.

La phytothérapie chinoise : fait partie de l'ensemble de la médecine traditionnelle chinoise, incluant l'acupuncture et la diététique chinoise, visant à modifier les niveaux ou circuits énergétiques au sein du corps.

La phytothérapie pharmaceutique utilise des produits végétaux extraits et dilués dans l'alcool ou autre solvant pour obtenir une action soutenue et rapide. Les extraits sont présentés sous forme de sirop, gouttes, suppositoires, gélules, lyophilisats, nébulisats (**LAROUSSE, 2025**) .

2.3. Types de pratiques

Il existe différentes types de pratiques de phytothérapie, la première étant :

Phytothérapie traditionnelle, également appelée médecine traditionnelle à base de plantes. Il s'agit de la plus ancienne forme de phytothérapie, fondée sur des connaissances transmises de génération en génération (**Ferreira et al., 2014**) .

Phytothérapie moderne, des quantités définies de composés biologiquement actifs. Cette pratique débouche suivant les cas sur la fabrication de médicaments pharmaceutiques ou de phytomédicaments (**Weixlbaumer et al., 2020**) .

Phytothérapie prophylaxie sans but actuellement perçu comme thérapeutique, existant déjà dans l'Antiquité. C'est le cas d'associations traditionnelles en cuisine, de techniques de conservation, ou de consommation de produits tels que les thés ou infusions (**Hintz et al., 2015**).

2.4. Principales formes

- **Infusions**

C'est le procédé d'extraction de composés chimiques d'une substance dans un solvant hautement soluble tel que l'eau, l'huile ou l'alcool, en laissant le tissu en suspension dans le solvant pendant une période prolongée

- **Les décoctions**

Sont la méthode privilégiée pour traiter les plantes résistantes et fibreuses, car elles impliquent

de cuire la plante plus longtemps que de la simplement faire bouillir dans de l'eau chaude.

- **Teintures**

La teinture est un extrait alcoolique et aqueux utilisé lorsque les plantes contiennent des substances actives peu solubles dans l'eau, ou lorsqu'une grande quantité doit être préparée pour des raisons pratiques et qu'une conservation à long terme est nécessaire.

- **Cataplasmes**

Sont des masses fondues, humides, chauffées et médicamenteuses utilisées pour traiter les affections cutanées telles que la peau sèche, inflammatoire ou douloureuse.

- **Glycérides à base de plantes**

La glycérine est un extrait fluide d'une plante ou d'une autre substance médicinale, dont la composition peut être à base de glycérine.

- **Capsules à base de plantes**

Les capsules sont des formes galéniques solides contenant des médicaments et des agents de remplissage, enfermées dans un contenant en gélatine.

- **Onguents à base de plantes**

Un onguent est une préparation homogène, visqueuse et semi-solide, généralement huileuse et épaisse (80 % d'huile et 20 % d'eau), à haute viscosité, destinée à une application externe sur la peau ou les muqueuses.

- **Crèmes à base de plantes**

Les crèmes sont des émulsions semi-solides constituées d'un mélange huile-eau. Ce sont des préparations visqueuses semi-solides qui peuvent être de type huile dans eau (crème aqueuse) ou eau dans huile (crème huileuse).

- **Savons aux plantes**

Le savon est un sel d'acide gras obtenu par saponification d'un acide gras avec une base appropriée (comme la soude caustique).

- **Pâtes à base de plantes**

D'un point de vue pharmaceutique, les pâtes topiques sont des onguents pouvant contenir environ 50 % de poudre dispersée dans une base grasse.

(Sebastian *et al.*, 2022) .

2.5. Limites de phytothérapie

Incertitude face aux maladies nouvelles : Avant de proposer un traitement quelconque, il faut savoir ce que l'on veut traiter ; or, avec ce fameux virus on est très mal servi. On entre rapidement dans l'inconnu, sans référence scientifique.

Insuffisance d'outils thérapeutiques pour certaines pathologies : les effets de ces phytomédicaments se font attendre, et le traitement est rarement inférieur à un ou trois mois. Les associations sont difficiles et mal expérimentées.

Problème de dosage et de formes galéniques : Il faut comprendre que la phytothérapie est restée souvent à des posologies standard, traditionnelles, et que les doses importantes n'ont pas été tentées. Les formes galéniques, non plus

Proximité de la toxicité en aromathérapie : Souvent, en aromathérapie, on est proche de doses toxiques, et l'expérimentation ne peut s'exercer au-delà de dose « limite » (**Goetz, 2021**).

2.6. Avantages de phytothérapie

2.6.1. Au niveau de la santé

Les plantes utilisées en phytothérapie peuvent avoir des propriétés anti-inflammatoires, antioxydantes, analgésiques, antispasmodiques, etc. qui peuvent soulager les douleurs et les symptômes de différentes affections

Les extraits de plantes peuvent aider à réguler les fonctions du système immunitaire, contribuant ainsi à renforcer les défenses naturelles de l'organisme (**Gupta et al., 2021**).

Certaines plantes ont des propriétés adaptogènes, qui aident à améliorer la résistance de l'organisme au stress et à l'anxiété (**Boussouf et al., 2017**).

2.6.2. Au niveau économique : Les produits de phytothérapie sont, en général, bien moins chers que les produits de médecine classique (en particulier les tisanes). Notons cependant qu'ils ne sont pas remboursés par la Sécurité Sociale (**Pasdeloup, 2019**).

2.6.3. Au niveau écologique et environnemental : La production de plantes médicinales est moins énergivore que la synthèse chimique des synthèses chimique des Ingrédients Pharmaceutiques Actifs (API), surtout lorsqu'elle est réalisée de manière biologique et locale. Les processus de fabrication et de transformation dans la phytothérapie sont plus simples et consomment moins d'énergie. La distribution locale et les emballages simples réduisent les émissions de transport et les déchets. La gestion des déchets de phytothérapie est souvent moins problématique et peut être plus durable que celle des déchets pharmaceutiques (**Garraud, 2024**).

2.7. Inconvénients de phytothérapie

La phytothérapie est une thérapie naturelle, mais ce n'est pas une médecine douce comme peut le penser un grand nombre de personnes (**Pasdeloup, 2019**).

Les risques sont principalement liés à l'utilisation de préparations à base de plantes de qualité inadéquate, à une évaluation erronée de leur efficacité, ainsi qu'à une méconnaissance des effets secondaires indésirables et des interactions possibles entre les médicaments chimico-synthétiques (**Zimmermann-Klemd et al., 2022**) .

La longue tradition et l'origine présumée « naturelle » ne garantissent pas la sécurité des traitements à base de plantes, des impuretés et à l'absence de contrôles qualité, les médicaments à base de plantes dont la qualité est contrôlée ne doivent pas être considérés comme inoffensifs. la présence de principes actifs aux propriétés toxiques et cancérogènes a été démontrée dans divers produits phytopharmaceutiques (**Iten et al., 2002**) .

2.8. Dans l'Algérie

L'Algérie est le plus grand pays du bassin méditerranéen, d'Afrique et de la région arabe avec une superficie totale de près de 2,4 millions de km² et 1 600 de littoral. En plus d'un climat diversifié, l'Algérie se caractérise par une flore riche composée de 4 000 taxons, 917 genres et 131 familles. De plus, en raison de son histoire ancienne en tant que l'un des premiers berceaux de l'Homo sapiens et de la civilisation dans le monde, l'Algérie possède une diversité culturelle importante et riche (**Belhouala et Benarba, 2021**) .

2.9. Réglementation

Selon l'OMS :

Une consultation de l'OMS tenue à Munich en juin 1991 a élaboré des lignes directrices concernant l'évaluation des MABP qui ont été adoptées pour utilisation générale par la sixième conférence à Ottawa en octobre 1991. Ces lignes directrices définissent les critères de base de l'évaluation de la qualité, de l'innocuité et de l'efficacité des remèdes à base de plantes. Une règle générale de cette évaluation est qu'il faut tenir compte de l'expérience traditionnelle acquise dans l'utilisation de ces produits et de leur contexte médical, historique et ethnologique. En 1995, un projet de mise au point de monographies exhaustives a vu le jour en rédigeant un document technique intitulé "Monographies de l'OMS sur des plantes médicinales sélectionnées" (**OMS, 1998**).

En 2000, l'OMS a publié des directives générales concernant les procédures méthodiques d'examen dans le cadre de la médecine traditionnelle, incluant des mesures sur la qualité, la surveillance des risques et d'efficacités (**Grünwald et al., 2006**) .

Selon l'Algérie :

L'Algérie possède une réserve de remèdes à base de plantes et de savoir-faire dans la médecine

traditionnelle. Aujourd'hui, les médicaments à base de plantes (MABP) occupent une place considérable dans le commerce pharmaceutique international.

Réglementation et critères spécifiques des médicaments à base de plantes (MABP): La réglementation pharmaceutique nationale couvre à la fois les médicaments à usage humain et ceux à usage vétérinaire, et comprend une série de dispositions qui s'applique de la même façon à tous les médicaments, qui sont régis par l'arrêté du 25 juin 2005 fixant la procédure, le but et le déroulement des phases d'expertises d'un produit pharmaceutique soumis à l'enregistrement. Cette expertise, conformément à l'article 12 du décret exécutif n° 92-284 (2), comprend quatre phases :

- Etude et évaluation du dossier scientifique et technique.
- Essais physico-chimiques et, le cas échéant microbiologiques et biologiques.
- Essais pharmacologiques et toxicologiques.
- Essais cliniques.

Le déroulement et le contenu des études et essais sont définis par les dispositions de l'arrêté n°37 du 23 août 1998, fixant les procédures d'expertises analytiques, pharmaco-toxicologiques et cliniques appliquées aux produits pharmaceutique (**Zerguine, 2016**).

3. Présentation de plante

3.1. Historique

Bunium bulbocastanum, ou « Noix ou gland de terre » ou "Talghouda" est une plante familière des milieux ruraux dans toutes les régions du tell en Algérie. Elle évoque pour certains une source alimentaire remarquable mais pour d'autre, un symbole de misère qui leur fait rappeler la famine des années de disette en particulier Durant la deuxième guerre mondiale et la période de révolution nationale. De nos jours, elle intéresse certains cueilleurs herboristes pour son usage thérapeutique. Par contre, elle cache une qualité nutritive et peut avoir un double intérêt pour sa valorisation. Elle pourrait être vue comme une culture adaptée pour les régions de montagne et possède également un trésor à creuser pour le traitement du goitre et le disfonctionnement de la thyroïde (**Boumediou et al., 2017**).

3.2. Famille des Apiaceae

Les Apiacées (anciennement Ombellifères) constituent l'une des plus grandes familles de plantes de l'ordre des Apiales. Communément appelées famille du persil ou de la carotte, elles comptent près de 3 780 espèces appartenant à 434 genres répartis dans de nombreuses régions du monde (**Thiviya et al., 2022**).

La famille des Apiacées, qui comprend plusieurs légumes, herbes et épices d'importance

économique, est l'une des plus nombreuses. Les ombellifères (notamment l'anis, le fenouil, la carotte, la coriandre, le persil, etc.) sont également de précieuses sources d'aromatisants et de parfums botaniques. De plus, produisent une grande variété de métabolites spécialisés distinctifs (phénylpropanoïdes volatils, furanocoumarines, coumarines sesquiterpéniques, polyacétylènes et phthalides) (Sousa *et al.*, 2021).

Différentes parties, telles que la racine, la feuille, le pétiole, le pseudobulbe et la graine, servent à ces fins (source nutritionnelle, mais aussi comme source de saveur, de parfum et de médicaments). Toutes les parties des Apiacées contiennent des glandes sécrétoires qui jouent un rôle important dans le stockage des huiles essentielles (HE) (Thiviya *et al.*, 2022).

Inflorescence simple : ombelle inflorescence composée : ombelle composée

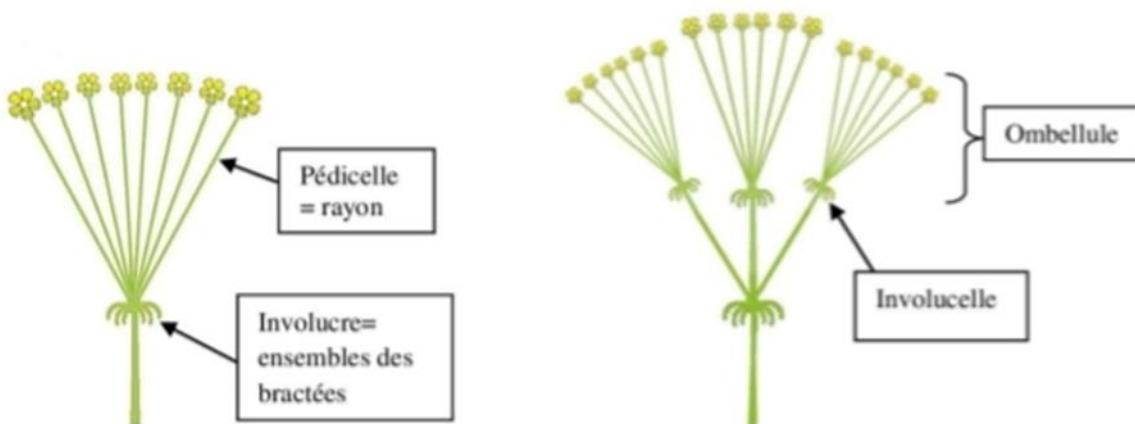


Figure 01 : Inflorescence des Apiacées (Lefahal, 2014).

3.3. Genre *Bunium*

Bunium (Apiaceae) est une plante médicinale largement répandue. En Algérie, le nom du genre dérive du terme grec βούνιον (boúniōn), ce qui signifie l'obésité due à forme typique et large de ses tubercules. Avec environ 50 espèces, le genre *Bunium* est distribué en Afrique du Nord, en Asie et en Europe. Parmi 212 espèces arides ou géophytes sub-arides, ce genre comprend 128 espèces synonymes et 31 espèces non résolues.

En particulier, quatre espèces de *Bunium* sont endémiques. Parmi sept espèces trouvées dans la flore algérienne. Le nom du genre est fixé sur *Bunium*, dans cas rares, le genre *Carum* est cité comme un équivalent (Adoui *et al.*, 2022).

3.4. Répartition géographique

On retrouve la famille sur presque tous les continents, mais elle est particulièrement répandue

dans les zones tempérées montagneuses et assez peu fréquente dans les régions tropicales. Une caractéristique de distribution est enregistrée chez ses trois sous-familles. Les Apioideae, bien que bipolaires et principalement localisées en Eurasie, les Saniculoideae, également bipolaires mais majoritairement présentes dans l'hémisphère sud, et les Hydrocotyloideae qui se retrouvent principalement dans l'hémisphère sud ceci est montré sur figure 1(Gil, 2025).



Figure 02 : Répartition géographique mondiale des Apiacées (Heywood, 1996).

3.5. *Bunium bulbocastanum*

C'est une plante vivace, herbacée dès sa souche, dont les racines produisent de petits tubercules comestibles qui servent d'organes de réserve pour résister aux périodes de disette. La végétation aérienne persiste généralement en hiver, selon le climat (Morand, 2020). Cette plante est aussi connue comme : kala jeera, Noir Cumin, Talghouda, Noix de terre selon (Kamal et al., 2022).

3.6. Taxonomie

Selon (Jarvis, 2007) , Pour mieux situer cette plante dans le règne végétal , il convient de présenter sa classification :

Royaume : Plantes

Phylum : Trachéophytes

Commande : Apiales

Famille : Apiacées

Genre : *Bunium*

Espèces : *bulbocastanum*



Figure 03 : Plante *Bunium bulbocastanum* (Lariuchin, 2012).

3.7. Description morphologique de la plante

➤ Description de la semence

Avant de s'intéresser à la plante adulte, il est essentiel de décrire la semence, car elle porte déjà des caractéristiques morphologiques propres à l'espèce :

Dimensions : 1,0-1,2 x 3,0-5,0 mm.

Couleur : Brun.

Forme : Ovoïde allongée à fusiforme, arquée, à section transversale polygonale bien visible dans la partie apicale.

Ornementation : Côtes longitudinales peu saillantes.

Fruit contenant les graines : Diakène.

➤ Description de la plantule

Cotylédons très étroits allongés (plus de dix fois plus longs que larges). Germination hypogée. Feuilles divisées, pennées.

➤ Description de la plante adulte

La plante arrivée à la maturité présente une morphologie bien définie, marquée par des adaptations spécifiques :

Hauteur : 30 à 70 cm.

Tiges finement striées, anguleuses dans toute leur longueur, peu feuillées.

Feuilles inférieures bi- tripennatiséquées, à lanière linéaire et à contour à peu près triangulaire.

Feuilles caulinaire sessiles.

Fleurs blanches en ombelles de 6 à 20 rayons. Involucre composé de 6 à 10 bractées très aiguës. Involucelles formées aussi d'assez nombreuses bractées. Le calice se termine au sommet par 5 dents très courtes.

Fruits : akènes à peu près 2 fois plus longs que larges et non sensiblement élargis au-dessus de

sa base (3 mm). Brun noir à côtes claires. Odeur aromatique et goût un peu âcre. Carpophore persistant sur l'inflorescence après la chute du fruit.

Plante dont les tubercules nourrissants ont un goût analogue à celui des châtaignes, et qui peuvent être consommés.

Espèce rare dans les cultures en France.

Type biologique : vivace à tubercules (**Lonchamp, 2020**).

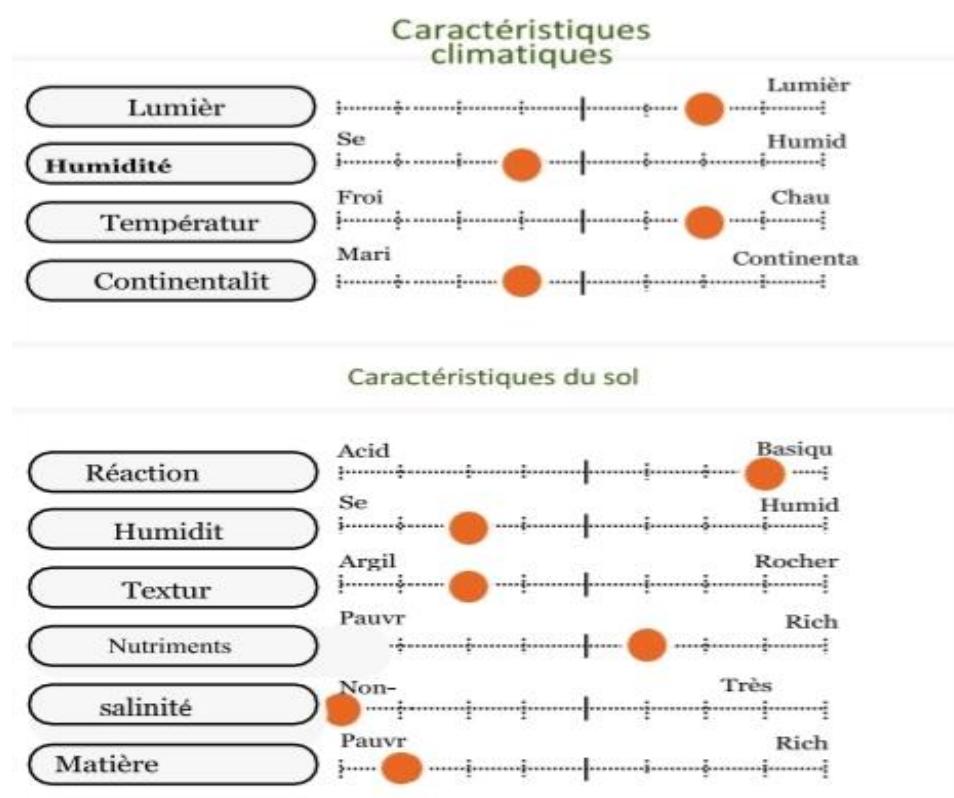


Figure 04 : Exigences écologiques de la plante *Bunium bulbocastanum* (Julve, 2021)

3.8. Composition phytochimique

L'analyse de la composition de différentes parties de la plante montre différentes classes de composés, y compris des terpénoïdes et des non-terpénoïdes, comme l'oxyde de caryophyllène et le caryophyllène, le (Z)-farnésène, le germacrène B, le spathulénol, le nonacosane et l'acide palmitique. Composés phénoliques, acides gras et alcaloïdes (**Benkhalifa, 2018**).

Ses racines poussent à l'état sauvage et donnent un tubercule riche en amidon, consommé cru ou sec et moulu pour obtenir une farine composée de : 15,66 % d'eau, 5,5 % de cendres, 7 % de matières azotées, 1,34 % de matières grasses, 63,2 % d'amidon et de ses congénères, 6,4 % de cellulose (**Bouhalla et al., 2024**) .

- **Huile essentielle**

Différentes espèces du genre possèdent généralement une odeur piquante et sont des sources potentielles de métabolites secondaires, principalement des terpénoïdes, qui constituent les huiles essentielles présentes dans leurs glandes sécrétoires. Crétoires.

Une étude algérienne menée sur les tubercules révèle par LC-MS la présence notable de 4-méthylguaïacol, naringénine, acide syringique et éther diméthylique de l'acide caféïque accompagnée de composés volatils majeurs (monoterpènes/sesquiterpènes)

- **Flavonoïdes** : la naringénine est identifiée comme le composé volatil prédominant
- **Acides phénoliques** : les principaux acides phénoliques identifiés sont l'acide syringique et l'éther diméthylique de l'acide caféïque, tous deux reconnus pour leurs propriétés antioxydantes.
- **Métabolites volatils atypiques** : le 4-méthylguaïacol est identifié comme composé volatil majeur ; il s'agit d'un isomère méthylé du guaïacol, généralement associé à des arômes fumés ou épices d'amidon et de ses congénères, 6,4 % de cellulose (**Bouhalla et al., 2024**).

3.9. Utilisation traditionnelle

Depuis des siècles, cette plante est utilisée dans diverses cultures pour ses vertus nutritionnelles et médicinales :

3.9.1. Usage alimentaire

Les tubercules et les racines étaient utilisés dans l'alimentation humaine depuis l'Antiquité. Il semble que depuis la Seconde Guerre mondiale et la période de la révolution nationale en Algérie, nos parents aient été attirés par la noix, séduits par son apport énergétique et son usage thérapeutique. Les fruits sont utilisés comme herbes aromatiques et les feuilles et les racines sont consommées en légumes. Ses racines poussent à l'état sauvage et donnent un tubercule riche en amidon, consommé cru ou sec et moulu pour obtenir une farine. Ses fruits et ses graines sont utilisés depuis longtemps comme épice en cuisine (**Bouhalla et al., 2024**).

3.9.2. Usage Médicinal

Utilisées dans la médecine folklorique de différentes régions du monde même si ce n'est pas tous ces espèces ont été étudiées dans ce sens. Dans la médecine populaire persane, il a été recommandé comme médicament efficace contre les infections urinaires et respiratoires et les troubles digestifs et un répulsif contre les parasites. Il a également trouvé des utilisations thérapeutiques locales contre les nausées, grippe, constipation et convulsions, dyspepsie,

diarrhée, dysménorrhée, coliques, dyspnée. Il a également été reconnu comme un puissant apéritif, vermifuge, antiseptique, diurétique et agent digestif (**Mohammadhosseini et al., 2021**).

3.9.3. Usage thérapeutique

L'usage médicinal est peu exploré et manque de preuves expérimentales

❖ Action pharmacologique et thérapeutique

Il est bien connu que cette plante possède des propriétés anticancéreuses, antidiabétiques, antimicrobiennes et antifongiques, et cela est dû à son activité antioxydante puissante et à sa teneur élevée en phénols. Cette plante et ses dérivés possèdent des propriétés antimicrobiennes, antioxydantes, anti-inflammatoires, antidiabétiques, antihyperlipidémiques et analgésiques. L'huile essentielle contient de hauts niveaux de monoterpènes oxygénés, qui ont de forts effets antimicrobiens et antioxydants (**Kamal et al., 2022**).

❖ Comme agent de chimiothérapie

L'effet cytotoxique des fractions d'acétate d'éthyle et aqueuse de l'extrait de cette plante, qui a une propension à l'antioxydation plus élevée que la normale acide ascorbique. Les études ont également révélé la puissance de cette fraction en agent anticancéreuse (**Hazarika et Das, 2019**).

❖ Comme médicament hypoglycémiant dans le diabète sucré

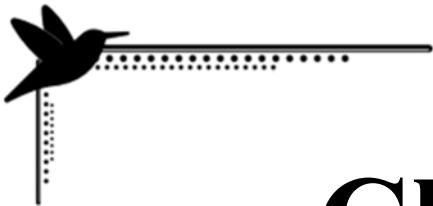
Aucune étude n'a été menée sur l'antiglycation des fruits de *B. bulbocastanum*. Les fractions de chloroforme et d'acétate d'éthyle possèdent des propriétés antiglycation et antioxydation. La fraction de chloroforme s'est avéré l'agent antiglycation le plus efficace pour les tests in vitro. L'activité antioxydante de l'acétate d'éthyle et des fractions aqueuses a montré des résultats prometteurs.

D'autres études sur les extraits de fruits de cette plante pourraient mener à des thérapies pour réduire les complications diabétiques (**Ahmad et Khan, 2014**).

❖ Comme agent antimicrobien

C'est une plante antimicrobienne puissante, pourrait être utilisé comme agent antimicrobien grâce à son potentiel à combattre certains agents pathogènes d'origine alimentaire. Des études sur des extraits de plantes pourraient contribuer au développement de médicaments ciblant des photomicroorganismes spécifiques tout en minimisant les dommages causés aux fleurs naturelles de ces organismes. Cependant, l'introduction de bactéries pathogènes dans les aliments peut augmenter les infections d'origine alimentaire, la morbidité et la mortalité, et limiter l'efficacité des antibiotiques. Par conséquent, les antimicrobiens naturels sont

considérés comme des alternatives viables aux antibiotiques de synthèse et aux conservateurs bactériens (**Kamal *et al.*, 2025**) .



Chapitre 02



1. Généralité

La glande thyroïde (du grec «thyreoeides», qui signifie « en forme de bouclier », c'est l'une des plus grosses glandes endocrines, c'est-à-dire un organe qui produit des hormones, substances transportées dans le sang et qui diffusent dans toutes les parties du corps. Elles agissent comme des messagers, capables d'ordonner des actions à distance de la thyroïde (**Sanlaville et Bouchard, 2012**).

Elle sécrète principalement 2 hormones :

- T3 (thriiodothyronine).
- T4 (thyroxine ou tétraïodothyronine).

Hormones thyroïdiennes qu'elle sécrète, interviennent chez l'embryon et le jeune enfant dans le développement du système nerveux et dans la croissance. À tous les âges de la vie, elles contribuent au bon fonctionnement de nombreux organes (**Schlumberger et Borson, 2017**).

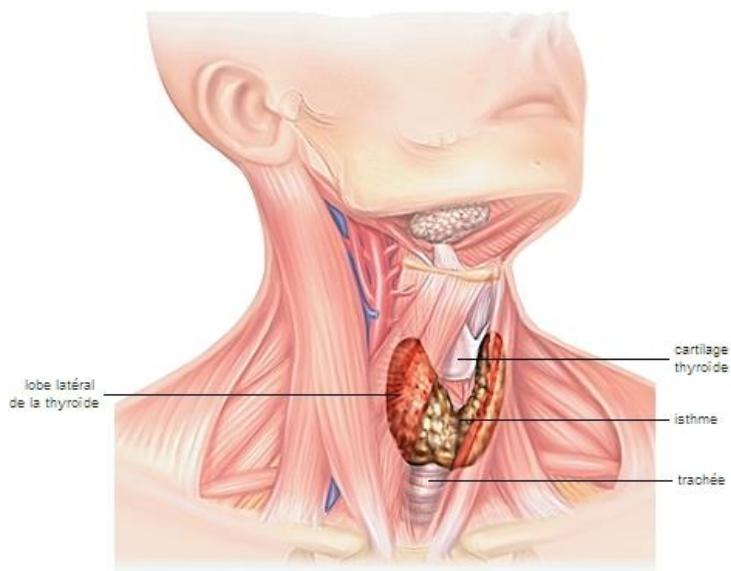


Figure 05 : Glande thyroïde (Pierre, 2012).

2. Anatomie

La thyroïde est une glande endocrine brun-rouge en forme de papillon, très vascularisée, située à l'avant du cou. Elle s'étend généralement de la cinquième vertèbre cervicale (C5) à la première vertèbre thoracique (T1) et pèse entre 15 et 25 g, ce qui en fait la plus grande des glandes endocrines.

Elle est logée dans la partie prétrachéale du fascia cervical profond et comporte un isthme central reliant les deux lobes, droit et gauche, dans leur partie inféromédiale. Entre 8 mois et 15 ans, la taille est similaire chez les garçons et les filles, mais elle devient légèrement plus lourde chez les femmes après 15 ans.

Chaque lobe est de forme conique, avec un sommet dirigé vers le haut et en dehors, et une base orientée vers le bas et légèrement médialement. Leur hauteur est d'environ 5 cm, 3 cm de largeur et 2 cm d'épaisseur. L'isthme se situe au-dessus du 2^e ou 3^e anneau trachéal, mesurant 1,25 cm en hauteur et largeur.

Certaines personnes présentent un lobe pyramidal, structure conique partant de l'isthme jusqu'à l'os hyoïde, parfois issu de la partie inféromédiale d'un lobe, surtout à gauche.

Enfin, la thyroïde est soutenue par les principaux cartilages du larynx, notamment reliée au cartilage cricoïde par des ligaments thyroïdiens latéraux, et fixée à l'os hyoïde par un élévateur fibro-musculaire (**Lounis Khodja, 2023**).

3. Histologie

La glande thyroïde est une exception parmi les glandes endocrines, car ses sécrétions ne sont pas stockées directement dans les cellules, mais dans une structure particulière appelée follicule. Elle est entourée d'une fine couche de tissu conjonctif qui la divise en petits lobules irréguliers. Chaque lobule contient plusieurs follicules, qui sont les unités fonctionnelles de la thyroïde.

Chaque follicule est entouré d'un tissu conjonctif riche en capillaires sanguins et lymphatiques. Les cellules qui tapissent ces follicules varient selon leur activité : elles sont cubiques ou cylindriques quand elles sont actives, et deviennent aplatis quand elles sont au repos. Le colloïde, une substance présente dans le follicule, prend une teinte rose avec la coloration hématoxyline-Éosine (HE), tandis que les cellules deviennent pourpres. En observant la

quantité et l'aspect du colloïde, on peut estimer l'activité du follicule : plus il y en a, plus le follicule est inactif (**Lounis Khodja, 2023**).

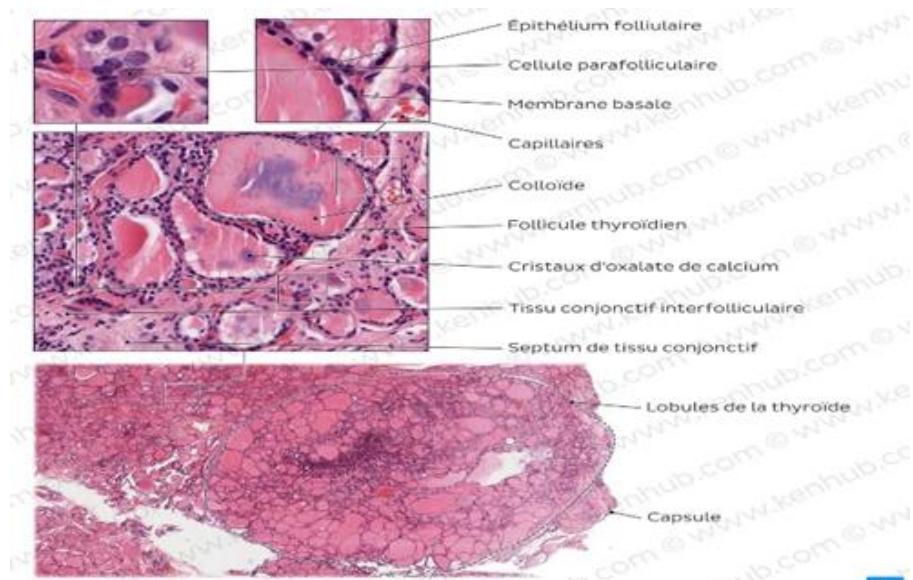


Figure 06 : Lobules et structures internes de la glande thyroïde (**Crumbie, 2023**).

4. Régulation hormonale (axe hypothalamo-hypophyso-thyroïdien)

La production et l'émission des hormones thyroïdiennes sont régulées par l'hormone adénohypophysaire thyréostimuline (TSH) ainsi que par les hormones thyroïdiennes elles-mêmes. La production de TSH est étroitement liée à celle de la thyréolibérine hypothalamique (hormone de libération de la thyrotropine [TRH]), qui stimule les cellules thyrotropes adénohypophysaires via les vaisseaux portes de la tige pituitaire. La TRH se lie aux cellules lactotropes et somatotropes de l'adénohypophyse, stimulant ainsi la production de prolactine et d'hormone de croissance. Sa production suit un cycle nyctheméral, avec une sécrétion maximale durant la nuit. Le froid l'intensifie, tandis que le stress la réduit.

La TSH active toutes les phases de biosynthèse des hormones thyroïdiennes (absorption des iodures, production des iodothyronines, pinocytose, sécrétion sanguine des hormones), provoque une hausse du flux sanguin vers la glande thyroïdienne et possède un effet trophique en amplifiant le volume et le poids de la thyroïde. Ces hormones appliquent un rétrocontrôle négatif sur l'axe hypothalamo-hypophysaire. Quand les niveaux de T3 et T4 libres augmentent, la quantité de TSH diminue, et vice versa. Le pool d'iodures intra-thyroïdien régule aussi la synthèse des hormones thyroïdiennes. L'effet Wolff-Chaikoff est une réaction qui se produit lorsque l'organisme est exposé à un excès de iodures, déclenchant ainsi une interruption de la production endocrinienne (**Bessaguet et al., 2023**).

5. Types des maladies thyroïdiennes

Les maladies thyroïdiennes comprennent une gamme d'affections qui affectent la glande thyroïde, entraînant des dysfonctionnements dans la production des hormones thyroïdiennes.

5.1. Dysendocrinies thyroïdiennes

Les dysendocrinies thyroïdiennes, qu'elles soient de nature auto-immune ou pas, se manifestent par une condition d'hypo- ou d'hyperthyroïdie, accompagnée ou non d'un goître. Effectivement, la fonction thyroïdienne peut être altérée aussi bien en hypo (réduction de la synthèse des hormones thyroïdiennes iodées) qu'en hyper (amplification de la production des Hormones Thyroïdiennes Iodées (HTI)) (**Maïga et al., 2014**).

5.1.1. Hypothyroïdie

On définit l'hypothyroïdie comme une baisse de l'activité de la glande thyroïde entraînant une réduction de la concentration en hormones thyroïdiennes circulantes, inférieure à la normale. Elle entraîne des manifestations de détérioration tissulaire et métabolique, auxquelles on attribue la dénomination d'hypo-métabolisme (**Petite et Meier, 2004**)

➤ Symptômes et signes évocateurs d'hypothyroïdie

Le tableau 01 ci-dessous résume les principaux symptômes et signes cliniques fréquemment observés chez les patients atteints d'hypothyroïdie.

Tableau 01 : Symptômes et signes évocateurs d'hypothyroïdie (**Petite et Meier, 2004**).

Symptômes	Signes cliniques
<ul style="list-style-type: none"> • Asthénie • Frilosité • Constipation • Diminution de l'entrain • Prise de poids • Ralentissement psychomoteur • Dépression • Faiblesse musculaire et myalgies • Paresthésies • Dyspnée d'effort • Trouble du cycle menstruel • Somnolence 	<ul style="list-style-type: none"> • Mouvement et discours lents • Peau sèche, froide, jaune paille • Perte des cheveux et ongles cassants • Voix rauque et macroglossie • Ralentissement de la phase de relaxation des réflexes • Œdème péri-orbitaire et visage bouffi • Infiltration cutanéo-muqueuse • Hypertension artérielle et bradycardie • Hypoacusie • Syndrome du tunnel carpien • Goitre occasionnel • Epanchement pleural et péricardique • Hypothermie

➤ Diagnostic de l'hypothyroïdie

Le diagnostic de l'hypothyroïdie ne se base pas uniquement sur les résultats des tests, car chaque individu possède un équilibre hormonal qui lui est spécifique. Bien que les résultats soient « dans les normes », ils peuvent être considérés comme anormaux pour un individu spécifique. Le diagnostic repose d'abord sur l'observation des symptômes cliniques (fatigue, prise de poids, sensibilité au froid...) puis est validé par une analyse sanguine. Un niveau élevé de TSH est un indicateur crucial. Par la suite, on examine le taux de thyroxine libre : Si elle est faible, on évoque une hypothyroïdie manifeste. Si elle est normale, nous parlons alors d'hypothyroïdie sub-clinique (pas encore symptomatique).

Un taux élevé de TSH peut être temporaire, par exemple suite à une maladie sévère ou à l'administration de certains médicaments. Il est donc nécessaire de procéder à une nouvelle vérification après quelques mois avant d'initier un traitement, afin d'éviter de traiter des cas qui auraient pu se stabiliser d'eux-mêmes (**Petite et Meier, 2004**).

5.1.2. Hyperthyroïdie

L'hyperthyroïdie est caractérisée par une stimulation excessive de la glande thyroïde, menant à une hausse de la concentration d'hormones thyroïdiennes circulantes et à une production dépassant les niveaux normaux. Elle entraîne des manifestations de détérioration tissulaire et métabolique, auxquelles on attribue le terme de thyrotoxicose (**Lefebvre et Wémeau, 2013**).

➤ Symptômes et signes cliniques d'une hyperthyroïdie

Le tableau suivant 02 présente les symptômes et manifestations cliniques caractéristiques de l'hyperthyroïdie.

Tableau 02 : Symptômes et signes cliniques d'une hyperthyroïdie (**Krull et Brändle, 2013**).

Symptômes	Signes cliniques
<ul style="list-style-type: none"> • Intolérance à l'effort, nervosité, anxiété, insomnie, difficultés de concentration • Tuméfaction cervicale, dysphagie, douleur à la pression du cou • Sensation de corps étranger, douleur, diplopie, troubles visuels • Palpitations, dyspnée d'effort • Augmentation de l'appétit, nausée, perte pondérale, fréquence des selles augmentée, diarrhée • Intolérance au chaud, sudation Cheveux fins, cassants, friabilité unguéale • Faiblesse, surtout cuisse • Irrégularités des cycles, stérilité (femme), baisse de la libido (homme) 	<ul style="list-style-type: none"> • Hyperactivité, insomnie, psychose • Goitre diffus/nodulaire, crépitement sur la thyroïde • Injection conjonctivale, rétraction palpébrale, œdème périorbitaire, exophtalmie, ophtalmoplégie, etc. • Tachycardie au repos, fibrillation/flutter auriculaire, grande amplitude tensionnelle, high output failure, œdèmes malléolaires • Perte pondérale, diarrhée • Peau chaude, humide Myxœdème prétilial, acropachie (néoformation osseuse sous-périostée et épaisissement des tissus mous des phalanges terminales) • Signe du tabouret, atrophie musculaire • Oligoménorrhée, polyménorrhée, baisse de la fertilité (femme), gynécomastie (homme)

➤ Diagnostic de l'hyperthyroïdie

L'analyse de la TSH est la première étape pour diagnostiquer une hyperthyroïdie. Si elle est faible ou même absente, cela pourrait signaler un dysfonctionnement de la thyroïde. À cette étape, on examine les hormones thyroïdiennes libres, à savoir la T3 et la T4. En cas de niveaux hormonaux normaux : il s'agit d'une hyperthyroïdie subclinique. Si elles sont élevées, on parle d'une hyperthyroïdie manifeste. Pour déterminer la cause, on peut effectuer une analyse des anticorps : Si les anticorps anti-récepteurs de la TSH sont détectés, il est probable qu'il s'agit de la maladie de Basedow (la forme auto-immune la plus courante). D'autres anticorps tels que les anti-TPO ou anti-thyroglobuline pourraient indiquer la présence de Hashimoto ou d'autres origines auto-immunes.

De plus, l'échographie de la thyroïde permet d'observer si la glande présente des anomalies ou des nodules, ce qui facilite le choix du traitement approprié. Si une autonomie (nodule actif) est suspectée, une scintigraphie peut valider le diagnostic, notamment si l'on envisage d'utiliser

de l'iode radioactif. Il est également important de considérer d'autres causes potentielles : Une thyroïdite (inflammation passagère), telle qu'à la suite d'un accouchement ou d'une infection virale. Des médicaments ou produits contenant de l'iode, tels que l'amiodarone ou les agents de contraste, peuvent également provoquer une hyperthyroïdie (**Krull et Brändle, 2013**).

5.2. Thyroïdites d'origine auto-immune

Les maladies auto-immunes de la thyroïde sont courantes dans la population générale et peuvent survenir à tout âge, mais elles sont particulièrement fréquentes chez les adultes, notamment chez les femmes. La thyroïdite de Hashimoto, qui peut mener à un goître euthyroïdien ou hypothyroïdien susceptible de progresser vers une atrophie thyroïdienne, est principalement due à l'auto-immunité thyroïdienne. La maladie de Basedow (également connue sous le nom de maladie de Graves ou de Graves-Basedow) est caractérisée par la présence d'un goître associé à une hyperthyroïdie, et souvent accompagnée d'une orthopathie (**Vigreux, 2009**).

5.3. Thyroïdites non auto-immunes

Les thyroïdites non auto-immunes regroupent un ensemble d'affections inflammatoires de la thyroïde dont l'origine n'est pas liée à un mécanisme immunitaire.

5.3.1. Thyroïdite subaiguë de Quervain

Cette affection est généralement accompagnée d'une douleur à la gorge et/ou de fièvre et se caractérise par une inflammation douloureuse de la glande thyroïdienne (**Garber et al., 2012**).

5.3.2. Thyroïdite du postpartum

Il s'agit d'une inflammation de la glande thyroïde qui se manifeste juste après l'accouchement. Cette affection s'apparente à des thyroïdites silencieuses et postpartum qui ressemblent à la maladie de Hashimoto. Toutefois, contrairement à ces dernières, la glande a souvent tendance à se rétablir, et le traitement substitutif aux hormones thyroïdiennes n'est nécessaire que pour une durée de quelques semaines (**Mircescu, 2009**).

5.3.3. Thyroïdite de Riedel (La thyroïdite silencieuse)

La thyroïdite silencieuse, dont la fréquence est similaire à celle de la thyroïdite subaiguë. Elle est ainsi dénommée parce qu'elle ne provoque aucun signe ou symptôme d'inflammation de la thyroïde. Initialement, le patient montre une hyperthyroïdie qui peut engendrer des symptômes

similaires à ceux de la maladie de Basedow-Graves, suivie par une phase d'hypothyroïdie entraînant une rémission totale. La présence d'anticorps antithyroïdiens similaires à ceux détectés lors de la maladie de Hashimoto constitue un élément de risque pour la persistance de l'hypothyroïdie (**Mircescu, 2009**) .

5.3.4. Goître simple

On désigne par goître toute expansion du volume de la thyroïde. Cette hypertrophie peut toucher la totalité de la glande ou être confinée à une zone spécifique (**Christophe et al., 2004**).

5.3.5. Cancer de la glande thyroïde

À l'inverse de nombreux autres cancers, celui de la glande thyroïde touche généralement plus tôt ; la plupart des patients se situent dans la tranche d'âge de 20 à 54 ans. Il est essentiel que la population ait connaissance de cette maladie, en particulier ceux ayant des nodules thyroïdiens. On peut presque toujours le guérir (**Liénart et al., 2011**).

6. Traitements conventionnels des dysthyroïdies

Les traitements conventionnels des dysthyroïdies varient selon le type de déséquilibre hormonal et visent à rétablir une fonction thyroïdienne normale.

6.1. Hypothyroïdie – Lévothyroxine (L-T4)

La thérapie de substitution hormonale thyroïdienne est le traitement standard pour l'hypothyroïdie. Son objectif est de rectifier les symptômes provoqués par la maladie afin de minimiser autant que possible les contraintes cliniques susceptibles d'affecter le bien-être du patient.

Le traitement substitutif utilise la lévothyroxine (L-T4) qui imite exactement les effets de la T4 naturellement produits par le corps et est ensuite transformé en T3 au niveau des cibles.

La substitution par le T4 est plus avantageuse que celle par le T3 en raison de sa demi-vie plus longue (sept jours contre 24 heures). La dose recommandée est de prendre le médicament chaque jour à jeûne, soit 30 minutes avant le petit-déjeuner ou deux heures après le repas du soir, accompagné d'un grand verre d'eau (**Malbos, 2024**).

La lévothyroxine peut provoquer des effets indésirables, comme l'aggravation d'une maladie cardiaque (angine, trouble du rythme, insuffisance cardiaque), une hypercalciurie ou une hypersensibilité à l'un des ingrédients actifs ou aux excipients. Il est également possible de

constater des symptômes d'hyperthyroïdie, en particulier lors d'un surdosage : palpitations, tremblements, insomnie, nervosité, augmentation de la température corporelle, perte de poids, diarrhée, etc. La lévothyroxine, pas la marge thérapeutique est restreinte, présente de nombreuses interactions. Celles-ci sont particulièrement notables avec les médicaments qui réduisent son absorption digestive ou qui peuvent perturber son métabolisme : résines échangeuses d'ions, antiacides, agents gastro-intestinaux topiques, adsorbants, sels de fer, sels de calcium, inhibiteurs de protéases, inducteurs enzymatiques et autres (**Malbos, 2024**).

6.2. Hyperthyroïdie

Le traitement de l'hyperthyroïdie manifeste (comme la maladie de Basedow, l'autonomie fonctionnelle ou l'hyperthyroïdie induite par l'iode) est clairement justifié en raison des risques accusés de maladies cardiovasculaires, d'ostéoporose et de fractures. En revanche, la décision de traiter une hyperthyroïdie sub-clinique doit être plus nuancée. Les études sur ses effets cardiovasculaires sont divergentes en raison de la diversité des patients (âge, degré de suppression de la TSH, durée de la maladie). Cependant, chez les patients de plus de 65 ans avec une TSH < 0,1 mU/l et une pathologie cardiaque préexistante, le risque cardiovasculaire semble plus élevé. Quant au risque de fractures, il reste incertain, bien que l'hyperthyroïdie sub-clinique ait un effet négatif sur la densité osseuse, notamment chez les hommes et les femmes pré-ménopausées (**Krull et Brändle, 2013**).

6.2.1. Traitement médicamenteux

Habituellement, en Europe, les thyréostatiques sont la première ligne de traitement pour l'hyperthyroïdie de Basedow. Le carbimazole et le propylthiouracile (PTU) bloquent la production des hormones thyroïdiennes (en inhibant l'iodation de la tyrosine provoquée par la thyroperoxydase) et semblent exercer une certaine action immun modulatrice (**Krull et Brändle, 2013**).

6.2.2. Traitement par iode radioactif

Thérapie avec de l'iode radioactif. L'usage de l'iode radioactif (^{131}I) est une solution permanente généralement employée lors d'une autonomie fonctionnelle ou d'une réapparition de la maladie de Basedow. L'iode est administré par voie orale suite à une analyse de captation afin de déterminer la quantité requise. Ce traitement aboutit fréquemment à une hypothyroïdie, qui sera par la suite gérée par le biais d'une thérapie de remplacement hormonal. L'usage est déconseillé aux femmes enceintes, et il est conseillé d'utiliser une méthode contraceptive.

efficace pendant 6 à 12 mois suite au traitement. Ce traitement peut aussi exacerber de manière temporaire une orbitopathie endocrinienne (**Krull et Brändle, 2013**).

6.2.3. Intervention chirurgicale (thyroïdectomie)

On recourt à la chirurgie pour un goitre de grande taille, en présence d'une suspicion de cancer ou lorsque les autres options de traitement ne portent pas leurs fruits ou sont déconseillées. Selon le cas, la thyroïdectomie peut être intégrale ou partielle. Les risques potentiels comprennent une hypoparathyroïdie, une atteinte du nerf laryngé récurrent, ou encore une hypothyroïdie postopératoire qui nécessite un traitement substitutif à vie. La chirurgie offre une réponse immédiate et définitive, notamment en situation d'urgence clinique ou de non-réaction au traitement médical (**Krull et Brändle, 2013**).

6.2.4. Thérapies symptomatiques

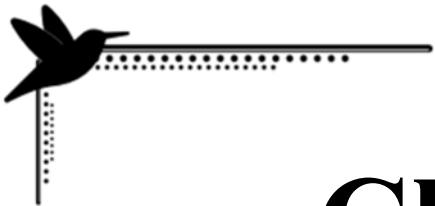
En plus de la prise en charge spécifique de l'hyperthyroïdie, il est courant d'avoir recours à des traitements symptomatiques pour atténuer les symptômes cliniques. Des bêtabloquants comme le propranolol sont employés pour réguler la tachycardie, les tremblements et l'anxiété. Ils sont également avantageux, car ils entravent la transformation périphérique du T4 en T3. Dans le cas de thyroïdites subaiguës, on peut prescrire des médicaments anti-inflammatoires non stéroïdiens, et pour les formes graves, des corticoïdes sont recommandés. Le traitement de l'hyperthyroïdie de type II provoquée par l'amiodarone consiste à administrer des glucocorticoïdes en haute dose, tout en effectuant un suivi biologique rigoureux (**Krull et Brändle, 2013**).

6.2.5. Effets secondaires et limites de ces traitements

Le tableau 03 ci-dessous récapitule les principaux effets secondaires ainsi que les limites associés aux traitements conventionnels des troubles thyroïdiens.

Tableau 03 : Effets secondaires et limites de ces traitements (**Krull et Brändle, 2013**).

Traitement médicamenteux	Traitement par iodé radioactif	Intervention chirurgicale
<ul style="list-style-type: none"> • Exanthèmes • Hépatopathie • Rarement agranulocytose • Traitement de longue durée • Proportion élevée de récidives dans mal. de Basedow (env. 50%) 	<ul style="list-style-type: none"> • Hospitalisation 7–14 jours • Pas de grossesse 6–12 mois après traitement • Evt aggravation d'une Orthopathie endocrinienne (OE) active • Entrée en action lente • Hypothyroïdie (dose-dépendante) 	<ul style="list-style-type: none"> • Hospitalisation 3–4 jours • Anesthésie générale • En fonction de l'expérience du chirurgien, risque minime de parésie du récurrent, d'hypo-parathyroïde • Hypothyroïdie si thyroïdectomie totale



Chapitre 03



1. Compléments alimentaires

1.1. Définition

- ❖ **Selon (EFSA, 2012)** : Les compléments alimentaires sont des sources concentrées d'éléments nutritifs (minéraux ou vitamines par exemple) ou d'autres substances ayant un effet nutritionnel ou physiologique, commercialisés sous forme de « dose » (pilules, comprimés, gélules, liquides sous forme de doses mesurées). Un large éventail de nutriments et d'autres ingrédients peuvent être présents dans les compléments alimentaires, notamment mais non exclusivement, des vitamines, des minéraux, des acides aminés, des acides gras essentiels, des fibres et diverses plantes ou extraits de plantes.
- ❖ **Dans l'Union européenne**, les compléments alimentaires sont réglementés en tant qu'aliments. Une législation harmonisée spécifique réglemente les vitamines, les minéraux et les substances sources de ces nutriments qui peuvent être utilisées dans la fabrication de compléments alimentaires (**EFSA, 2024**).
- ❖ **Selon ANSES** : On entend par compléments alimentaires, « *les denrées alimentaires dont le but est de compléter le régime alimentaire normal et qui constituent une source concentrée de nutriments ou d'autres substances ayant un effet nutritionnel ou physiologique seuls ou combinés...* » (Directive 2002/46/CE du Parlement européen, transposée par le décret n°2006-352 du 20 mars 2006) (**ANSES, 2025**).

1.2. Classification des compléments alimentaires

- ❖ Selon l'Agence nationale du médicament, les compléments alimentaires sont divisés en deux catégories selon leur usage prévu (EUFIC 2009) :
 - a. Les compléments alimentaires, en tant que produits alimentaires complétant le régime alimentaire habituel.
 - b. Les denrées alimentaires à usage nutritionnel particulier, telles que les boissons, qui, en raison de leur composition spécifique, sont destinées à certains groupes de population, par exemple aux nourrissons ou aux enfants en bonne santé âgés de deux à cinq ans, à des catégories particulières de personnes présentant des troubles du métabolisme ou à des catégories de personnes présentant un état physiologique particulier.
- ❖ Selon leur origine : naturelle ou synthétique.
- ❖ Selon leur texture ou leur forme :

- a. Compléments vitaminiques et minéraux, qu'ils soient ou non combinés sous forme de multivitamines ou de multiminéraux
- b. Compléments protéiques sous forme liquide ou comprimé, associés ou non à des glucides, des lipides, des vitamines et des minéraux ;
- c. Acides aminés sous toutes leurs formes et compositions ;
- d. Compléments pour la prise de poids ;
- e. **Substituts** de repas sous forme de poudre, de gaufrettes ou de biscuits ;
- f. Compléments glucidiques avec ou sans électrolytes et vitamines ;
- g. Compléments ayant un effet anabolisant naturel et ne figurant pas sur la liste des substances interdites ;
- h. Compléments activateurs d'hormone de croissance et autres hormones ;
- i. Compléments d'acides gras basiques ;
- j. Aliments ou ingrédients alimentaires tels que la levure, l'ail, le varech, la gelée royale ;

K. Plantes. Il existe des milliers de compléments sur le marché. Nombre d'entre eux sont très efficaces, d'autres modérément efficaces, et certains n'apportent que très peu de bénéfices. Leur faible efficacité s'explique principalement par leur méthode de fabrication et la provenance de leurs substances de base (**Walag et al., 2020**).

1.3. Composition des compléments alimentaires

Les compléments alimentaires sont des produits contenant des sources concentrées de nutriments ou d'autres substances telles que des vitamines, des minéraux, des plantes, des algues, des champignons, des bactéries, des produits de synthèse, des produits d'origine animale, des acides aminés, des métabolites, etc., destinés à compléter l'alimentation et à avoir un effet nutritionnel ou physiologique, seuls ou en association avec d'autres substances. Ils sont généralement vendus sous forme de dosage, notamment de capsules, de pastilles, de gélules, de capsules, de comprimés, de pilules, de sachets de poudre, de flacons compte-gouttes ou de toute autre forme permettant leur ingestion et leur prise à doses mesurées. (**Djaoudene et al., 2023**)

1.4. Compléments alimentaires à base de plantes

La loi fédérale définit les compléments alimentaires comme des produits qui :

- Par voie orale (sous forme de comprimé, de capsule, de poudre ou de liquide).
- Ils sont faits pour compléter l'alimentation.

- Contiennent un ou plusieurs ingrédients alimentaires, notamment des vitamines, des minéraux, des herbes ou d'autres plantes, des acides aminés, des enzymes, des tissus d'organes ou de glandes, ou des extraits de ceux-ci.
- Ils sont étiquetés comme étant des compléments alimentaires.

Les compléments à base de plantes, parfois appelés produits botaniques, sont un type de complément alimentaire contenant une ou plusieurs plantes (**NCCIH, 2020**).

1.5. Utilisation d'un complément alimentaire

Un complément alimentaire a deux rôles principaux : maintenir en bonne santé et résoudre les inconforts du quotidien.

- ❖ **Prévenir et maintenir en bonne santé :** Un grand nombre de compléments alimentaires vise à maintenir en bonne santé les personnes qui en consomment. Pour ce faire, ils contribuent à l'équilibre physiologique du corps ou agissent sur la réduction de facteurs de risques de maladie.
- ❖ **Résoudre les inconforts du quotidien :** Une grande partie des compléments alimentaires vise à éliminer ou atténuer des désagréments du quotidien (difficulté à s'endormir, inconforts articulaires, digestion difficile, stress, fatigue ...) (**Synadiet, 2025**).

1.6. Risques des compléments alimentaires

Ces produits à base de plantes peuvent avoir certains avantages pour la santé, mais les rapports de cas montrent que, dans certains cas, ils peuvent provoquer une jaunisse et même des lésions ou une insuffisance hépatique.

« La Food and Drug Administration (FDA) dispose de lois très laxistes pour réglementer l'industrie des compléments alimentaires dans son ensemble », a déclaré Fontana à *Health*. « Les fabricants peuvent commercialiser leurs produits sans effectuer de tests sur des humains».

Ce qui est particulièrement inquiétant, c'est que de nombreuses personnes prennent ces suppléments en excès ou en prennent plusieurs en même temps, a déclaré Fontana. (**Health Editorial Team, 2024**).

Les événements indésirables majeurs comprenaient l'hypercalcémie (vitamine D), l'interférence des tests thyroïdiens (vitamine B7), la neuropathie (vitamine B6), la néphropathie

à l'oxalate (vitamine C) et les interactions avec le traitement par warfarine (vitamines E et K, et acides gras oméga-3) (**Shahverdian et Jafari, 2024**).

1.7. Comparaison entre les compléments alimentaires et les médicaments

Les compléments sont utilisés pour combler les lacunes nutritionnelles et fournir les bonnes vitamines ou minéraux à votre corps. Les médicaments sont des substances chimiques qui sont utilisées pour diagnostiquer, guérir, traiter ou prévenir des maladies. Ils sont fabriqués à partir de fruits et de légumes/extrats issus de l'agriculture biologique. Ils sont fabriqués cliniquement dans des laboratoires.

Ils préviennent et aident à guérir les maladies liées au mode de vie et donnent des résultats à long terme. Les médicaments soignent les maladies de façon temporaire, par exemple en soulageant la douleur, en contrôlant la glycémie ou en soignant une infection (**Barkokhba, 2022**).

1.8. Marché des compléments alimentaires

1.8.1 Consommateurs des compléments alimentaires

En 2024, 61% des Français consomment des compléments alimentaires et 77% des consommateurs en consomment plusieurs fois par an. Cette consommation est en hausse. En effet, en 2018, seulement 46% des Français consommaient des compléments alimentaires et la moitié en consommait plusieurs fois par an. (**Synadiet, 2025**).

Le marché algérien des compléments alimentaires a connu une croissance substantielle, en particulier pendant la pandémie de COVID-19 (**Bouzid et al., 2024**).

1.8.2 Marché des compléments alimentaires à travers le monde : La taille du marché mondial des compléments alimentaires a été estimée à 177,50 milliards USD en 2023 et devrait atteindre 327,42 milliards USD d'ici 2030, avec un TCAC de 9,1 % de 2024 à 2030.

L'industrie des compléments alimentaires se caractérise par un fort degré d'innovation, principalement dû à la demande croissante des consommateurs pour une nutrition personnalisée et des formules adaptées à chaque pathologie.

Les organismes de réglementation du monde entier devraient appliquer des directives et des normes plus strictes pour les compléments alimentaires au cours des prochaines années, afin de garantir la sécurité, la qualité et l'efficacité des produits. Cela devrait renforcer

considérablement la confiance des consommateurs dans le secteur et, par conséquent, accroître la demande, tout en augmentant les coûts de conformité pour les acteurs du marché (**Grand View Research, 2024**)

2. Sirops

Les sirops sont des préparations aqueuses, sucrées, visqueuses. Généralement fabriqués à partir de saccharose contenant 65 % de vétiver, ils garantissent une protection antimicrobienne en prenant un minimum de précautions. Par convention, une solution de saccharose est appelée sirop lorsque la concentration atteint 45 % (**Le Hir *et al.*, 2009**).

2.1. Composition de sirop

La composition d'un sirop repose sur plusieurs types d'ingrédients, chacun jouant un rôle spécifique dans la stabilité, le goût et l'aspect du produit final, comme présenté ci-dessous.

2.1.1. Agents édulcorants

Un édulcorant est une substance qui a un goût sucré, pouvant être d'origine naturelle ou artificielle, et qui est employée pour son effet sacrifiant. On peut classer les substances ayant un goût sucré en deux groupes distincts (**Parent-Massin, 2011**).

- ✓ Les édulcorants nutritifs qui possèdent un pouvoir sucrant similaire ou inférieur à celui du sucre. On peut distinguer parmi ces substances les « sucres » tels que le saccharose, le fructose, le glucose, l'isoglucose, entre autres, qui sont des aliments de consommation, et les polyols ou sucres-alcool comme le sorbitol, le mannitol et le lactitol qui servent d'additifs alimentaires (**Parent-Massin, 2011**).
- ✓ Les édulcorants intenses (non nutritifs), compte tenu de leur fort pouvoir sucrant, n'ont qu'un poids négligeable dans la denrée alimentaire et sont classés comme des additifs alimentaires (**Parent-Massin, 2011**).

2.1.2. Colorants

Habituellement, le colorant se dissout dans l'eau et n'interagit pas avec les autres éléments du sirop, donc la couleur demeure stable sur une large plage de pH et sous l'éclat lumineux auquel le sirop pourrait être exposé tout au long de sa durée d'utilisation (**Allen *et al.*, 2006**).

2.1.3. Aromatisants

La majorité des sirops sont aromatisés avec des arômes synthétiques ou naturels, comme les huiles essentielles, la vanilline et d'autres, afin de donner au sirop une saveur plaisante. Étant donné que les sirops sont des mélanges à base d'eau, ces agents aromatisants doivent être solubles dans l'eau. Cependant, il arrive parfois qu'une petite dose d'alcool soit incorporée à un sirop afin de garantir que la solution maintienne l'arôme d'un ingrédient peu soluble dans l'eau (**Allen et al., 2006**).

2.1.4. Agents de conservation antimicrobiens

Le volume d'un conservateur requis pour préserver un sirop contre l'expansion microbienne fluctue en fonction de la quantité d'eau accessible à la reproduction, du type et de la performance inhérente de certains ingrédients de préparation ainsi que de l'efficacité propre du conservateur. Dans les sirops, on retrouve fréquemment des conservateurs tels que l'acide benzoïque, le benzoate de sodium, ainsi que différentes associations de méthylparabène, propylparabènes et butylparabènes (**Allen et al., 2006**).

2.2. Avantages et les inconvénients de sirop

Les sirops possèdent plusieurs avantages et inconvénients, ils sont résumés dans le tableau 04 suivant :

Tableau 04 : Avantages et les inconvénients de sirop (**Oliver et al., 2005**).

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Facile à avaler ✓ Principes actifs mieux tolérés ✓ Meilleure biodisponibilité donc action plus rapide ✓ La formule de la préparation comporte peu de composants donc moins de risques d'effets notoires 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Conservation limitée par la dégradation plus rapide du principe actif en milieu liquide ✓ Obligation de masquer une saveur désagréable ✓ Péremption relativement courte après ouverture du flacon ✓ Nécessite une manipulation soigneuse et a des conditions de stockage spécifiques

2.3. Sirops naturels

Les sirops naturels sont des édulcorants issus de sources végétales, utilisés comme alternatives aux sucres raffinés. Riches en composés bénéfiques tels que des minéraux, des antioxydants ou des fibres, ils présentent divers profils nutritionnels et glycémiques. Voici quelques exemples :

2.3.1. Sirop de dattes

Le sirop de datte, considéré comme une substance de couleur brunâtre, est le produit majeur dérivé de la datte, un des arbres fruitiers prédominants au Moyen-Orient (**Hashemi et al., 2018**).

Les caractéristiques majeures du sirop de dattes résident dans ses bienfaits potentiels pour la santé, associés à sa richesse nutritionnelle, notamment une forte concentration en acides gras insaturés et une panoplie de 15 minéraux, incluant le potassium, le fer, le magnésium et le calcium. Le sirop renferme aussi du fluor et du sélénium, qui apportent une défense efficace pour les dents contre la carie et stimulent le système immunitaire. Il renferme aussi au moins 6 vitamines, y compris la thiamine B1, la riboflavine B2, l'acide nicotinique, A et C, une proportion d'eau de 16% et un total de sucres de 79,5%. Le sirop, en raison de la combinaison complexe de molécules sans sucre, présente une haute viscosité et contient 4,1 % de matières colorantes (**Ghnimi et al., 2017**).

Le sirop de dattes est l'un des dérivés les plus séduisants issus du traitement des dattes, avec une multitude d'applications culinaires, y compris son utilisation en tant qu'aromatisant et sucrant. Des recherches ont aussi signalé l'usage de ce sirop comme base de fermentation. Effectivement, les dérivés de la datte contiennent une quantité élevée de sucres fermentescibles (comme le glucose et le fructose) et de multiples composants indispensables qui favorisent la

prolifération microbienne. Ainsi, le sirop de dattes peut servir de milieu de culture pour générer des composés à valeur ajoutée via des processus de fermentation (**Hashemi et al., 2018**).



Figure 07 : Sirop de dattes (**Arif, 2024**).

2.3.2. Sirop d'érable

Le sirop d'érable est un édulcorant naturel extrait de plusieurs espèces d'érables originaires du Canada. Ses caractéristiques physico-chimiques, telles que le pH, la couleur et la teneur en sucres, varient en fonction de la zone géographique de culture. Il est généralement classé en quatre catégories : doré, ambré, foncé et très foncé. Des études récentes ont démontré qu'une couleur plus foncée est souvent associée à une concentration plus élevée en composés phénoliques (**Garcia et al., 2020**).

Par ailleurs, le sirop d'érable présente diverses activités biologiques notables, notamment des effets antioxydants, anti-mutagènes, anti-inflammatoires, antidiabétiques, anticancéreux ainsi que des propriétés neuroprotectrices (**Gad et al., 2021**).

Des recherches récentes ont révélé que le sirop d'érable contient plus de 60 % de saccharose, accompagné de faibles quantités de glucose (0,43 %) et de fructose (0,34 %). Il renferme également divers minéraux, notamment le potassium, le calcium, le magnésium, le sodium, le manganèse, l'aluminium, le zinc et le fer. Sur le plan vitaminique, il est source de riboflavine, niacine et thiamine. Il contient en outre des acides aminés tels que l'arginine, la thréonine et la proline, ainsi que des acides organiques comme l'acide fumarique et l'acide malique. Par ailleurs, le sirop d'érable est riche en composés phytochimiques, en particulier en composés phénoliques (**González-Montemayor et al., 2019**).



Figure 08 : Sirop d'érable (Zubiria, 2025).

2.3.3. Sirop de *sorgho*

Le *Sorgho bicolore* fait partie des principales céréales cultivées à l'échelle mondiale, aux côtés du blé, du riz, du maïs et de l'orge. Il est notamment utilisé pour la production de sirop destiné aux industries agroalimentaires et des boissons. Les caractéristiques physico-chimiques du sirop issu du *sorgho* sont comparables à celles du sirop de canne à sucre, en raison de leur appartenance commune à la famille des *Poacées* (Asikin *et al.*, 2018).

Le *sorgho* constitue une source alimentaire essentielle dans les régions semi-arides, notamment en Afrique et dans certaines zones d'Asie. Des études ont démontré que les composés phénoliques isolés de cette plante possèdent des propriétés thérapeutiques intéressantes, notamment dans la prévention de maladies telles que le cancer, l'obésité et les pathologies cardiovasculaires (De Moraes Cardoso *et al.*, 2017). En outre, le sorgho renferme d'autres composés bioactifs, tels que les caroténoïdes, les protéines et diverses vitamines, qui peuvent être extraits de parties spécifiques du grain (De Moraes Cardoso *et al.*, 2017).



Figure 09 : *Sorgho bicolore* (Foucaut, 2024).

2.3.4. Sirop de yacon

Le yacon est une plante vivace originaire des régions andines d'Amérique du Sud. Ses tubercules peuvent être transformés en jus ou en sirop, servant ainsi d'alternative naturelle au sucre. Ils sont particulièrement riches en fructooligosaccharides (FOS) et en inuline, qui représentent environ 60 % de leur masse sèche (**Kamp et al., 2019**).

Les FOS, considérés comme des édulcorants hypocaloriques, ne sont pas hydrolysés par les enzymes digestives humaines, ce qui empêche leur métabolisme dans le tractus gastro-intestinal (**Yan et al., 2019**).

L'analyse du sirop de yacon a mis en évidence la présence d'acide chlorogénique, un composé phénolique bioactif reconnu pour ses propriétés thérapeutiques, incluant des effets antioxydants, antibactériens, anti-inflammatoires et hépatoprotecteurs (**Castro-Muñoz et al., 2022**).



Figure 10 : Sirop de yacon (**Lemercier, 2024**).

2.3.5. Sirop de maïs à haute teneur en fructose

Le maïs représente la principale source de sirop à haute teneur en fructose (HFCS), d'où son appellation liée à son origine. Toutefois, ce sirop peut également être obtenu à partir d'autres sources végétales telles que la pomme de terre, le riz, le sorgho, le blé, le topinambour, les dahlias, la chicorée ou encore le manioc (**Goran et al., 2013**).

Le HFCS est largement utilisé comme édulcorant dans divers produits alimentaires transformés, notamment les boissons gazeuses et non gazeuses, les jus, les céréales, le pain, les fruits en conserve, les confitures, les gelées, les condiments et les desserts prêts à consommer.

Ses principaux avantages résident dans son coût inférieur à celui du saccharose et sa facilité de manipulation comparée au saccharose cristallin (**González-Montemayor et al., 2019**).

Cependant, des données expérimentales et cliniques suggèrent une corrélation entre la consommation de HFCS et l'apparition de certaines pathologies, notamment l'obésité, les lésions métaboliques, la bronchite chronique et l'asthme (**González-Montemayor et al., 2019**).



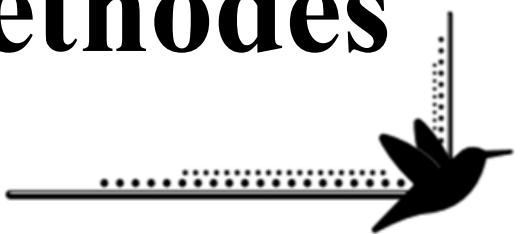
Figure 11 : Sirop de maïs à haute teneur en fructose (**Dievart, 2015**).

Deuxième Partie

Etude Expérimentale



Matériel et Méthodes



I. Matériel

1. Matériel végétal

Le matériel utilisé dans nos expériences provient d'un échantillon commercial (herboriste) situé à Constantine, et se compose de racines de Talghouda. Les racines ont été acquises chez un herboriste de la région de Constantine en février 2025. Les racines (telles que les tubercules de pomme de terre) sont séchées et réduites en une poudre fine dans figure 12. Ce processus permet de briser les molécules présentes dans la cellule, augmentant ainsi leur surface de contact avec divers ingrédients. Facile à manipuler, cette poudre obtenue est soigneusement conservée et entreposée dans un lieu sec jusqu'à son utilisation.



Figure 12 : *Bunium bulbocastanum* (Noix de terre)

2. Matériel Animal

Nous avons acquis 39 rats albinos de souche *Wistar* (figure 13)de statut sanitaire SPF (Sans Pathogène Spécifique) pesant entre 200 et 300 g s'apprêtent à l'animalerie d'Université Frère Mentouri Constantine1. Elles ont été élevées dans un environnement contrôlé : une température de 22°C, une humidité de 50% à 60%, et une exposition lumineuse de 12 heures sur 24. Leur alimentation consistait en des granulés standards, dispensés sans restriction.



Figure 13 : Rats *albinos* de souche *Wistar*

II. Méthodes

1. Préparation du complément alimentaire (sous forme de sirop)

Afin d'identifier la formulation optimale du complément alimentaire naturel destiné au soutien de la fonction thyroïdienne, quatre formulations distinctes ont été élaborées et testées. Chaque essai s'est basé sur un protocole standardisé permettant la reproductibilité des résultats.

Les différentes formulations du complément alimentaire ont été élaborées à partir d'ingrédients d'origine naturelle et de qualité alimentaire. La composition de base comprenait un actif végétal principal, un édulcorant naturel, des agents de régulation du pH et de conservation, ainsi qu'un support aqueux purifié. Tous les ingrédients ont été manipulés dans des conditions hygiéniques strictes afin de garantir la sécurité du produit final.

1.1. Protocole de formulation

Chaque lot de sirop a été préparé selon un protocole standardisé visant à garantir la reproductibilité et la qualité du produit final. Les étapes principales étaient les suivantes :

- **Pré-dissolution :** L'actif principal a été suspendu dans un mélange tiède constitué d'un support sucrant naturel et d'un solvant aqueux purifié, chauffé entre 40 et 50°C. Cette étape visait à favoriser une répartition uniforme des composants actifs.
- **Homogénéisation :** Le mélange a été agité de manière continue manuellement et à l'aide d'un agitateur magnétique, jusqu'à obtention d'une solution homogène. Ces différentes étapes sont illustrées dans la figure 14 ci-dessous



Figure 14 : Pré-dissolution et Homogénéisation

Ajustement du pH : Un régulateur alimentaire a été utilisé pour ajuster le pH de la préparation à une valeur cible comprise entre 3,5 et 4. Comme il apparaît dans la figure 15, afin d'assurer la stabilité physico-chimique et microbiologique du produit.



Figure 15 : Ajustement du pH

➤ **Pasteurisation :** La formulation a été soumise à un traitement thermique à 80°C pendant 20 minutes (figure 16), dans un bain-marie, dans le but de réduire la charge microbienne tout en préservant l'intégrité des composés sensibles à la chaleur.



Figure 16 : Pasteurisation

- **Refroidissement et conditionnement :** Après pasteurisation, les échantillons ont été laissés à refroidir à température ambiante, puis transférés dans des flacons opaques stériles, hermétiquement scellés (figure 17).
- **Étiquetage :** Chaque échantillon a été étiqueté avec les informations nécessaires au suivi (date de fabrication, code de lot, type de formulation).



Figure 17 : Conditionnement et étiquetage

Les formulations obtenues ont ensuite fait l'objet d'une évaluation immédiate sur les plans visuel (aspect, limpide, présence de dépôts), sensoriel (goût, odeur), et physico-chimique (mesure du pH).

1.2. Études préliminaires de formulation

Afin d'identifier la concentration optimale en agent conservateur permettant d'assurer la stabilité du sirop sans altérer ses caractéristiques organoleptiques, quatre essais de formulation (nommés E1 à E4) ont été réalisés. Ces essais étaient identiques en termes de composition de base, à l'exception du taux de conservateur, qui a été modifié.

Les quatre formulations ont été préparées selon le protocole de base mentionné précédemment, en ne modifiant que la quantité d'agent conservateur. Les concentrations testées étaient croissants.

Chaque échantillon a été analysé visuellement, sensorielle, physico chimiquement (pH), et microbiologiquement.

Parmi les quatre formulations, la formulation E4 a montré les meilleurs résultats en termes de stabilité, d'aspect et d'acceptabilité organoleptique.

➤ **Objectif de l'essai**

- Déterminer la concentration minimale efficace de conservateur garantissant,
- Une stabilité microbiologique acceptable,
- Une bonne acceptabilité sensorielle (goût, odeur),
- Une absence d'effets indésirables visibles (précipités, séparation des phases).

Cette formulation a été retenue pour la production finale du complément alimentaire naturel.

2. Suivi de la stabilité et du contrôle qualité du complément alimentaire

Afin de garantir la stabilité physico-chimique, sensorielle et microbiologique du produit fini, un suivi a été réalisé sur une période de deux mois selon les paramètres suivants :

2.1. Mesure du pH

Le pH a été mesuré à l'aide d'un pH-mètre calibré avant chaque séance de mesure. Les mesures ont été effectuées selon le calendrier suivant : Jour 0 (immédiatement après la préparation), Jour 7, Jour 15 (après ouverture du flacon), Jour 30, Jour 60.

- **Objectif :** S'assurer d'une stabilité du pH dans l'intervalle 3,5 – 4,0, seuil recommandé pour garantir une conservation optimale sans prolifération microbienne.

2.2. Observation organoleptique

Les échantillons ont été analysés régulièrement pour détecter toute altération organoleptique indicative d'une détérioration du produit. Les critères évalués sont :

- Couleur (apparition de turbidité ou changement de teinte),
- Odeur (présence d'odeurs acides, moisies ou fermentées),
- Consistance (séparation des phases, viscosité anormale),
- Goût (amertume, acidité excessive ou piquant).

Toute modification sensorielle notable a été consignée et considérée comme un indicateur de dégradation.

2.3. Analyse Microbiologique

L'analyse microbiologique du complément alimentaire a été réalisée afin de vérifier sa qualité sanitaire et sa stabilité au cours du stockage. Ce test vise à détecter toute contamination bactérienne ou fongique susceptible de compromettre l'innocuité du produit.

➤ **Objectif**

- Contrôler l'absence de contamination microbienne.
- Vérifier l'efficacité de la pasteurisation.
- Évaluer la stabilité microbiologique pendant la conservation.

➤ Préparation des milieux de culture

Deux milieux ont été utilisés :

PCA (Plate Count Agar) : pour le dénombrement des bactéries aérobies mésophiles.

SDA (Sabouraud Dextrose Agar) : pour la détection des levures et moisissures.

➤ Préparation de l'échantillon

- Prélever 1 ml de sirop dans des conditions aseptiques.
- Réaliser des dilutions décimales stériles (1/10, 1/100, 1/1000...) dans une solution saline stérile ou eau peptone tamponnée.

➤ Méthodes d'ensemencement

• Ensemencement en profondeur (milieu PCA)

- Après solidification du SDA dans les boîtes, déposer 1 ml de dilution sur la surface.
- Étaler avec un étaler stérile (type Drigalski) .
- Laisser sécher à l'air quelques minutes avant incubation .

• Ensemencement en surface (milieu Sabouraud)

- Après solidification du SDA dans les boîtes, déposer 1 ml de dilution sur la surface.
- Étaler avec un étaler stérile (type Drigalski).
- Laisser sécher à l'air quelques minutes avant incubation.

Les résultats apparaissent dans figure 18 .

➤ **Incubation**

PCA : 30 à 37°C pendant 48 heures (bactéries).

SDA : 25 à 28°C pendant 5 à 7 jours (levures et moisissures).



Figure 18 : Analyse Microbiologique.

➤ **Lecture des résultats**

- Observer la croissance microbienne dans les boîtes.
- Compter les colonies visibles (Unités Formant Colonies, UFC).
- Choisir une dilution donnant 30–300 colonies pour calculer la concentration microbienne (exprimée en UFC/ml).

➤ **Contrôles**

- **Contrôle négatif** : boîte de Pétri contenant uniquement le milieu (sans échantillon) pour vérifier la stérilité des milieux et du matériel.
- **Contrôle positif (facultatif)** :ensemencement avec une souche microbienne connue afin de valider la fiabilité de la méthode.

3. Toxicité aigüe

L'étude de la toxicité aiguë de la poudre de *Bunium bulbocastanum* a été réalisée conformément aux recommandations standards en vigueur pour les tests de toxicité aiguë orale. Deux lots expérimentaux ont été constitués, chacun comprenant trois rats ($n = 3$). L'administration de la poudre a été effectuée par voie orale, à l'aide d'une sonde gastrique (gavage intragastrique).

➤ **Animaux expérimentaux**

Deux lots ont été testés contenant chacun trois rats adultes, sains, d'un poids moyen de 180 à 200 g.

➤ Préparation de la substance

La poudre sèche de *Bunium bulbocastanum* a été pesée et suspendue dans de l'eau distillée stérile juste avant l'administration afin d'assurer une homogénéité du mélange (figure 19) .

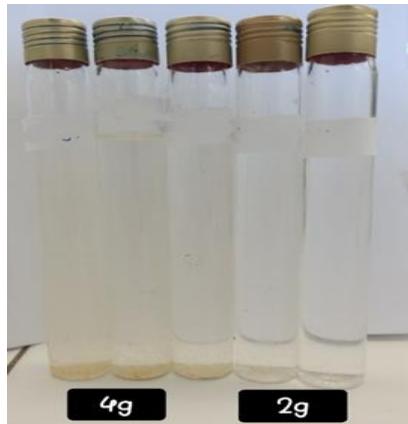


Figure 19 : Préparation de la substance

➤ Administration

Les doses ont été administrées par gavage oral à l'aide d'une sonde gastrique métallique adaptée, en une seule prise, selon les modalités suivantes :

- Lot A : 2 g/kg de poudre de *Bunium bulbocastanum*.
- Lot B: 4 g/kg de poudre de *Bunium bulbocastanum*.

➤ Suivi et observation

Après administration, les animaux ont été observés individuellement , au cours de 30 min, 1H, 2H, 4H, 8H, 24H, 48H, 72H, une semaine, 15 jours suivant l'administration.

Les signes cliniques de toxicité aiguë ont été soigneusement notés : activité locomotrice, posture, respiration, réflexes, réaction à la manipulation, pilosité, excrétion, convulsions, coma ou mortalité.

Ces lots ont été pesés chaque jour pendant une période de 15 jours après l'administration afin de détecter toute manifestation retardée de toxicité ou toute mortalité.

Cette évaluation visait à déterminer la sécurité d'utilisation de la poudre dans un complément alimentaire.

4. Répartition expérimentale des animaux

Un total de 33 rats blancs *albinos* ont été utilisés dans cette étude. L'expérimentation s'est déroulée en trois phases successives, décrites comme suit :

➤ Phase 01 : Adaptation (15 jours)

Tous les animaux ont été maintenus dans des conditions standards de laboratoire (température, lumière, alimentation) pendant une période d'adaptation. Aucun traitement n'a été administré au cours de cette phase.

➤ Phase 02 : Induction des troubles thyroïdiens (2 mois)

Afin de provoquer expérimentalement des désordres thyroïdiens :

- 15 rats ont reçu du Carbimazole (10 mg/jour) pour induire une hypothyroïdie.
- 15 rats ont reçu de la Lévothyroxine (600 µg/jour) pour induire une hyperthyroïdie.
- 3 rats n'ont reçu aucun traitement et ont servi de témoin physiologique.

➤ Phase 03 : Traitement expérimental (15 jours)

Après induction et confirmation des troubles hormonaux, les 33 rats ont été répartis en 9 lots expérimentaux, comme suit :

- **Lot 1 Témoin physiologique (3 rats)** : Aucun traitement durant toute l'expérimentation.
- **Lot 2 Témoin hypothyroïdie non traité (3 rats)** : Induits par Carbimazole, mais non traités.
- **Lot 3 Témoin hyperthyroïdie non traité (3 rats)** : Induits par Lévothyroxine, mais non traités.
- **Lot 4 Traitement avec Sirop A seul (4 rats)** : Induits par Carbimazole, puis traités par le complément alimentaire "Sirop A".
- **Lot 5 Traitement avec Sirop B seul (4 rats)** : Induits par Lévothyroxine, puis traités par "Sirop B".
- **Lot 6 Traitement avec poudre de " Talghouda" 1 g/kg (4 rats)** : Induits par Carbimazole, puis traités par la poudre de Talghouda à faible dose.
- **Lot 7 Traitement avec poudre de " Talghouda" 2 g/kg (4 rats)** : Induits par Carbimazole, puis traités par la poudre à forte dose.
- **Lot 8 Traitement combiné Carbimazole + Sirop A (4 rats)** : Induits par lévothyroxine, puis traités par le mélange Sirop A + Carbimazole.

- **Lot 9 Traitement combiné Carbimazole + Sirop B (4 rats)** : Induits par lévothyroxine, puis traités par le mélange Sirop B + Carbimazole.

5. Etude d'évolution de poids corporel des rats

Afin de suivre l'évolution du poids corporel des rats au cours des différentes phases de l'expérimentation, les étapes suivantes ont été rigoureusement appliquées :

Avant de commencer l'expérimentation, tous les rats ont été pesés à la même heure de la journée à l'aide d'une balance électronique précise. Les poids initiaux de chaque rat ont été enregistrés afin d'assurer une homogénéité des groupes expérimentaux.

Les rats ont été triés en fonction de leur poids initial et répartis en lots homogènes. Pendant toute la durée de l'étude, ils ont été maintenus dans leur environnement habituel, avec un accès libre à une alimentation équilibrée et à une quantité suffisante d'eau.

L'expérimentation a été divisée en trois phases distinctes :

- Durant la phase 1, les 33 rats physiologiques ont été pesés chaque jour afin de contrôler leur stabilité pondérale et leur bonne acclimatation à l'environnement expérimental.
- Durant la phase 2 , les deux lots ont été pesés une fois par semaine afin de suivre l'évolution du poids corporels en lien avec l'apparition des troubles thyroïdiens induits.
- Durant la phase 3 , les rats ont reçu le traitement étudié, avec des pesées chaque jour ,visant à évaluer l'impact de la formulation sur l'évolution pondérale et l'état physiologique général.

6. Étude morphologique et physiologique des rats selon les symptômes et signes cliniques

Afin d'assurer un suivi rigoureux de l'état de santé des animaux tout au long de l'expérimentation, une observation quotidienne a été menée sur les rats des deux groupes pathologiques :

- Le groupe présentant une hypothyroïdie induite et le groupe présentant une hyperthyroïdie induite. Ces observations ont porté sur les paramètres morphologiques et physiologiques en lien direct avec les altérations de la fonction thyroïdienne.

Les signes cliniques caractéristiques de l'hypothyroïdie ont été recherchés, notamment : une diminution de l'activité locomotrice, une frilosité manifeste, un pelage terne, une prise de poids progressive, une somnolence accrue et une constipation. Ces manifestations traduisent un

ralentissement global du métabolisme, typique de l'hypométabolisme induit par un déficit hormonal thyroïdien.

- À l'inverse, les rats du groupe hyperthyroïdien ont été surveillés pour détecter des signes évocateurs d'une augmentation du métabolisme basal, tels qu'une hyperactivité motrice, une perte de poids malgré un appétit conservé ou accru, un pelage clairsemé et sec, une nervosité, ainsi qu'une fréquence respiratoire et cardiaque augmentée.

Ces paramètres cliniques, bien que macroscopiques, représentent des indicateurs précieux du succès de l'induction pathologique, et sont corrélés aux données biologiques recueillies (dosages hormonaux) pour confirmer l'état fonctionnel de la glande thyroïde chez les rats expérimentaux.

7. Analyse de sang

L'analyse sanguine a été réalisée en deux étapes distinctes au cours de l'expérimentation. Dans un premier temps, après l'induction de l'hypothyroïdie chez les rats par l'administration de Carbimazole, et de l'hyperthyroïdie par Levothyroxine, un prélèvement sanguin a été effectué à partir du sinus rétro-orbitaire sous anesthésie légère (figure 20). Cette étape visait à évaluer l'efficacité de l'induction hormonale, à travers le dosage des hormones TSH et T4.



Figure 20 : Prélèvement sanguin à partir du sinus rétro-orbitaire.

Matériel et Méthodes

Dans un second temps, après l'administration de différentes doses de poudre de Talghouda et du complément alimentaire formulé (ThyroDrink), les rats ont été sacrifiés, et un prélèvement sanguin terminal a été réalisé par ponction cardiaque (figure 21). Lors de cette étape, seul le taux de TSH a été dosé afin d'évaluer la réponse thérapeutique aux traitements administrés. Les échantillons sanguins ont été analysés dans le laboratoire d'analyses médicales "El Amine", situé à Constantine.

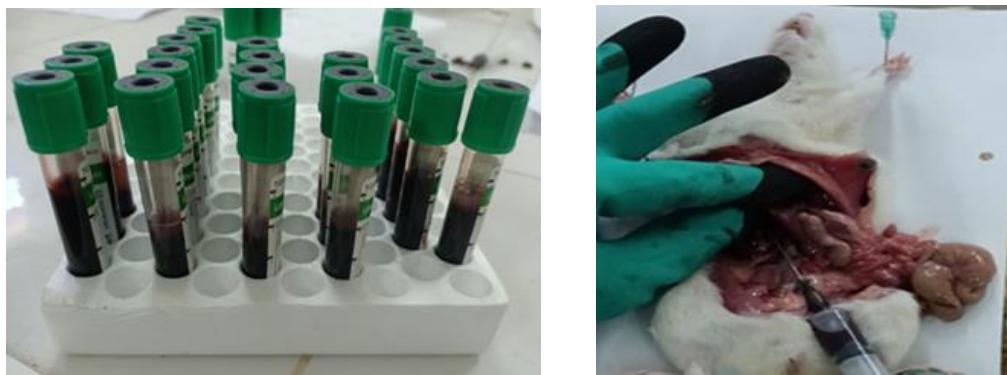


Figure 21 : Prélèvement sanguin.



Résultats et discussion



1. Suivi de la stabilité et du contrôle qualité du complément alimentaire**1.1. Évolution du pH au cours du temps**

Les résultats du suivi du pH sur 60 jours (tableau 05) montrent une baisse marquée dans la formulation E1 (jusqu'à 3.1), tandis que les autres formulations (E2 à E4) ont gardé une stabilité relative avec un pH restant entre 3.5 et 4.0.

Tableau 05 : Évolution du pH au cours du temps

Formulation	Jour 0	Jour 7	Jour 15	Jour 30	Jour 60
E1	3.98	3.4	3.2	3.15	2.54
E2	3.97	3.75	3.70	3.65	3.50
E3	3.95	3.86	3.81	3.73	3.65
E4	3.98	3.95	3.86	3.84	3.80

La baisse importante du pH dans E1 jusqu'à 2.54 pourrait indiquer une instabilité chimique et un risque potentiel de fermentation ou d'altération. À l'inverse, les formulations E2, E3, et surtout E4, ont maintenu un pH stable entre 3.5 et 4.0, ce qui est recommandé pour prévenir le développement microbien tout en conservant les propriétés sensorielles du produit (**Jay et al., 2005**).

1.2. Observation organoleptique

Une évaluation sensorielle a été réalisée régulièrement sur les quatre formulations (E1 à E4) pendant une période de 60 jours , les résultats dans tableau 06 . Les critères analysés comprenaient l'aspect visuel, l'odeur, la consistance et le goût.

Tableau 06 : Observation organoleptique

Formulation	Couleur / Turbidité	Odeur	Consistance	Goût	Conclusion sensorielle
E1	Turbidité marquée après 7 j	Odeur acide et fermentée	Présence de bulles visibles, sans séparation	Goût désagréable, acide fort	Détérioration rapide
E2	Légère turbidité à 15 j	Odeur légèrement aigre	Texture légèrement instable	Goût acceptable	Stabilité sensorielle limitée
E3	Aspect limpide maintenu	Odeur neutre	Consistance stable	Goût satisfaisant	Stabilité correcte
E4	Limpide, couleur inchangée	Odeur agréable	Homogène	Goût doux et harmonieux	Excellente stabilité

Dans la formulation E1, élaborée sans conservateur, des bulles visibles sont apparues dès les premiers jours, accompagnées d'une turbidité marquée et d'une odeur fermentée, traduisant une activité microbienne importante.

L'absence de séparation des phases indique que la consistance est restée homogène, mais les signes de fermentation (bulles et odeur) confirment une détérioration rapide du produit.

➤ En comparaison

E2 a présenté des altérations modérées, indiquant une amélioration partielle grâce à l'ajout de conservateur en faible quantité.

E3 a montré une bonne stabilité avec des critères sensoriels presque constants.

E4, avec la concentration optimale en conservateur, est restée stable, limpide et agréable tout au long du suivi, confirmant sa supériorité en termes de qualité organoleptique.

Ces résultats confirment l'importance de l'ajustement des conservateurs pour préserver les caractéristiques sensorielles du produit pendant le stockage (**Rahman, 2007**) (**Sofos, 2010**).

1.3. Analyse microbiologique

L'analyse microbiologique a révélé une contamination variable dans les trois premières formulations (E1 à E3), détectée sur les deux milieux de culture (PCA pour les bactéries, SDA

Résultats et discussion

pour les moisissures et levures). La formulation E4, quant à elle, n'a montré aucune croissance microbienne durant toute la période d'observation (tableau 07) .

Tableau 07 : Résultats de l'analyse microbiologique.

Formulation	PCA (bactéries (0 UFC))	SDA (moisissures/levures)
E1	+++	+++
E2	++	++
E3	+	+
E4	-	-

+ : Présence - : Absence

La contamination diminue progressivement de (E1 vers E3), avec une absence totale dans E4, ce qui confirme l'efficacité de cette dernière en termes de stabilité microbiologique.

➤ Dénombrement des colonies et calcul de la concentration microbienne (UFC/ml)

Afin de déterminer la charge microbienne de chaque formulation (E1, E2, E3, E4), un comptage des colonies a été effectué à l'aide de deux milieux de culture : PCA pour les bactéries aérobies et SDA pour les levures et moisissures. Les résultats obtenus ont permis de calculer la concentration microbienne en unités formant des colonies (UFC/ml) selon la formule suivante

$$\frac{\text{Nombre de colonies} \times \text{Facteur de dilution}}{\text{Volume ensemencé}}$$

Les résultats des analyses microbiologiques sont présentés dans les tableaux suivants(tableau 8 et 9) .

Tableau 08 : Comptage des colonies sur PCA (bactéries).

Formulation	Nombre de colonies (UFC/ml)	Dilution utilisée	Volume ensemencé (ml)	UFC/ml calculé
E1	230	10^{-2}	1ml	2.3
E2	98	10^{-2}	1ml	0.98
E3	65	10^{-2}	1ml	0.65
E4	0	10^{-2}	1ml	0

Tableau 09 : Comptage des colonies sur SDA (levures et moisissures).

Formulation	Nombre de colonies UFC/ml	Dilution utilisée	Volume ensemencé (ml)	UFC/ml calculé
E1	190	10^{-2}	1ml	1.9
E2	65	10^{-2}	1ml	0.65
E3	30	10^{-2}	1ml	0.30
E4	0	10^{-2}	1ml	0

➤ Résultats de l'ensemencement des différentes formulations (E1 à E4) (figure 22,23)

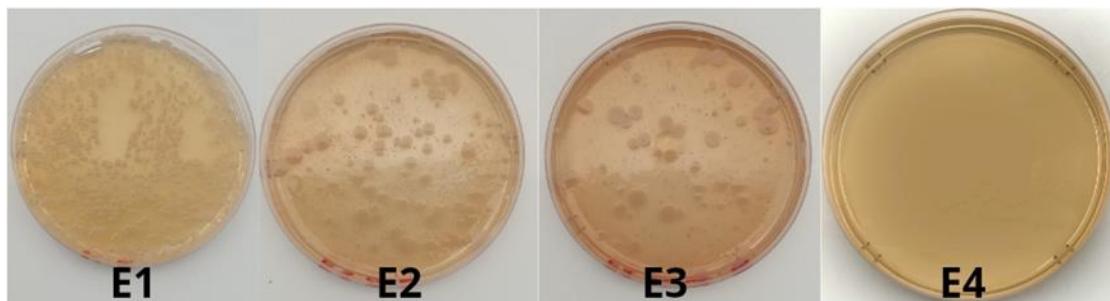


Figure 22 : Résultats de l'ensemencement sur milieu PCA

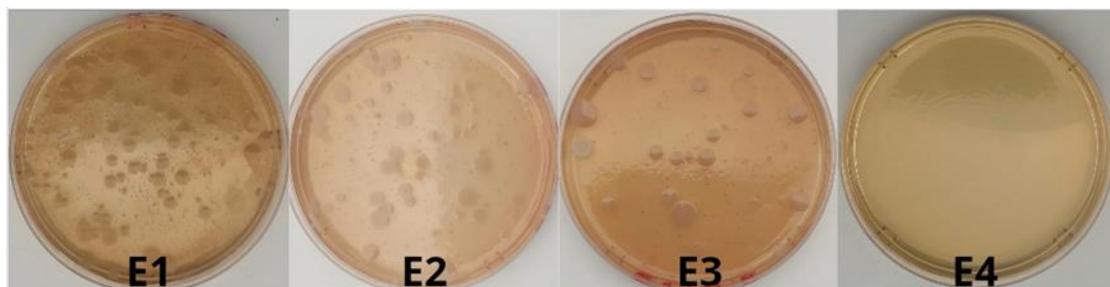


Figure 23 : Résultats de l'ensemencement sur milieu SDA

Les résultats obtenus montrent que la formulation E4 ne présente aucune contamination microbienne, que ce soit pour les bactéries aérobies (PCA) ou pour les levures et moisissures (SDA). En revanche, les formulations E1, E2, et E3 ont montré une contamination croissante, avec E1 présentant la charge microbienne la plus élevée.

- La formulation E1, dépourvue de conservateur, a montré une contamination microbienne élevée. Cela démontre que la pasteurisation seule n'est pas suffisante pour assurer la stabilité du produit, soulignant l'importance d'un agent conservateur pour garantir la sécurité microbiologique.

- E2 et E3 montrent une contamination modérée, suggérant une stabilité améliorée par rapport à E1, mais toujours insuffisante pour garantir la sécurité du produit.
 - E4, avec l'absence totale de contamination, est la formulation la plus stable et la plus sûre pour la consommation, ce qui justifie son choix comme formulation finale.
- ✓ **Remarque :** Ces résultats confirment que le contrôle de la charge microbienne est crucial pour garantir la qualité et la sécurité du produit. L'absence de contamination dans E4 est le signe d'une bonne efficacité du processus de pasteurisation et du choix de conservateur (**Jay et al., 2005**) (**Leistner et Gould, 2002**).

2. Evaluation des résultats de la toxicité aigüe

Une étude toxicologique *in vivo* a été menée sur la poudre de *Bunium Bulbocastanum*. L'évaluation de la toxicité aiguë a été réalisée en utilisant la méthode de gavage (administration orale), avec les doses 2g/kg et 4g/kg

Les observations suivantes ont été soulevées pendant 14 jours de surveillance :

✓ **Santé physique**

Les résultats de l'évolution des poids après l'administration sont illustrés dans le tableau (10) et figure 24 .

Tableau 10 : Évolution du poids corporel (g) des rats après administration de la poudre de *Bunium bulbocastanum*

Jour	Lot A (2g/L)	Lot B (4g/L)
1j	240.6 ±2.5	194.6 ±2.5
5j	263.6 ±1.9	188.3 ±2.1
10j	276 ±1.7	197.6 ±1.2
15j	289.4 ±1.5	203.4 ±2.5

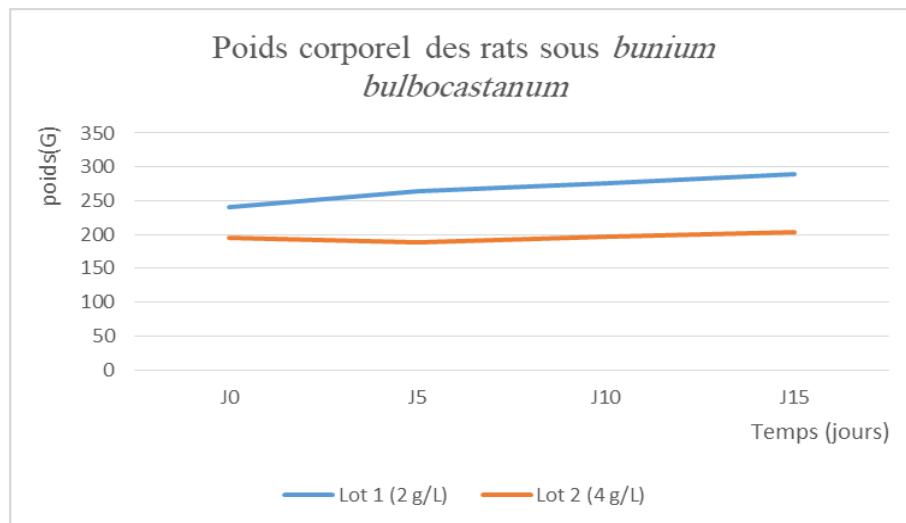


Figure 24 : Courbe de Poids corporel des rats sous *Bunium bulbocastanum*

L'évolution du poids corporel a été surveillés sur une période de 15 jours et les résultats sont présentés dans le Tableau 01 et illustrés dans la Courbe 01.

Lot A (2 g/kg) : Les rats ont montré une augmentation continue et significative de leur poids corporel, passant de $240,6 \pm 2,5$ g au jour 0 à $289,4 \pm 1,5$ g au jour 15. Cette progression régulière traduit un bon état physiologique et une tolérance favorable à cette dose.

Lot B (4 g/kg) : Une augmentation plus modérée du poids a été observée, allant de $194,6 \pm 2,5$ g à $203,4 \pm 2,5$ g sur la même période. Bien que la prise de poids soit moins marquée, elle reste positive et stable, ce qui indique une réponse corporelle sans signes alarmants de toxicité.

- ✓ **Comportement :** Les rats ont présenté une activité locomotrice normale et un comportement exploratoire adéquat tout au long de la période d'expérimentation. Aucun signe de détresse, d'agressivité, ni de léthargie n'a été observé, ce qui indique l'absence d'effet neurotoxique ou de stress comportemental.
- ✓ **Alimentation :** Les animaux ont consommé leur alimentation habituelle sans modification notable, avec une appétence conservée. Aucun rejet alimentaire n'a été noté, ce qui témoigne d'un bon état métabolique général et d'une tolérance digestive satisfaisante aux extraits administrés.
- ✓ **Coexistence sociale :** Les rats ont interagi positivement entre eux, exprimant des comportements sociaux normaux tels que le toilettage mutuel et des jeux de groupe. Ces manifestations sont des indicateurs fiables d'un bien-être social et d'un environnement non stressant.

Sur la base de ces observations comportementales et physiologiques, ainsi que des résultats pondéraux précédemment décrits, il est possible d'affirmer que **la plante ne présente aucun signe de toxicité aiguë** aux doses testées. Aucun effet indésirable n'a été noté, et la **dose létale 50 (DL₅₀)** estimée est **supérieure à 4000mg/kg**, ce qui classe *Bunium bulbocastanum* comme non toxiques selon les critères de l'OCDE.

3. Evolution du poids corporel des rats

Le poids corporel des rats a été enregistré et calculé en moyenne pendant tous les phases de l'expérience.

➤ Phase 1 : Adaptation (15jours)

Les résultats de l'évolution du poids sont présentés dans le tableau 11 et figure 25 .

✓ Tous les lots ont mis dans des conditions de la nourriture égale (nourriture eau).

Tableau 11 : Moyennes du poids corporel des rats(g)

Jours	Lot1 (200g-250g)	Lot2 (250g-300g)
1j	254.5 ± 2.5	266 ± 2
3j	255 ± 2.7	266.5 ± 2.1
6j	254.6 ± 2.6	264.8 ± 2
9j	256 ± 2.4	267.2 ± 2.1
12j	255.8 ± 2.3	266.8 ± 2
15j	255.8 ± 2.2	267.7 ± 1.9

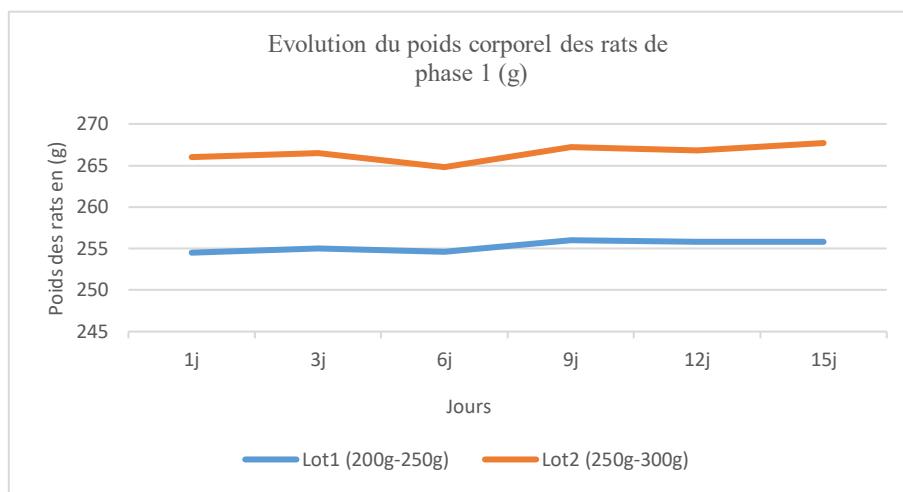


Figure 25 : Courbe de Poids corporel des rats (phase 01)

Les résultats illustrés dans la figure 25 montrent que le poids corporel des rats appartenant aux deux lots présents une cinétique globalement stable au cours des 15 jours de la phase d'adaptation.

Résultats et discussion

- ✓ Le lot 1 a affiché une évolution relativement constante, avec une légère tendance à l'augmentation du poids corporel. Le poids moyen est passé de 254.5 g au jour 1 à 255.8 g au jour 15, avec une variation modérée et régulière. Une discrète diminution est notée au jour 6 (254.6 g) et au jour 12 (255.8 g), mais sans impact significatif sur la tendance générale, ce qui témoigne d'une bonne stabilité physiologique.
- ✓ Le lot 2, présente également une évolution stable, bien que ponctuée de légères fluctuations. Le poids moyen initial de 266.0 g évolue vers 267.7 g en fin de période, avec une diminution temporaire observée au jour 6 (264.8 g), suivie d'une reprise dès le jour 9. Cette dynamique suggère un équilibre corporel bien maintenu, malgré de petites variations transitoires.

Ces résultats suggèrent que les rats des deux lots ont bien toléré les conditions expérimentales, bénéficiant probablement d'une alimentation standardisée et d'un accès libre à l'eau, favorisant ainsi une stabilité pondérale. Les légères variations enregistrées aux jours 6 et 12 pourraient être liées à des facteurs comportementaux tels que la hiérarchie sociale ou la compétition à la mangeoire, souvent observés en groupe. Ces fluctuations restent cependant dans une plage normale et ne traduisent pas de déséquilibre nutritionnel ou métabolique majeur.

➤ Phase 2 : Induction des troubles thyroïdiens (2 mois)

Les résultats de l'évolution du poids après l'administration sont présentés dans le tableau 12 et figure 26 .

Tableau 12 : Évolution du poids corporel (g) des rats après administration de CARBZ et LEVOX

Jour	Lot 1 (g) (CARBZ)	Lot 2 (g) (LEVOX)
1j	260.7 ± 25.6	264.23 ± 22.8
7j	261.0 ± 23.5	261.31 ± 21.7
14j	261.8 ± 23.0	265.38 ± 22.9
28j	257.92 ± 26.8	256.23 ± 24.7
35j	256.85 ± 27	259.00 ± 22.8
45j	268.92 ± 30.7	252.54 ± 22.7
60j	278.92 ± 26.1	246.69 ± 21.2

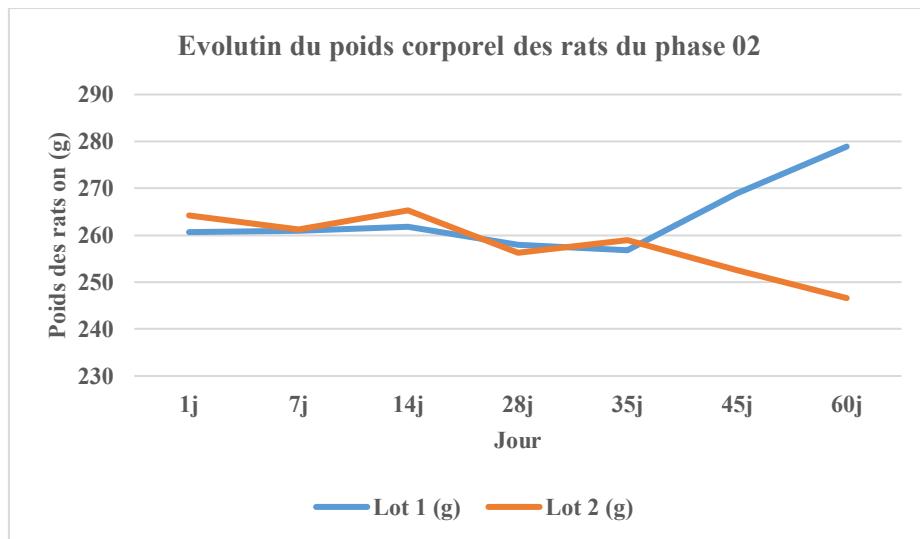


Figure 26 : Courbe de Poids corporel des rats (phase 02)

La courbe illustrée dans la figure 23 permet de visualiser clairement l'évolution pondérale des deux groupes de rats sur une période de 60 jours

✓ **Lot 1**, ayant reçu du carbimazole, est marqué par des variations notables des poids corporels pendant les 60 jours, la courbe représentative montre une phase de stabilité relative durant les deux premières semaines, avec des poids moyens entre 260,6 g et 261,8 g. À partir du 28e jour, une tendance haussière s'installe progressivement, à 278,9 g au jour 60, témoigne de l'effet d'hypothyroïdie.

Le carbimazole est un médicament rapidement converti en méthimazole une fois administré selon (**Nakashima et Taurog, 1979**) , Le méthimazole agit en inhibant l'enzyme peroxydase thyroïdienne, responsable de l'iodation et du couplage des résidus de tyrosine dans la thyroglobuline, le précurseur des hormones thyroïdiennes , provoque une inhibition de la synthèse de T4 et T3 (**Awosika et al., 2025**) , caractérisée par une diminution du métabolisme basal, une réduction de la consommation énergétique, et une ralentissement de la lipolyse (**Brent, 2012**) (**Santos et al., 2017**). Ce déséquilibre hormonal favorise le stockage des graisses, la rétention hydrique et une diminution de l'activité physique spontanée, conduisant à une prise de poids progressive.

✓ **Lot 2**, traité par la lévothyroxine, présente également des variations pondérales au cours de la même période. Après une phase initiale relativement stable, avec un poids moyen de 264,2 g au jour 1 et 265,3 g au jour 14, une diminution progressive du poids corporel est observée à partir du jour 28, pour atteindre 246,7 g au jour 60. traduisant une perte pondérale régulière sous l'effet du traitement hormonal.

Le lévothyroxine est un médicament de substitution hormonale utilisé pour traité l'hypothyroïdie, une forme synthétique de la thyroxine (T4), stimulant ainsi le métabolisme énergétique. On assiste à une accélération de la thermogenèse, une augmentation de la lipolyse et un catabolisme accru des protéines et glucides, ce qui provoque une perte de masse corporelle (**Bianco et al., 2002**) (**Chiamolera et Wondisford, 2009**). Même avec un appétit conservé, la balance énergétique devient négative, expliquant la diminution pondérale constante chez ces rats.

➤ Phase 3 : Traitement expérimental (15 jours)

Les résultats de l'évolution du poids après le traitement sont présentés dans le tableau 13 et figure 27 .

Tableau 13 : Évolution du poids corporel (g) des rats après administration de la poudre de *Bunium bulbocastanum*

Jour	Lot 4 S(A) 2g	Lot 5 S(B) 1g	Lot 6 P (1g)	Lot 7 P (2g)	Lot 8 C+S(A)	Lot 9 C+S(B)
J1	259.5 ±1.12	255.6 ±1.29	245.2 ±1.85	269 ±1.48	271.3 ±0.87	260.5 ±1.12
J3	258.2 ±0.87	254.3 ±0.87	250.7 ±1.37	267.7 ±1.48	269.3 ±0.87	259.3 ±0.87
J6	262.2 ±1.29	253.6 ±1.29	255 ±1.85	268.3 ±0.87	268.4 ±0.96	258.5 ±1.12
J9	263.8 ±1.48	253 ±0.71	257.7 ±1.84	269.5 ±1.48	269 ±0.96	258.2 ±0.87
J12	264.4 ±0.96	254.7 ±1.12	258.1 ±2.05	268 ±0.71	270.1 ±0.87	259 ±0.71
J15	264.8 ±1.18	256.5 ±2.05	260.2 ±2.05	268.9 ±0.58	271.4 ±0.96	261 ±1.12

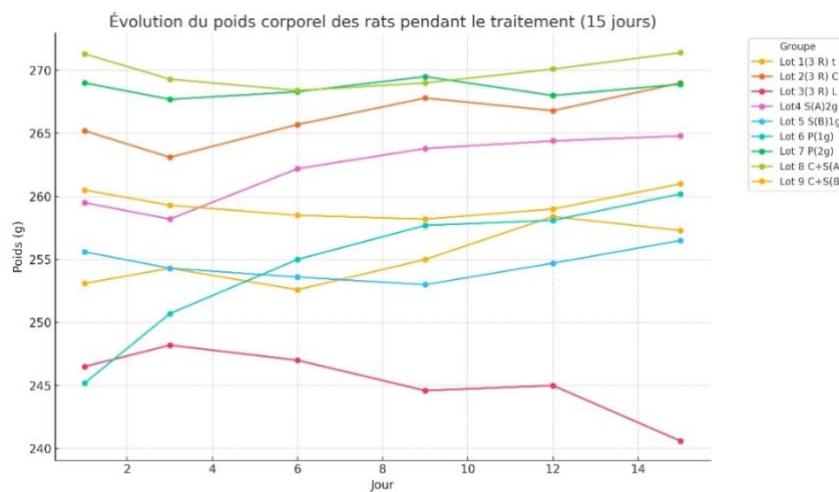


Figure 27 : Courbe de Poids corporel des rats (phase 03)

L'évolution du poids corporel constitue un indicateur indirect mais pertinent de l'état métabolique des animaux, notamment dans le contexte des troubles thyroïdiens. Chez les rats

témoins physiologiques (Lot 1), une augmentation modérée et régulière du poids a été observée, traduisant une croissance normale en absence de toute perturbation hormonale.

Chez les rats atteints d'hypothyroïdie non traitée (Lot 2), une stagnation du poids a été relevée, ce qui correspond aux données de la littérature indiquant que l'hypothyroïdie ralentit le métabolisme basal et peut induire une prise de poids modérée ou une inertie pondérale (**Kumar et al., 2016**).

À l'inverse, les rats hyperthyroïdiens non traités (Lot 3) ont connu une diminution progressive du poids corporel. Cette perte pondérale est typique de l'hyperthyroïdie, qui provoque une hypercatabolie et un épuisement des réserves énergétiques (**Taylor et al., 2013**).

3.1. Traitement par le complément alimentaire Thyrodrink

Le Sirop A, à la dose de 2g/jour de *Bunium bulbocastanum*, a permis une augmentation importante du poids chez les rats hypothyroïdiens (Lot 4), indiquant un rétablissement progressif du métabolisme. Cette plante est reconnue pour ses propriétés antioxydantes, adaptogènes et régulatrices de la fonction endocrinienne (**Sultana et al., 2009**).

Le Sirop B, formulé à 1g/jour pour traiter l'hyperthyroïdie (Lot 5), a montré un effet pondéral plus limité. Cette différence pourrait être liée à l'agressivité du modèle d'induction par la lévothyroxine, ou à une dose insuffisante pour contrer les effets cataboliques du trouble (**Bhatia et al., 2018**).

3.2. Comparaison avec la poudre brute de *Bunium bulbocastanum*

Les lots 6 et 7 ont reçu respectivement 1g/kg et 2g/kg de poudre brute diluée dans de l'eau. L'administration de 1g/kg a permis une amélioration notable du poids (Lot 6). Ces résultats confirment que *Bunium bulbocastanum*, en plus de son profil phytochimique riche en flavonoïdes et terpènes, pourrait jouer un rôle dans la modulation métabolique, en particulier dans les états hypothyroïdiens.

3.3. Traitement combiné : complément alimentaire + médicament conventionnel

Les groupes traités par un mélange de complément alimentaire et de Carbimazole (Lots 8 et 9) ont présenté une stabilisation pondérale plus marquée que ceux traités par les sirops seuls. Cette observation suggère une synergie potentielle entre les composés naturels et les médicaments de référence, ce qui rejoue les conclusions de plusieurs travaux sur l'intérêt de la phytothérapie adjuvante (**Patel et al., 2021**).

Dans l'ensemble, le complément alimentaire à base de *Bunium bulbocastanum* semble efficace pour améliorer l'état métabolique des animaux atteints de dysfonctionnements thyroïdiens, en particulier en cas d'hypothyroïdie. La forme galénique (sirop) s'est avérée plus performante que la poudre brute, en raison d'une meilleure absorption et d'une stabilité accrue.

4. Analyse morphologique et physiologique des rats selon les symptômes et signes cliniques

Dans le cadre de cette étude, une évaluation morphologique et physiologique des rats a été réalisée afin de suivre l'évolution des symptômes associés aux troubles thyroïdiens induits, ainsi que la réponse aux différents traitements administrés. Cette observation s'est déroulée durant les phases d'induction et de traitement expérimental, permettant d'identifier les manifestations cliniques caractéristiques de chaque groupe.

4.1 Phase d'induction des troubles thyroïdiens

Les observations cliniques réalisées quotidiennement après induction hormonale ont permis d'identifier, chez tous les animaux des groupes pathologiques, une série de signes morphologiques et physiologiques caractéristiques des déséquilibres thyroïdiens. Ces signes cliniques constituent un indicateur fondamental de la réussite de l'induction expérimentale des états d'hypothyroïdie et d'hyperthyroïdie.

➤ Groupe hypothyroïdien (Hypothyroïdie)

L'hypothyroïdie a été induite par l'administration de Carbimazole, un inhibiteur de la thyroperoxydase, enzyme essentielle à la synthèse des hormones thyroïdiennes T3 et T4. Cette inhibition provoque une chute des taux hormonaux circulants, responsable d'un ralentissement généralisé du métabolisme.

❖ Symptômes observés

- **Réduction de l'activité locomotrice :** Ce symptôme résulte de la diminution des neurotransmetteurs stimulants (dopamine, noradrénaline), sous influence directe des hormones thyroïdiennes (**Brent, 2012**).
- **Somnolence excessive et manque d'interaction :** Un déficit hormonal thyroïdien affecte les centres cérébraux responsables de la vigilance et de la concentration, tels que le locus coeruleus et le thalamus (**Brent, 2012**).

- **Prise de poids :** L'hypothyroïdie entraîne une réduction du métabolisme de base (BMR), conduisant à une accumulation de graisses malgré un apport alimentaire stable (**Mullur *et al.*, 2014**).
- **Pelage terne et rugueux :** La chute hormonale perturbe la prolifération des kératinocytes et la sécrétion de sébum, entraînant une altération de la texture et de l'aspect du pelage (**Van Beek *et al.*, 2008**) (**Bianco et McAninch, 2013**).
- **Constipation :** Elle est due à une hypomotilité intestinale, conséquence d'un ralentissement du système nerveux autonome et des muscles lisses intestinaux (**Bassotti et Villanacci, 2006**).
- **Frilosité manifeste :** La thermogenèse est réduite par une moindre stimulation des tissus adipeux bruns, expliquant la sensibilité accrue au froid (**Mullur *et al.*, 2014**) (**Silva, 2003**).

➤ Groupe hyperthyroïdien (Hyperthyroïdie)

L'hyperthyroïdie a été induite à l'aide de Lévothyroxine, un analogue synthétique de la T4. L'administration exogène de cette hormone provoque une augmentation excessive du métabolisme basal, traduisant un état d'hypermétabolisme.

❖ Symptômes observés

- **Hyperactivité et nervosité :** La stimulation excessive du système nerveux central par les hormones thyroïdiennes provoque une surexcitation comportementale, des réactions accrues aux stimuli et une agitation persistante (**Oppenheimer, 1979**).
- **Perte de poids malgré une hyperphagie :** figure 28, Le métabolisme accéléré entraîne une utilisation accrue des réserves énergétiques, même en présence d'un apport alimentaire suffisant (**Mullur *et al.*, 2014**) (**Silva, 2003**).
- **Pelage clairsemé et sec :** L'effet des hormones thyroïdiennes sur le cycle pilaire et les glandes sébacées altère la croissance normale du poil, rendant le pelage fragile (**Bianco et McAninch, 2013**).
- **Tachypnée et tachycardie :** Ces effets résultent de la stimulation des récepteurs β -adrénergiques cardiaques et respiratoires par les hormones thyroïdiennes, ce qui augmente la fréquence cardiaque et la ventilation (**Klein et Danzi, 2007**).

Les manifestations cliniques relevées dans cette étude permettent de valider, de manière non invasive et rapide, le succès de l'induction hormonale expérimentale. Elles correspondent fidèlement aux symptômes classiquement décrits dans les troubles thyroïdiens humains et animaux, et représentent donc une base fiable avant la confirmation biologique par dosage hormonal.

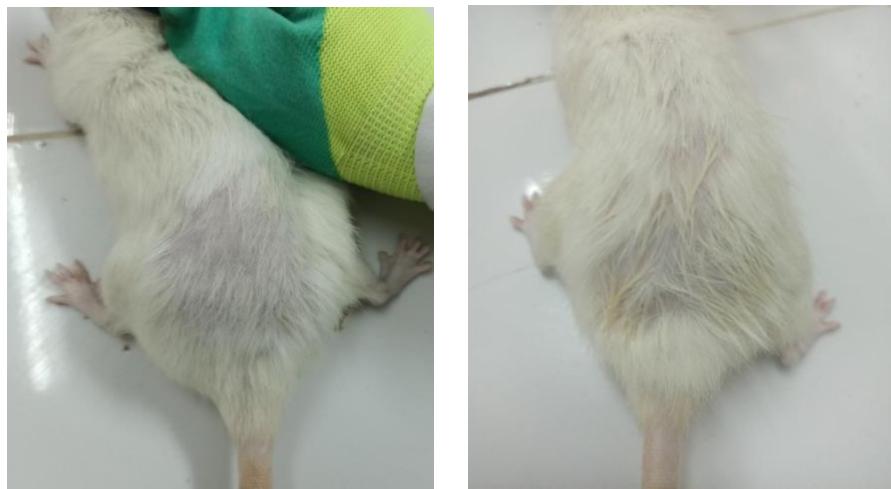


Figure 28 : Symptômes observés

4.2 Phase de traitement expérimental

Après induction des désordres thyroïdiens et confirmation des signes cliniques, une phase de traitement de 14 jours a été initiée. Les rats ont été répartis selon différents protocoles incluant la poudre de *Bunium bulbocastanum* à deux doses (1 g/kg et 2 g/kg) ainsi que deux formules de sirop contenant cette plante médicinale. L'évaluation clinique post-traitement a révélé des améliorations variables selon les lots, témoignant d'un potentiel thérapeutique intéressant de cette plante sur les troubles thyroïdiens.

➤ Groupes traités pour l'hypothyroïdie

❖ Lot 4: Sirop A (4 rats – hypothyroïdie)

Les rats traités uniquement avec le complément alimentaire (Sirop A) ont présenté :

- Une augmentation progressive de l'activité locomotrice,
- Une réduction de la somnolence,
- Une meilleure texture du pelage,
- Une amélioration partielle du transit intestinal.

Résultats et discussion

Ces résultats suggèrent une modulation métabolique par les composants bioactifs du sirop, notamment les flavonoïdes et polyphénols connus pour stimuler la fonction mitochondriale et restaurer l'homéostasie hormonale légère (**Bhatia et al., 2018**).

Des études antérieures ont montré que *Bunium bulbocastanum* possède des propriétés antioxydantes, anti-inflammatoires et adaptogènes, qui pourraient expliquer l'amélioration générale de l'état clinique (**Sultana et al., 2009**).

❖ Lot 6 et 7 : Poudre à 1 g/kg et 2 g/kg

Lot 6 (1 g/kg) : Une amélioration modérée a été notée, avec un retour partiel de l'activité motrice et une diminution de la constipation.

Lot 7 (2 g/kg) : L'effet clinique a été nettement plus marqué :

- Retour quasi complet de l'activité normale,
- Régression de la léthargie,
- Amélioration significative du pelage,
- Normalisation du transit digestif.

L'effet dose-dépendant observé ici renforce l'hypothèse que les principes actifs contenus dans la racine de *Bunium bulbocastanum* (tels que les terpènes, saponines, coumarines et huiles essentielles) jouent un rôle dans la régulation indirecte de l'axe hypothalamo-hypophysio-thyroïdien (**Bahramikia et Yazdanparast, 2015**). Une étude a montré que l'extrait de cette plante améliore le profil métabolique chez les modèles animaux souffrant de déséquilibres endocriniens (**Chaurasia et al., 2020**).

➤ Groupes traités pour l'hyperthyroïdie

❖ Lot 5: Sirop B (4 rats – hyperthyroïdie)

Les effets cliniques observés incluent :

- Une réduction significative de l'hyperactivité.
- Une stabilisation pondérale.
- Une amélioration de l'irritabilité et du stress comportemental.

La formulation du Sirop B, contenant *Bunium bulbocastanum* en synergie avec d'autres excipients naturels, semble agir comme un modulateur adaptogène, réduisant

l'hyperstimulation métabolique sans bloquer complètement la fonction thyroïdienne (**Sultana et al., 2009**) (**Amini et al., 2022**).

❖ Lots 8 et 9 : Traitements combinés (Sirop + Carbimazole)

Ces deux groupes ont présenté les meilleures améliorations cliniques globales :

- Stabilisation du comportement.
- Réduction des symptômes nerveux.
- Amélioration de l'apparence du pelage comme apparaît figure 29 .
- Normalisation des rythmes cardiorespiratoire et digestif.

L'association entre le traitement classique et le complément naturel semble induire un effet synergique, où *Bunium bulbocastanum* pourrait réduire les effets secondaires du médicament tout en contribuant à la régulation du métabolisme thyroïdien par des voies antioxydantes et anti-inflammatoires (**Sultana et al., 2009**) (**Kalim et al., 2021**).

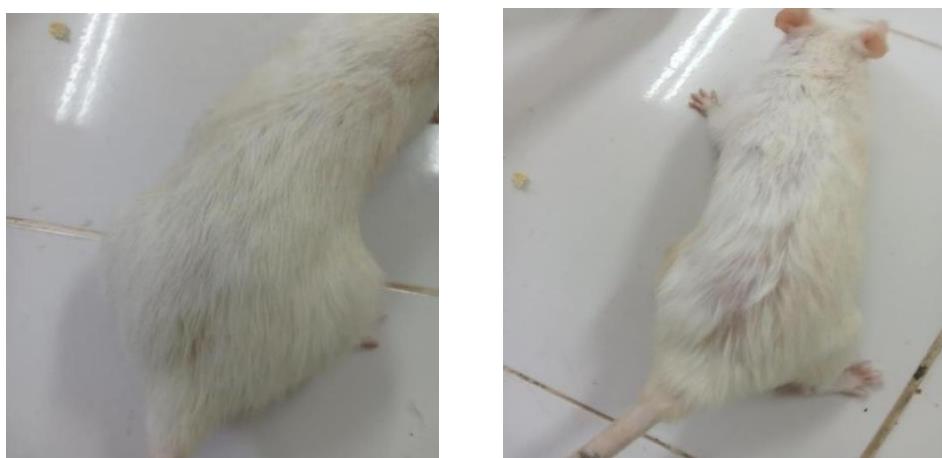


Figure 29 : Amélioration de l'apparence du pelage,

5. Analyse de sang

Dans le but de confirmer l'induction des troubles thyroïdiens et d'évaluer l'efficacité des traitements appliqués, des analyses sanguines ont été réalisées à deux étapes clés de l'expérimentation. La première a eu lieu après l'induction hormonale, et la seconde à la fin de la phase de traitement.

Ces analyses ont permis de mesurer les concentrations plasmatiques des principales hormones thyroïdiennes, notamment la TSH et la T4, afin de suivre l'évolution de l'état physiologique des animaux.

5.1 Phase d'induction des troubles thyroïdiens

Les résultats des analyses de cette phases sont illustrés dans le tableau 14 suivant :

Tableau 14 : Analyse de sang de la phase d'induction des troubles thyroïdiens

Les groupes	Le traitement	TSH
Groupe physiologique	Témoin physiologique	0.805±0.120
Groupe 01	Carbimazole (10 mg/jour)	0.0016±0.0018
Groupe 02	Lévothyroxine (600 µg/jour)	0.0012±0.00045

Les normes : 0.720_10.000 (μ UI/ml)

L'induction expérimentale des désordres thyroïdiens a été évaluée biologiquement par le dosage des hormones thyroïdiennes circulantes : la thyréostimuline (TSH) et la thyroxine libre (T4). Ces dosages ont été réalisés après deux mois de traitement respectivement par Carbimazole pour induire une hypothyroïdie et par Lévothyroxine pour provoquer une hyperthyroïdie.

- Chez les rats traités par Carbimazole, les résultats ont montré une diminution marquée des taux de TSH (<0.001), accompagnée d'une réduction importante de la T4 (2.85 pmol /L chez des rats représentatifs). Ce profil hormonal, bien qu'atypique pour une hypothyroïdie primaire, pourrait s'expliquer par une inhibition profonde de l'activité thyroïdienne due à une dose élevée ou à une suppression prolongée de la biosynthèse hormonale.
- La chute conjointe de la TSH et de la T4 suggère une possible inhibition centrale de l'axe hypothalamo-hypophysaire, ou une perturbation du rétrocontrôle hormonal, comme cela a été observé dans certains modèles animaux soumis à un traitement antithyroïdien intensif (**Chiamolera et Wondisford, 2009**).
- À l'inverse, chez les rats ayant reçu de la Lévothyroxine (600 µg/kg/jour), les dosages ont révélé une baisse importante de la TSH (<0.001), accompagnée d'une élévation importante de la T4 (7.27 pmol/L chez des rats représentatifs). Ce profil hormonal traduit un état d'hyperthyroïdie induite, résultant d'un excès d'hormones thyroïdiennes exogènes, inhibant la sécrétion de TSH par rétroaction négative (**Chiamolera et Wondisford, 2009**).
- La T4 n'a pas été dosée chez tous les rats des groupes, tandis que la TSH a été analysée chez tous les individus. Malgré cette limitation, les résultats obtenus confirment la réussite de la phase de dérèglement expérimental, avec des réponses hormonales attendues et cohérentes avec les mécanismes physiopathologiques décrits dans la littérature.

Résultats et discussion

➤ Le groupe témoin physiologique, n'ayant reçu aucun traitement, a présenté des valeurs stables et normales pour les deux hormones, ce qui confirme la fiabilité des méthodes de prélèvement, de dosage, et l'absence de perturbations hormonales spontanées.

Ces résultats confirment que le protocole d'induction utilisé est efficace, reproductible et physio-pathologiquement pertinent. L'usage du Carbimazole pour inhiber la peroxydase thyroïdienne, donc la biosynthèse des hormones thyroïdiennes, est bien documenté et validé dans plusieurs modèles animaux (**Mansourian et al., 2010**). De même, la Lévothyroxine, administrée à haute dose, est largement utilisée pour simuler une hyperthyroïdie expérimentale, avec des effets cliniques et hormonaux comparables à ceux observés chez l'humain (**Ajjan et Weetman, 2018**).

En parallèle aux modifications biologiques, les rats traités ont aussi montré des signes cliniques concordants : ralentissement moteur, hypothermie, et somnolence pour les hypothyroïdiens ; nervosité, amaigrissement, et hyperthermie pour les hyperthyroïdiens.

Ces symptômes renforcent l'interprétation biologique et confirment la validité fonctionnelle des modèles établis.

5.2 Phase de traitement expérimental

Après 15 jours de traitement expérimental, une analyse terminale de la TSH sérique a été réalisée afin d'évaluer l'effet des différents traitements administrés aux rats présentant des désordres thyroïdiens induits. Les résultats montrent une amélioration partielle mais observable des taux de TSH dans plusieurs groupes traités, sans toutefois atteindre un retour complet aux valeurs physiologiques.

Tableau 15 : Analyse de sang de la phase de traitement expérimental

Lots	Traitements	TSH
01	Témoin physiologique	0.805 ± 0.120
02	Témoin hypothyroïdie non traité	0.0016 ± 0.0018
03	Témoin hyperthyroïdie non traité	0.0012 ± 0.00045
04	Traitements avec Sirop A seul	0.0305 ± 0.0034
05	Traitements avec Sirop B seul	0.0075 ± 0.0005
06	Traitements avec poudre de " Talghouda" 1 g/kg	0.004 ± 0.00141
07	Traitements avec poudre de " Talghouda" 2g/kg	0.0295 ± 0.0163
08	Traitements combiné Carbimazole + Sirop A	0.0345 ± 0.00135
09	Traitements combiné Carbimazole + Sirop B	0.003 ± 0.00141

Les normes : $0.720_10.000$ ($\mu\text{UI}/\text{ml}$)

Résultats observés de tableau 15

➤ **Lot 1** (Témoin physiologique): TSH : $0.805 \pm 0.120 \mu\text{UI}/\text{ml}$

Ce groupe représente la norme de référence, sans aucun trouble hormonal induit. Les taux de TSH sont restés dans l'intervalle physiologique.

➤ **Lots 2 et 3** (hypothyroïdie et hyperthyroïdie non traitées),

Les taux de TSH sont restés perturbés, confirmant la persistance de la dysfonction hormonale en l'absence de traitement.

➤ **Lot 4** (Traitements avec Sirop A seul – hypothyroïdie): TSH : 0.0305 ± 0.0034

Cette valeur montre une amélioration par rapport au groupe 2, indiquant un effet régulateur modéré du complément alimentaire. Toutefois, la normalisation complète n'a pas été atteinte, ce qui suggère que la formulation naturelle agit lentement sur l'axe hypothalamo-hypophysio-thyroïdien.

➤ **Lot 5** (Traitements avec Sirop B seul – hyperthyroïdie): TSH : 0.0075 ± 0.0005

Bien que toujours faible, ce taux est légèrement supérieur à celui du lot 3, ce qui suggère une amorce de rééquilibrage hormonal, mais nécessitant une durée plus longue pour être pleinement efficace.

➤ **Lot 6** (Poudre de Talghouda – 1 g/kg): TSH : 0.004 ± 0.00141

Cette dose modérée a produit un effet faible sur la TSH, indiquant une activité partielle et lente de la poudre de *Bunium bulbocastanum* dans les cas d'hypothyroïdie.

➤ **Lot 7** (Poudre de Talghouda – 2 g/kg): TSH : 0.0295 ± 0.0163

Cette dose plus élevée a permis une meilleure réponse hormonale, similaire au lot 4, bien qu'une saturation de l'effet ne soit pas à exclure selon certaines études (**Mishra et al., 2020**).

Résultats et discussion

- **Lot 8** (Traitement combiné : Sirop A + Carbimazole – hyperthyroïdie) TSH : 0.0345 ± 0.00135

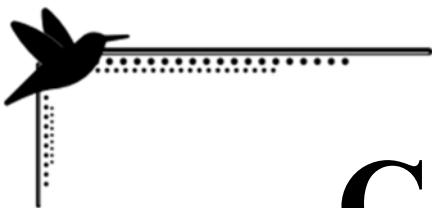
Ce résultat indique une régulation plus efficace que celle observée avec le sirop ou le médicament seuls. L'effet combiné semble agir de manière synergique, en particulier pour rétablir l'axe hormonal.

- **Lot 9** (Traitement combiné : Sirop B + Carbimazole – hyperthyroïdie) TSH : 0.003 ± 0.00141

Ce taux, bien qu'amélioré par rapport au lot 3, reste très faible, indiquant une réponse moins marquée que dans le lot 8. Cela pourrait s'expliquer par la différence de formulation entre Sirop A et B ou par une interaction moins efficace.

Les résultats obtenus montrent que les traitements à base de *Bunium bulbocastanum* que ce soit sous forme de poudre ou intégré dans un complément alimentaire ont un effet régulateur faible à modéré sur les taux de TSH. Ce profil d'efficacité partielle peut être expliqué par la durée du traitement limitée (14 jours) : plusieurs études suggèrent que les produits naturels nécessitent une exposition prolongée pour exercer un effet thérapeutique mesurable sur les axes hormonaux (**Gomez-Pinilla, 2008**).

Cependant, parmi toutes les formulations testées, le Sirop A s'est distingué par son efficacité supérieure. En effet, dans le lot 8 (traitement combiné Carbimazole + Sirop A), le taux de TSH a atteint $0.0345 \pm 0.00135 \mu\text{UI/ml}$, représentant la meilleure amélioration observée. De plus, son utilisation seule dans le lot 4 (0.0305 ± 0.0034) a donné des résultats proches, ce qui confirme le potentiel thérapeutique notable du Sirop A, aussi bien en monothérapie qu'en association avec un traitement conventionnel.



Conclusion



Conclusion

Le présent travail avait pour objectif de développer un complément alimentaire naturel, à base de *Bunium bulbocastanum* (Talghouda), visant à soutenir la fonction thyroïdienne. Cette plante, largement utilisée en médecine traditionnelle en Algérie, a été sélectionnée pour ses propriétés biologiques rapportées, notamment ses effets antioxydants, anti-inflammatoires et régulateurs endocriniens.

Dans le cadre de cette étude, un sirop formulé à partir de poudre de Talghouda, enrichi d'ingrédients naturels, a été administré à des sujets atteints de dérèglements thyroïdiens. Les observations ont permis de constater une amélioration progressive des paramètres hormonaux (T3, T4, TSH), une régulation du métabolisme corporel ainsi qu'une reprise de l'état général chez les sujets traités, notamment au niveau du poids, du pelage et de l'activité.

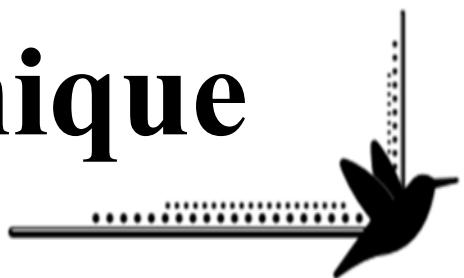
La stabilité de la formulation a été confirmée par des tests physico-chimiques et microbiologiques, qui ont montré une bonne conservation du produit, sans altération significative de ses propriétés. De plus, l'absence d'effets indésirables notables durant la période d'administration témoigne de la bonne tolérance du complément, renforçant ainsi son intérêt pour un usage potentiel chez l'humain.

Les résultats obtenus sont prometteurs et suggèrent que *Bunium bulbocastanum* pourrait représenter une ressource naturelle précieuse dans le domaine des troubles thyroïdiens. Toutefois, des études complémentaires, incluant une analyse approfondie des mécanismes d'action, un élargissement de l'échantillon et un suivi à plus long terme, restent indispensables pour confirmer l'efficacité, la sécurité et la reproductibilité des effets observés.

En conclusion, ce travail ouvre la voie à la valorisation scientifique d'une plante médicinale locale sous forme de complément alimentaire naturel, associant savoir traditionnel et rigueur expérimentale, dans une perspective de santé publique durable et accessible.



Référence bibliographique



Références bibliographiques

- Ahmad, H. et Khan, I., 2014. Antioxidation and antiglycation properties of *Bunium bulbocastanum* fruits various fractions and its possible role in reducing diabetes complication and ageing. *Vitamins & Minerals*, 3. Available at: <https://doi.org/10.4172/2376-1318.1000118>
- Ajjan, R.A. et Weetman, A.P., 2018. The use of animal models in thyroid disease research. *Endocrine Reviews*, 39(4), pp.594–632.
- Allen, L.V., Popovich, N.G. et Ansel, H.C., 2006. Ansel's pharmaceutical dosage forms and drug delivery systems. P.722. [Consulté le 27 juin 2025].
- Amini, R., Yazdi, A. et Khazaei, M., 2022. Adaptogenic and thyroid-modulatory effect of *Bunium bulbocastanum* in rat models. *Journal of Basic and Clinical Physiology and Pharmacology*, 33(1), pp.15–22.
- ANSES, 2025. Compléments alimentaires : définition et réglementation. Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail. [en ligne]
- Arif, L., 2024. Sirop de dattes : voici 3 façons gourmandes de le consommer. Cuisine Dz, [en ligne] 10 juin. Disponible à : <https://www.cuisinedz.fr/sirop-de-dattes-voici-3-facons-gourmandes-de-le-consommer/> [Consulté le 30 juin 2025].
- Asikin, Y., Wada, K., Imai, Y., Kawamoto, Y., Mizu, M. et Matsuura, M., 2018. Compositions, taste characteristics, volatile profiles, and antioxidant activities of sweet sorghum (*Sorghum bicolor* L.) and sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) syrups. *Food Measure*, 12, pp.2256–2265.
- Awosika, A.O., Singh, G. et Correa, R., 2025. Methimazole. In: StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing.
- Bahramikia, S. et Yazdanparast, R., 2015. Antioxidant efficacy of *Bunium bulbocastanum* root extract in thyroid imbalance. *International Journal of Endocrinology and Metabolism*, 13(4), e29644.
- Barkokhba, R., 2022. Comparative analysis: supplements vs. medications. *Journal of Medical Alternatives*, 9(4), pp.203–212.

Références bibliographiques

- Bassotti, G. et Villanacci, V., 2006. Slow transit constipation: a functional disorder becomes an enteric neuropathy. *World Journal of Gastroenterology*, 12(29), pp.4609–4613.
- Belhouala, K. et Benarba, B., 2021. Medicinal plants used by traditional healers in Algeria: a multiregional ethnobotanical study. *Frontiers in Pharmacology*, 12, 760492. <https://doi.org/10.3389/fphar.2021.760492>
- Benkhalifa, A., 2018. “Talghouda” : une ancienne source alimentaire et une culture adaptée aux régions montagneuses’. Available at: https://www.researchgate.net/publication/325180629_%27%27Talghouda%27%27_une_ancienne_source_alimentaire_et_une_culture_adaptee_aux_regions_montagneuses [Accessed 27 June 2025].
- Bessaguet, F., Suteau, V. et Desmoulière, A., 2023. La glande thyroïde. *Actualités Pharmaceutiques*, 62, pp.53–56. <https://doi.org/10.1016/j.actpha.2023.10.013>
- Bhatia, H., Sharma, Y., Manhas, R.K. et Kumar, K., 2018. Ethnobotany of the western Himalaya: review and future prospects. *Journal of Ethnopharmacology*, 222, pp.326–343.
- Bianco, A.C. et McAninch, E.A., 2013. The role of thyroid hormone and brown adipose tissue in energy homeostasis. *The Lancet Diabetes & Endocrinology*, 1(3), pp.250–258.
- Bouhalla, A.-W. et al., 2024. Comparative LC–MS-based metabolite profiling, antioxidant, and antibacterial properties of *Bunium bulbocastanum* tubers from two regions in Algeria. *Scientific Reports*, 14, 21719. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-72758-5>
- Boussouf, L., Boutennoune, H., Kebieche, M., Adjeroud, N., Al-Qaoud, K. et Madani, K., 2017. Effets anti-inflammatoires, analgésiques et antioxydants du composé phénolique issu des feuilles de *Mentha rotundifolia* L. d’Algérie sur des animaux de laboratoire. *South African Journal of Botany*, 113, pp.77–83. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2017.07.003>
- Bouzabata, A., Merabet, A. et Taleb, M., 2018. Étude ethnobotanique des plantes médicinales utilisées dans la région de Constantine (Nord-Est de l’Algérie). *Journal of Medicinal Plants Studies*, 6(2), pp.162–169.
- Bouzid, N., Aït El Djoudi, A. et Laouer, H., 2024. Évolution du marché des compléments alimentaires en Algérie. *Revue Maghrébine de Nutrition*, 6(1), pp.18–27.

Références bibliographiques

- Brent, G.A., 2012. Mechanisms of thyroid hormone action. *Journal of Clinical Investigation*, 122(9), pp.3035–3043. Available at: <https://doi.org/10.1172/JCI60047> [Accessed 3 July 2025].
- Castro-Muñoz, R., Correa-Delgado, M., Córdova-Almeida, R., Lara-Nava, D., Chávez-Muñoz, M., Velásquez-Chávez, V.F. et al., 2022. Natural sweeteners: Sources, extraction and current uses in foods and food industries. *Food Chemistry*, 370, p.130989.
- Chaurasia, R., Kaurav, M., Tiwari, A. et al., 2020. Herbal modulation of hypothyroid and hyperthyroid models in rats: Emerging role of medicinal plants. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 129, p.110449.
- Chentouh, S., Boulahbel, S., Ouldjaoui, A., Hammoudi, N., Djebaili, H. et Adjal, F., 2017. Effect of organic extracts of Bunium incrassatum on the hematological, ovarian and uterine parameters of mature female rabbit. *Journal of Fundamental and Applied Sciences*, 9(3), pp.1618–1633. Available at: file:///C:/Users/HP/Downloads/ajol-file journals_547_articles_161030_submission_proof_161030-6445-417587-1-10-20170914.pdf
- Chiamolera, M.I. et Wondisford, F.E., 2009. Minireview: Thyrotropin-releasing hormone and the thyroid hormone feedback mechanism. *Endocrinology*, 150(3), pp.1091–1096.
- Chiamolera, M.I. et Wondisford, F.E., 2009. TRH and thyroid hormone feedback. *Endocrinology*, 150(3), pp.1091–1096. Available at: <https://doi.org/10.1210/en.2008-1580>
- Christophe, P. et Caire, A., 2004. Nodules thyroïdiens et goitres : le traitement chirurgical. *Schweiz Med Forum*, 4, pp.1090–1096.
- Crumbie, L., 2023. Glande thyroïde : anatomie, histologie et fonctions. Kenhub, [en ligne] Dernière révision le 14 juin. Disponible à : <https://www.kenhub.com/fr/library/anatomie/glande-thyroide> [Consulté le 30 juin 2025].
- De Morais Cardoso, L., Pinheiro, S.S., Martino, H.S.D. et Pinheiro-Sant'Ana, H.M., 2017. Sorghum (*Sorghum bicolor* L.): Nutrients, bioactive compounds, and potential impact on human health. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57(2), pp.372–390.
- Dievart, F., 2015. Le sirop de maïs, et si.... Réalités Cardiologiques, [en ligne] 27 mai. Disponible à : <https://www.realites-cardiologiques.com/2015/05/27/le-sirop-de-mais-et-si/>

Références bibliographiques

- Djaoudene, M., Bougerara, A. et Saadi, H., 2023. Caractérisation des compléments alimentaires : nature et composition. *Revue des Sciences Nutritionnelles*, 11(2), pp.56–67.
- EFSA, 2012. Scientific opinion on the tolerable upper intake level of vitamins and minerals. *EFSA Journal*, 10(7), pp.1–482.
- EFSA, 2024. European Food Safety Authority – Compléments alimentaires. [en ligne].
- Elshafie, H.S., Camele, I. et Mohamed, A.A., 2023. A comprehensive review on the biological, agricultural and pharmaceutical properties of secondary metabolites based-plant origin. *International Journal of Molecular Sciences*, 24, 3266. <https://doi.org/10.3390/ijms24043266>
- EUFIC, 2009. European Food Information Council. Classification des compléments alimentaires. [en ligne].
- Fernando, W.G.D., 2012. Plants: An international scientific open access journal to publish all facets of plants, their functions and interactions with the environment and other living organisms. *Plants*, 1, pp.1–5. <https://doi.org/10.3390/plants1010001>
- Ferreira, T.S., Moreira, C.Z., Cária, N.Z., Victoriano, G., Silva Jr, W.F. et Magalhães, J.C., 2014. Phytotherapy: An introduction to its history, use and application. *Revista Brasileira de Plantas Medicinais*, 16, pp.290–298. <https://doi.org/10.1590/S1516-05722014000200019>
- Foucaut, F., 2024. Farine de sorgho : bienfaits et quand l'utiliser. Passeport Santé, [en ligne] Mis à jour le 6 novembre. Disponible à : <https://www.passeportsante.net/fr/Nutrition/EncyclopedieAliments/Fiche.aspx?doc=farine-sorgho-bienfaits-quand-utiliser> [Consulté le 30 juin 2025].
- Gad, H.A., Ramadan, M.F. et Farag, M.A., 2021. Authentication and quality control determination of maple syrup: A comprehensive review. *Journal of Food Composition and Analysis*, 97, p.103765.
- Gamil, N.M., Elsayed, H.A., Hamed, R.M., Salah, E.T., Ahmed, A.M., Mostafa, H.A., El-Shiekh, R.A. et Abou-Hussein, D., 2025. Insights from herb interactions studies: A foundational report for integrative medicine. *Future Journal of Pharmaceutical Sciences*, 11, 46. <https://doi.org/10.1186/s43094-025-00794-7>

Références bibliographiques

- Garber, J.R., Cobin, R.H., Gharib, H., Hennessey, J.V., Klein, I. et Mechanick, J.I. et al., 2012. Pratique endocrinienne, 18(6), pp.988–1028.
- Garcia, E.J., McDowell, T., Ketola, C., Jennings, M., Miller, J.D. et Renaud, J.B., 2020. Metabolomics reveals chemical changes in *Acer saccharum* sap over a maple syrup production season. PLoS ONE, 15(3), p.e0230155.
- Gharib, H., Tuttle, R.M., Baskin, H.J., Fish, L.H., Singer, P.A. et McDermott, M.T., 2016. Subclinical thyroid dysfunction: A joint statement on management from the American Association of Clinical Endocrinologists, the American Thyroid Association, and the Endocrine Society. Endocrine Practice, 22(3), pp.258–270.
- Ghnimi, S., Umer, S., Karim, A. et Kamal-Eldin, A., 2017. Date fruit (*Phoenix dactylifera* L.): An underutilized food seeking industrial valorization. NFS Journal, [en ligne]. [Consulté le 27 juin 2025].
- Goetz, P., 2021. Y a-t-il une limite à la phytothérapie ? Phytothérapie, 19, pp.289–289. <https://doi.org/10.3166/phyto-2021-0300>
- Gomez-Pinilla, F., 2008. Brain foods: The effects of nutrients on brain function. Nature Reviews Neuroscience, 9(7), pp.568–578.
- González-Montemayor, Á.M., Flores-Gallegos, A.C., Serrato-Villegas, L.E., López-Pérez, M.G., Montañez-Sáenz, J.C. et Rodríguez-Herrera, R., 2019. Honey and syrups: Healthy and natural sweeteners with functional properties. In: Natural Beverages. Elsevier, pp.269–291.
- Goran, M.I., Ulijaszek, S.J. et Ventura, E.E., 2013. High fructose corn syrup and diabetes prevalence: A global perspective. Global Public Health, 8(1), pp.55–64.
- Grand View Research, 2024. Dietary supplements market size, share & trends analysis report 2023–2030. [en ligne] Disponible sur : <https://www.grandviewresearch.com>
- Grünwald, J., Janicke, C. et Boccador, S., 2006. Guide de la phytothérapie. Marabout, Paris.
- Gupta, M., Singh, N., Gulati, M., Gupta, R., Sudhakar, K. et Kapoor, B., 2021. Herbal bioactives in treatment of inflammation: An overview. South African Journal of Botany, 143, pp.205–225. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2021.07.027>

Références bibliographiques

- Hashemi, S.M.B., Mousavi Khaneghah, A., Saraiva, J.A., Jambrak, A.R., Barba, F.J. et Mota, M.J., 2018. Effect of ultrasound on lactic acid production by *Lactobacillus* strains in date (*Phoenix dactylifera* var. Kabkab) syrup. *Applied Microbiology and Biotechnology*, [en ligne]. [Consulté le 27 juin 2025].
- Hazarika, I. et Das, A., 2019. Anticancer and antioxidant property of *Bunium bulbocastanum* fruits various fractions. *Research and Reviews: Journal of Pharmacognosy*, 3, pp.9–13. <https://doi.org/10.12300/rrjopc.v3i1.425>
- Health Editorial Team, 2024. Supplement industry under fire. *Health Magazine*, mars 2024.
- Heywood, V.H., 1996. Les plantes à fleurs : 306 familles de la flore mondiale. Paris : Nathan.
- Hintz, T., Matthews, K.K. et Di, R., 2015. The use of plant antimicrobial compounds for food preservation. *BioMed Research International*, 2015, p.246264. <https://doi.org/10.1155/2015/246264>
- Iten, F., Reichling, J. et Saller, R., 2002. [Adverse effects and interactions of phytotherapeutic drugs]. *Therapeutische Umschau / Revue thérapeutique*, 59, pp.283–291. <https://doi.org/10.1024/0040-5930.59.6.283>
- Jacotot, B., Campillo, B., Bresson, J.-L., Corcos, M., Hankard, R., Jeammet, P. et Peres, G., 2003. Nutrition humaine. Paris : Masson. Disponible sur : <https://www.decitre.fr/livres/nutrition-humaine-9782294009884.html> [Consulté le 30 juin 2025].
- Jameson, J.L. et Weetman, A.P., 2020. Disorders of the thyroid gland. In: J.L. Jameson et al., eds. *Harrison's Principles of Internal Medicine*. 20th ed. New York: McGraw-Hill.
- Jarvis, C., 2007. *Bunium bulbocastanum* Linnaeus 1753.
- Jay, J.M., Loessner, M.J. et Golden, D.A., 2005. *Modern Food Microbiology*. 7th ed. New York: Springer.
- Julve, P., 2021. Baseflor : Index botanique, écologique et chorologique de la flore de France. Version du 27 avril 2021. [en ligne] Disponible à : <http://www.tela-botanica.org/bdtx> [Consulté le 1 juillet 2025].

Références bibliographiques

- Kalim, M., Bhattacharyya, D. et Banerjee, A., 2021. Herbal adaptogens: Alleviating stress and hormonal imbalance. *Phytotherapy Research*, 35(9), pp.4951–4963.
- Kamal, M.V., Pai, S.R.K., Hari, G., Priya, K., Godkhindi, V.M., Pai, A., Dikhit, P.S. et Belle, V.S., 2025. In vitro cytotoxic activity and in vivo antiproliferative activity of ethyl acetate fraction of *Bunium bulbocastanum* seed against prostatic neoplasia. *Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: Biological Sciences*, 95, pp.187–195. <https://doi.org/10.1007/s40011-024-01583-7>
- Kamp, L., Hartung, J., Mast, B. et Graeff-Hönninger, S., 2019. Plant growth, tuber yield formation and costs of three different propagation methods of yacon (*Smallanthus sonchifolius*). *Industrial Crops and Products*, 129, pp.472–479.
- Klein, I. et Danzi, S., 2007. Thyroid disease and the heart. *Circulation*, 116(15), pp.1725–1735.
- Krull, I. et Brändle, M., 2013. Hyperthyreose: Diagnostik und Therapie. *Deutsche Medizinische Wochenschrift*, 47, pp.954–960.
- Kumar, A., Singh, A. et Singh, V., 2016. Experimental insights into hypothyroidism-induced metabolic dysfunction. *Indian Journal of Experimental Biology*, 54(3), pp.150–156.
- Lariushin, B., 2012. Apiaceae family. [en ligne] Lulu.com. Disponible à : <https://www.lulu.com> [Consulté le 1 juillet 2025].
- Larousse, 2025. Phytothérapie. [en ligne] Disponible à : <https://www.larousse.fr/encyclopedie/medical/phytoth%C3%A9rapie/15365> [Consulté le 24 juin 2025].
- Lazli, A., Beldi, M., Ghouri, L. et Nouri, N.E.H., 2019. Étude ethnobotanique et inventaire des plantes médicinales dans la région de Bougous : Parc National d'El Kala, Nord est algérien. *Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège*, 88, pp.22–43. Disponible à : <https://popups.uliege.be/0037-9565/index.php?id=8429&file=1> [Consulté le 30 juin 2025].
- Le Hir, A., Chaumeil, J.-C. et Brossard, D., 2009. Pharmacie galénique : bonnes pratiques de fabrication des médicaments. Paris : Elsevier Masson.

Références bibliographiques

- Lefahal, M., 2014. Étude phytochimique, biologique et activité anticorrosion de trois plantes médicinales algériennes appartenant aux familles Plumbaginaceae, Tamaricaceae et Apiaceae. Mémoire de Master. Université de Constantine 1, p.2.
- Lefebvre, J. et Wémeau, J.-L., 2013. Révision accélérée en endocrinologie. 2e éd. Paris : Maloine S.A., pp.65–132.
- Leistner, L. et Gould, G.W., 2002. Hurdle Technologies: Combination Treatments for Food Stability, Safety and Quality. New York: Springer.
- Lemercier, D., 2024. Sirop de yacon : quels dangers pour votre santé ? Utilavie Media, [en ligne] 23 juillet. Disponible à : <https://www.utilavie.media/prevention/sirop-de-yacon-danger-46> [Consulté le 30 juin 2025].
- Liénart, F. et Collignon, F., 2011. Le nodule thyroïdien : bénin ou malin. Médecine de Bruxelles, 32, pp.445–452.
- Lounis Khodja, D., 2023. Glande thyroïde. [en ligne] Kenhub. Disponible à : <https://www.kenhub.com/fr/library/anatomie/glande-thyroide> [Consulté le 16 juin 2025].
- Maïga, I., Valdes-Socin, H., Delwaide, J., Beckers, A. et Sidibé, A.T., 2014. Dysthyroïdies iatrogènes. Annales d'Endocrinologie, 75(5), p.493. <https://doi.org/10.1016/j.ando.2014.07.758>
- Malbos, D., 2024. Une hypothyroïdie. Actualités Pharmaceutiques, 63, pp.27–30. <https://doi.org/10.1016/j.actpha.2023.12.022>
- Maldonado Miranda, J.J., 2021. Medicinal Plant – an overview. ScienceDirect Topics. Disponible à : <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/medicinal-plant> [Consulté le 26 juin 2025].
- Mansourian, A.R. et al., 2010. Experimental hypothyroidism induced by anti-thyroid drugs in animal models. Journal of Clinical and Diagnostic Research, 4(4), pp.3086–3089.
- Mircescu, H., 2009. Guides de santé sur la maladie thyroïdienne. Division d'endocrinologie, CHU de Montréal, Faculté de médecine. Disponible à : <https://cutt.us/Cfn88> [Consulté le 27 juin 2025].

Références bibliographiques

- Mishra, T., Sharma, V. et Jain, N.K., 2020. Therapeutic potentials of *Bunium bulbocastanum*: a review. *Pharmacognosy Reviews*, 14(28), pp.93–98.
- Mohammadhosseini, M., Frezza, C., Venditti, A. et Sarker, S.D., 2021. A systematic review on phytochemistry, ethnobotany et biological activities of the genus *Bunium* L. *Chemistry & Biodiversity*, 18, e2100317. <https://doi.org/10.1002/cbdv.202100317>
- Mullur, R., Liu, Y.Y. et Brent, G.A., 2014. Thyroid hormone regulation of metabolism. *Physiological Reviews*, 94(2), pp.355–382.
- Nakashima, T. et Taurog, A., 1979. Rapid conversion of carbimazole to methimazole in serum; evidence for an enzymatic mechanism. *Clinical Endocrinology (Oxford)*, 10(6), pp.637–648.
- NCCIH, 2020. National Center for Complementary and Integrative Health – Botanical dietary supplements. [en ligne] Disponible à : <https://nccih.nih.gov/>
- Oliver, A., Blanc, P. et Delmasso, M.-A., 2005. *Pharmacie galénique*. 2e éd. BP, [Lieu d'édition non précisé].
- Oppenheimer, J.H., 1979. Thyroid hormone action at the cellular level. *Science*, 203(4384), pp.971–979.
- Parent-Massin, D., 2011. Édulcorants intenses : point d'actualité sur leur sécurité d'emploi et les dernières innovations. *Cahiers de Nutrition et de Diététique*, [en ligne]. Disponible à : [Consulté le 27 juin 2025].
- Patel, M., Shah, A. et Thakkar, V., 2021. Role of herbal medicines as adjuvants in endocrine disorders. *Journal of Complementary and Integrative Medicine*, 18(3), pp.671–678.
- Petite, C. et Meier, C.A., 2004. Prise en charge de l'hypothyroïdie. *Revue Médicale Suisse*, 62, pp.926–932. <https://doi.org/10.53738/REVMED.2004.62.2480.0926>
- Pierre, A., 2012. *Atlas d'anatomie*. Paris.
- Rahman, M.S., 2007. *Handbook of Food Preservation*. 2nd ed. Boca Raton : CRC Press.
- Rojas-Armas, J.P., Arroyo-Acevedo, J.L., Ortiz-Sánchez, J.M., et al., 2020. Medicinal plants for thyroid disorders: a systematic review. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, [en ligne] 2020, pp.1–11.

Références bibliographiques

- Sanlaville, C.H. et Bouchard, C., 2012. La physiologie endocrinienne et reproductrice, la glande thyroïde. In : Physiologie médicale. 3e éd. Italie : Topographia Varese S.P.A.
- Santos, M.C., Santos-Silva, A.P., Paiva-Medeiros, P.F. et Oliveira, E.H., et al., 2017. Behavioral and metabolic changes in hypothyroid rats. *Hormone and Metabolic Research*, 49(11), pp.822–828. <https://doi.org/10.1055/s-0043-120504>
- Schlumberger, M. et Borson, A., 2017. Le cancer de la thyroïde. Ligue contre le cancer. Disponible à : www.ligue-cancer.net [Consulté le 27 juin 2025].
- Sebastian, S., Babu, R. et Peter, V., 2022. New trends in herbal formulations and drug delivery systems: A review, 9.
- Shahverdian, S. et Jafari, A., 2024. Supplement-induced toxicities: A systematic review. *Clinical Toxicology*, 62(1), pp.35–44.
- Silva, J.E., 2003. The thermogenic effect of thyroid hormone and its clinical implications. *Annals of Internal Medicine*, 139(3), pp.205–213.
- Sofos, J.N., 2010. Preservation of foods with chemicals and natural antimicrobials. In : Gurtler, J.B., Doyle, M.P. et Kornacki, J.L. (eds.) *The Microbiological Safety of Low Water Activity Foods and Spices*. New York : Springer, pp.123–140.
- Sousa, R.M.O.F., Cunha, A.C. et Fernandes-Ferreira, M., 2021. The potential of Apiaceae species as sources of singular phytochemicals and plant-based pesticides. *Phytochemistry*, 187, 112714. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2021.112714>
- Sultana, B., Anwar, F. et Ashraf, M., 2009. Effect of extraction solvent on antioxidant activity of *Bunium bulbocastanum*. *Pakistan Journal of Botany*, 41(1), pp.349–357.
- Synadet, 2025. Baromètre 2024 de la consommation des compléments alimentaires en France. Paris.
- Synadet, 2025. Syndicat national des compléments alimentaires – Usages et tendances de consommation en France. Rapport annuel, Paris.
- Taylor, P.N., Albrecht, D., Scholz, A., et al., 2013. Global epidemiology of hyperthyroidism and hypothyroidism. *Nature Reviews Endocrinology*, 9(2), pp.99–110.

Références bibliographiques

- Thiviya, P., Gunawardena, N., Gamage, A., Madhujith, T. et Merah, O., 2022. Apiaceae Family as a valuable source of biocidal components and their potential uses in agriculture. *Horticulturae*, 8, 614. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8070614>
- Ungvarsky, J., 2017. Phytotherapy. EBSCO Research Starters. Disponible à : <https://www.ebsco.com/research-starters/health-and-medicine/phytotherapy> [Consulté le 23 juin 2025].
- UNICEF & OMS, 2016. La situation de la carence en iodé en Algérie. Rapport conjoint. [en ligne] Disponible à : <https://www.unicef.org/algerie>
- Van Beek, N., et al., 2008. Thyroid hormones directly alter human hair follicle functions. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 93(11), pp.4381–4388.
- Vanderpump, M.P.J., 2011. The epidemiology of thyroid disease. *British Medical Bulletin*, 99(1), pp.39–51.
- Vigreux, C.P.D., 2009. Dysendocrinies thyroïdiennes et pancréatiques auto-immunes du chien et du chat : intérêts en pathologie comparée – Mise au point bibliographique. Thèse de Doctorat, Université Paul Sabatier de Toulouse, 227 p.
- Walag, A.M., Mendoza, R.M., Cruz, S.S. et al., 2020. Classification des compléments alimentaires et leur efficacité. *Journal of Nutraceuticals*, 12(3), pp.145–154.
- Weixlbaumer, V., Draxler, L., Zeitlinger, M. et Prantl, B., 2020. From St. John's wort to tomato and from Rhodiola to cranberry. *Wiener Klinische Wochenschrift*, 132, pp.253–259. <https://doi.org/10.1007/s00508-020-01633-w>
- Yan, M.R., Welch, R., Rush, E.C., Xiang, X. et Wang, X., 2019. A sustainable wholesome foodstuff; health effects and potential dietotherapy applications of yacon. *Nutrients*, 11(2), p.342.
- Zimmermann-Klemd, A.M., Reinhardt, J.K., Winkler, M. et Gründemann, C., 2022. Phytotherapy in integrative oncology—An update of promising treatment options. *Molecules*, 27, 3209. <https://doi.org/10.3390/molecules27103209>
- Zubiria, L., 2025. Sirop d'érable : bienfaits, valeurs nutritionnelles, utilisation. Passeport Santé, [en ligne] Mis à jour le 1er avril. Disponible à :

Références bibliographiques

https://www.passeportsante.net/fr/Nutrition/EncyclopedieAliments/Fiche.aspx?doc=sirop_era ble_nu [Consulté le 30 juin 2025].

Prototype expérimental



Business model canvas (BMC)

Business Model Canvas



Année universitaire : 2024-2025

Présenté par : SENDID Ibtissem
SAOUDI Sirine

Développement d'un complément alimentaire naturel, "ThyroDrink", destiné au soutien de la fonction thyroïdienne

Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master en Biotechnologie Et Biothérapie

Face à la prévalence croissante des troubles thyroïdiens en Algérie et à la disponibilité limitée de compléments alimentaires naturels locaux dédiés au soutien thyroïdien, cette étude vise à développer un sirop naturel fonctionnel nommé ThyroDrink, à base de *Bunium bulbocastanum*, connue localement sous le nom de "Talghouda". Cette plante médicinale est traditionnellement utilisée dans certaines régions algériennes pour ses effets supposés bénéfiques sur le système endocrinien. La formulation a été enrichie en ingrédients naturels pour assurer une stabilité sensorielle, chimique et microbiologique optimale.

Le travail est divisé en deux parties principales : la première est théorique et couvre la phytothérapie, les aspects botaniques, phytochimiques et pharmacologiques de la Talghouda, les maladies liées à la thyroïde (hypothyroïdie et hyperthyroïdie), les traitements conventionnels et les compléments alimentaires — notamment sous forme de sirop. La seconde partie est expérimentale, détaillant les étapes de préparation, les tests de stabilité, les analyses microbiennes, l'évaluation de la toxicité aiguë et l'étude d'efficacité sur un modèle animal.

L'étude expérimentale a porté sur 39 rats Wistar répartis en 9 groupes : un groupe témoin sain, des groupes pathologiques non traités, des groupes traités avec des médicaments classiques (Lévothyroxine, Carbimazole), d'autres traités uniquement avec le ThyroDrink, certains traités par une combinaison du complément et du médicament, ainsi qu'un groupe ayant reçu de la poudre brute de Talghouda. Les résultats ont montré une amélioration significative des symptômes cliniques, du poids corporel et des niveaux de TSH chez les rats traités par le complément seul ou en combinaison. Le produit s'est également révélé stable et non toxique aux doses administrées.

Ces résultats prometteurs confirment le potentiel de ThyroDrink en tant qu'alternative naturelle pour soutenir la fonction thyroïdienne et ouvrent la voie à la valorisation locale de *Bunium bulbocastanum* dans le domaine de la biothérapie.

Mots-clefs : Talghouda, *Bunium bulbocastanum*, Thyroïde, Complément alimentaire naturel, Rats *Wistar*, Toxicité aiguë.

Laboratoires de recherche : laboratoire Pédagogique, animalerie (U Constantine 1 Frères Mentouri)

Président du jury : Dr HALMI Sihem (MCA -U Constantine 1 Frères Mentouri).

Encadrant : Dr. MADI Aicha (MCA- U Constantine 1 Frères Mentouri).

Examinateur(s) : Dr CHERFIA Radia (MCB - U Constantine 1 Frères Mentouri).