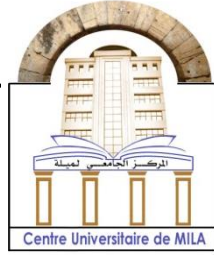


الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



N° Ref :.....

Centre Universitaire Abdelhafid BOUSSOUF- Mila

Institut des Sciences et de la Technologie

Département des Sciences de la Nature et de la Vie

Mémoire préparé en vue de l'obtention du diplôme de

Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences biologiques

Spécialité : Biochimie appliquée

Thème :

**Caractérisation pharmacologique des extraits aqueux,
méthanolique et éthanolique du fenugrec**

Présenté par :

➤ **MEDDOUR Bouchra**

Devant le jury :

Président : BOUNAMOUS A. Pr. Centre Universitaire Mila

Examineur BOUCHERIT H. M.C.B. Centre Universitaire Mila

Promoteur KELLAB R. M.A.A. Centre Universitaire Mila

Année Universitaire : 2021/2022

Remerciement

Louange à Dieu le tout puissant qui m'a donné du courage, de la volonté, l'espérance et la patience pour finaliser ce travail.

Je tiens à exprimer ma profonde reconnaissance et mes sincères remerciements à Mr KELLAB RABAH mon encadrant, de ce Mémoire pour son aide inestimable, ses encouragements continuels et Ses discussions scientifiques enrichissantes, il a été toujours présent avec ses conseils judicieux et pleins de sagesse, et surtout il n'a épargné aucun effort envers moi pour accomplir cette étude.

Je remercie également les membres du jury, en particulier Mr BOUNAMOUS Azzedine Professeur au C.U.Mila d'avoir accepté de présider ce modeste travail, ainsi que Mme BOUCHERIT Hanane maitre de conférences B au C.U.Mila de m'avoir honorée pour examiner ce travail.

Tous mes remerciements vont également à ceux qui m'ont aidée de près ou de loin dans la réalisation de ce travail.

Merci

Dédicace

*C'est avec une immense joie et un grand honneur que je dédie
ce modeste travail:*

*A la lumière de mes yeux, au bonheur de ma vie, ma mère
Qui m'a soutenue de son appui durant toutes mes années d'étude
pour ses
Sacrifices qui m'ont donné la confiance, le courage et la sécurité.*

*♥ A l'exemple de ma vie, mon très cher défunt père qui m'a appris
le sens de la persévérance tout au long de mes études, pour son
sacrifice, ses conseils et ses encouragements.*

*♥ A mes chers frères et sœurs je vous souhaite
beaucoup de réussite et de bonheur
Je vous aime.*

A mon mari AMMAR et ma Lumière mon fils TAEM

*♥ A mes fidèles amies et ceux qui m'ont tout donné
Sans rien avoir en retour*

Je vous dis tous merci de tout cœur

BOUCHRA

RESUME

Cette étude porte sur la caractérisation pharmacologique des extraits aqueux, méthanolique et éthanolique du fenugrec, trigonelle ou *Trigonella foenum graecum*, légumineuse annuelle, qui reste, l'une des plantes médicinales et culinaires, les plus anciennes dans l'histoire. Il est réputé pour ses importantes propriétés médicinales curatives ou préventives, pour améliorer le métabolisme et la santé.

A cet effet, pour le screening phytochimique différentes méthodes spécifiques, sont utilisées, pour identifier divers groupes chimiques (composés bioactifs à activités biologiques) dans les trois extraits obtenus par macération. Ainsi, ils sont très riches en alcaloïdes, coumarines et amidon, tanins, flavonoïdes et anthraquinones, respectivement dans l'EAB, E.Méthanolique, l'EAB, E.éthanolique et enfin l'E.Méthanolique. Alors qu'elle s'avère très riche en matière sèche soit 97.2% contre 2.8% d'humidité et de meilleurs rendements obtenus avec E.A.B. avec 19.56, E.Méthanolique avec 17.54% et 14.20% pour l'E.Ethanolique. Cependant, les taux d'extraction en polyphénols totaux les plus élevés sont enregistrés par l'eau suivis par les extraits méthanoïques avec des teneurs de $0.040 \text{ mg} \pm 0.003 \text{ MEAG/g}$ de poudre et $0.0165 \text{ mg} \pm 0.0005 \text{ M EAG/g}$ de poudre, alors que l'extraction par éthanol a donné un taux proche du méthanol soit 0.015 mg MEAG/g de poudre mais qui reste important du point de vue activité. Tandis que les flavonoïdes sont d'une teneur plus élevée avec E.methanolique avec 1.176 ± 0.0235 suivi par E.A.B avec 1.011 ± 0.031 et 0.203 ± 0.0155 pour E.Ethanolique. Par contre, la capacité d'inhibition du radical DPPH⁺ par les extraits de la poudre, est de 85%, 82.45 %, et 81.2 % pour l'EAB, par contre elle est de 75.90 %, 74%, et 71% pour l'E. Methn et enfin 51,75 %, 66.85 %, 70% pour l'E.Ethn à partir d'une solution mère de 100% des différents extraits d'où des dilutions de 50 % et 25% sont réalisées. Alors que, concernant l'activité antimicrobienne les résultats obtenus au cours de cette étude montrent que les trois extraits ont exercé un effet inhibiteur sur la croissance de toutes les souches testées avec des proportions différentes dont les diamètres des zones d'inhibition sont compris entre 6 mm et 11 mm. Notons que l'extrait éthanolique n'a enregistré aucune réponse avec les souches *Bacillus cereus* et *Staphylococcus aureus*.

Mots clés: Fenugrec- screening phytochimique- - matière sèche et humidité -, rendement- polyphénols-flavonoïdes – activités antioxydante, et antibactérienne.

ABSTRACT

This study focuses on the pharmacological characterization of aqueous, methanolic and ethanolic extracts of fenugreek, trigonella or *Trigonella foenum graecum*, an annual legume, which remains one of the oldest medicinal and culinary plants known in history. It is renowned for its important curative or preventive medicinal properties, to improve metabolism and health.

To this end, for the phytochemical screening, different specific methods are used to identify various chemical groups (bioactive compounds with biological activities) in the three extracts obtained by maceration. Thus, they are very rich in alkaloids, coumarins and starch, tannins, flavonoids and anthraquinones, respectively in EAB, E.Methanolic, EAB, E.ethanolic and finally E.Methanolic. While it turns out to be very rich in dry matter, i.e. 97.2% against 2.8% humidity and better yields obtained with E.A.B. with 19.56, E.Methanolic with 17.54% and 14.20% for E.Ethaolic. However, the highest total polyphenol extraction rates are recorded by water followed by methanoic extracts with contents of $0.040 \text{ mg} \pm 0.003 \text{ MEAG /g}$ of powder and $0.0165 \text{ mg} \pm 0.0005 \text{ M EAG /g}$ of powder, then that the extraction with ethanol gave a rate close to methanol, ie 0.015 mg MEAG/g of powder, but which remains significant from the point of view of activity. While flavonoids are of higher content with E.methanolic with 1.176 ± 0.0235 followed by E.A.B with 1.011 ± 0.031 and 0.203 ± 0.0155 for E.Ethanol. On the other hand, the capacity of inhibition of the radical DPPH⁺ by the extracts of the powder, is 85%, 82.45%, and 81.2% for the EAB, on the other hand it is 75.90%, 74%, and 71% for the 'E. Methn and finally 51.75%, 66.85%, 70% for E.Ethn from a stock solution of 100% of the different extracts from which dilutions of 50% and 25% are made. Whereas, concerning the antimicrobial activity, the results obtained during this study show that the three extracts exerted an inhibitory effect on the growth of all the strains tested with different proportions, the diameters of the zones of inhibition of which are between 6 mm and 11mm. Note that the ethanolic extract did not record any response with *Bacillus cereus* and *Staphylococcus aureus* strains.

Keywords: Fenugreek- phytochemical screening- - dry matter and moisture -, yield-polyphenols- flavonoids – antioxidant and antibacterial activities.

ملخص

تركز هذه الدراسة على التوصيف الدوائي للمستخلصات المائية والميثانولية والإيثانولية من الحلبة أو تريغونيلا أو *Trigonella foenum graecum* ، وهي بقوليات سنوية ، والتي لا تزال واحدة من أقدم النباتات الطبية والطهي المعروفة في التاريخ. تشتهر بخصائصها العلاجية أو الوقائية الهامة لتحسين التمثيل الغذائي والصحة. تحقيقاً لهذه الغاية ، بالنسبة للفحص الكيميائي النباتي ، يتم استخدام طرق محددة مختلفة لتحديد المجموعات الكيميائية المختلفة (المركبات النشطة بيولوجياً ذات الأنشطة البيولوجية) في المستخلصات الثلاثة التي تم الحصول عليها عن طريق النقع. وبالتالي ، فهي غنية جداً بالقلويدات والكومارين والنشا والعفص والفلافونويد والأنتراكينون على التوالي في EAB و E.Methanolic و E.A.B. بينما اتضح أنها غنية جداً بالمادة الجافة ، أي 97.2% مقابل 2.8% رطوبة وعوائد أفضل تم الحصول عليها باستخدام E.A.B مع 19.56 ، E.Methanolic بنسبة 17.54% و 14.20% للإيثانوليك. ومع ذلك ، تم تسجيل أعلى معدلات استخلاص البوليفينول الكلي عن طريق الماء متبوعاً بمستخلصات الميثانولي بمحتويات 0.040 مجم \pm 0.003 MEAG / جم من المسحوق و 0.0165 مجم \pm 0.0005 MEAG / جم من المسحوق ، ثم أن الاستخلاص بالإيثانول أعطى معدلاً قريباً إلى الميثانول ، أي 0.015 مجم MEAG / جم من المسحوق ، ولكنه يظل مهمّاً من وجهة نظر النشاط. بينما تحتوي الفلافونويد على نسبة أعلى من الميثانول مع 1.176 \pm 0.0235 تليها E.A.B مع 1.011 \pm 0.031 و 0.203 \pm 0.0155 للإيثانول. من ناحية أخرى ، تبلغ قدرة تثبيط DPPH + الجذري بمستخلصات المسحوق 85% و 82.45% و 81.2% لـ EAB ، ومن ناحية أخرى 75.90% و 74% و 71% لـ E' مثن وأخيراً 51.75% ، 66.85% ، 70% لـ E.Ethn من محلول مخزون 100% من المستخلصات المختلفة التي تصنع منها تخفيفات 50% و 25%. أما فيما يتعلق بالنشاط المضاد للميكروبات ، فقد أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها خلال هذه الدراسة أن المستخلصات الثلاثة لها تأثير مثبت على نمو جميع السلالات المختبرة بنسب مختلفة ، حيث تراوحت أقطار مناطق التثبيط بين 6 مم و 11 مم. لاحظ أن المستخلص الإيثانولي لم يسجل أي استجابة لسلالات *Bacillus cereus* و *staphylococcus aureus*

- الفرز الكيميائي النباتي - المادة الجافة والرطوبة - المحصول - polyphenols-flavonoids - أنشطة مضادة للأكسدة ومضادة للجراثيم.

Table des matières

Résumé	
Abstract	
ملخص	
Liste des abréviations	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction générale.....	Error! Bookmark not defined.

Synthese bibliographique

Chapitre I

Phytothérapie

I. Les plantes médicinales.....	14
II. La phytothérapie.....	14
III. Différents types de phytothérapie.....	15
III.1. Aromathérapie.....	15
III.2. Gemmothérapie.....	15
III.3. Herboristerie.....	15
III.4. Homéopathie.....	15
III.5. Phytothérapie pharmaceutique.....	15
IV. Avantages de la phytothérapie.....	15
V. Inconvénients de la phytothérapie.....	17
VI. Plantes médicinales.....	18
VI.1. Définition.....	18
VI.2. Pouvoir thérapeutique des plantes.....	18

VI.3. Efficacité des plantes entières	18
VI.4 Phytochimie	19
VI.4.1. Définition	19
VI.4.2. Principe actif.....	19
VI.4.3. Définition des principes actifs	19
VI.4.4. Nature des principes actifs	20

Chapitre II

Aperçu général sur le fenugrec

I. Fenugrec ou Trigonelle.....	28
I.1. Étymologie	28
I.2. Historique.....	28
I.3. Origine, nomenclature et description de <i>Trigonella foenum-graecum L.</i>	29
I.4. Systématique	31
I.5. Formes d'utilisation	31
I.6. La composition chimique de la graine du fenugrec	31
I.6.1. Les acides phénoliques.....	32
I.6.2. Les flavonoïdes	32
I.6.3. Les tanins	33

Chapitre III

Caractérisation pharmacologique du fenugrec

Introduction.....	26
I. Utilité des prises usuelles	26
II. Composition biochimique et phytochimie de <i>Trigonella foenum-graecum L.</i>	28
III. Pharmacologie	29

IV. Activités biologiques du fenugrec	32
IV.1. Antidiabétiques	32
IV.2. Hypocholestérolémie	33
IV.3. Anti-fertilité ou contraceptifs.....	33
IV.3.1. Chez la femme.....	33
IV.3.2. Chez L’homme	33
IV.4. Ulcère gastrique et effets cicatrisants.....	34
IV.5. Effets anticancéreux.....	34
IV.6. Effet stimulant du système immunitaire	34
IV.7. Action sur le système cardio-vasculaire.....	34
IV.8. Action sur le système urinaire.....	35
IV.9. Action anti-inflammatoire.....	35
IV.10. Activités antimicrobiennes.....	35
V. Toxicologie	36

Travail de laboratoire

I. Matériel et méthodes

I. Matériel et méthodes	40
I.1. Matériel végétal	40
II. Méthodes d’extraction et d’analyse.....	42
II.1. Extraction par macération.....	42
II.1.1. Macération	42
II.1.2. Mode opératoire	42
II.2. Méthodes d’analyse de la composition des graines de la trigonelle.....	45
II.2.1. Etude phytochimique	45
II.2.2. Phytochimie qualitative	46
II.2.3. Phytochimie quantitative	49

III. Dosage des poly phénols totaux par colorimétrie (méthode de Folin-Ciocalteu).....	50
IV. Dosage des flavonoïdes totaux par la méthode de trichlorure d'aluminium	51
V. Evaluation de l'activité anti-oxydante (Méthode de Di-Phényl-Picryl-Hydrazyl (DPPH))	51
VI. Activité antibactérienne	52
VI.1. Les souches bactériennes utilisées	52
VI.2. Les milieux de culture.....	53
VI.3. Revivification microbiologique des souches bactériennes	53
VI.4. Vérification de la pureté des souches bactériennes.....	53
VI.5. Etude de l'activité antibactérienne des extraits de la trigonelle.....	53
VI.5.1. Pré-enrichissement des souches bactériennes	53
VI.5.2. Préparation des suspensions bactériennes	54

II.- Résultats et discussion

I. Caractérisation phytochimique des graines du fenugrec	56
I.1. Tests qualitatifs	56
I.2. Tests quantitatifs	58
I.2.1. Le taux d'humidité et de la matière sèche.....	58
I.2.2. Le rendement.....	59
II. Dosage des polyphénols totaux par la méthode de trichlorure d'Aluminium.....	60
III. Dosage des flavonoïdes totaux par la méthode de trichlorure d'aluminium	62
IV. Activité antioxydante.....	63
V. L'activité antibactérienne des extraits.....	65
VI. Résultats de l'activité anti bactérienne	66
Conclusion.....	74

Références bibliographiques

Liste des abréviations

- Abs : absorbance
- AlCl₃ : trichlorure d'aluminium
- ATCC: American Type Culture Collecte BN: Bouillon Nutritif
- AVK: Anti-Vitamine K
- DMSO: le diméthyl-sulfoxyde
- DO : densité optique
- DOD : densité optique de dosage DPPH : 1.1 diphényl picryl-hydrazyle
- EAB : extrait aqueux brut
- E ETH : extrait éthanolique
- E METH : extrait méthanolique
- FCR : folin ciocalteu
- G+: gram positive
- G-: gram négative
- GLUT 2 : glucose transporteur GK
- GN: Gellose Nutritive MH: Mueller Hinton
- GOD: glucose oxydase
- HDL: High-density lipoprotein
- H₂O₂ : peroxyde d'hydrogène
- H : Humidité
- H₂So₄ : acide sulfurique
- IC : concentration inhibitrice
- LDL: Low density lipoprotein
- MS : matière sèche
- Na₂CO₃ : carbonate de sodium
- OMS : organisation mondiale de la santé
- PP : poly phénol
- TG : triglycérides

Liste des unités

- % : pour cent
- °C : Degré Celsius
- µg/ml : Microgramme par millilitre.
- Cm : centimètre
- Mm : millimètre Mg : milligramme
- Mg/ml : milligramme par millilitre
- Mg/dl : milligramme par décilitre
- Ml/kg : millilitre par kilogramme g/l : gramme par litre
- H : heure
- Mn : minute
- Ml : millilitre
- nm : nanomètre
- mmol/l : millimol par litre
- µg/ml : microgramme par millilitre
- µl : microlitre
- g : gramme
- ug EAG /mg : microgramme équivalent en acide galique par milligramme
- ug EAQ/mg : microgramme équivalent en Quercitine

Liste des figures

Figure 1 : Avantages de la phytothérapie	17
Figure 2 : (A) : Trigonelle fleurissante, (B): pied de Trigonelle, (C): graines de trigonelle..	30
Figure 3 : Feuilles (A), Graines fraîches (B) et Modérément sèches site web.....	41
Figure 4 : Diagramme des différentes étapes de la préparation de la matière première.	42
Figure 5 : Diagramme des différentes étapes de la préparation des divers extraits.	44
Figure 6 : Evaporateur rotatif Centre Universitaire Mila.	45
Figure 7 : Préparation des suspensions bactériennes.....	54
Figure 8 : Principe de la méthode de diffusion par disques	55
Figure 9 : Disposition des disques imprégnés	56
Figure 10 : Incubation des souches.	56
Figure 11 : Pourcentages de matière sèche et humidité des graines du fenugrec.....	58
Figure 12 : Rendement des trois extraits.	59
Figure 13 : Courbe d'étalonnage de l'acide gallique.....	60
Figure 14 : Résultats des dosages des polyphénols en Meq d'AG / g de poudre de la trigonelle.....	61
Figure 15 : Courbe d'étalonnage de la quercétine.....	62
Figure 16 : Résultats du dosage des flavonoïdes en mg EQ/g de poudre de la trigonelle.....	63
Figure 17 : Activité anti oxydante d'E.A.B.....	63
Figure 18 : Activité anti oxydante d'E.Méthan	64
Figure 19 : Activité antioxydante de l'E.Ethanolique.....	64

Liste des tableaux

Tableau 1 : Composition chimique de la graine de fenugrec 34

Tableau 2 : Souches bactériennes utilisées comme tests pour l'activité antimicrobienne. 52

Tableau 3 : Caractéristiques des milieux de culture utilisés 53

Tableau 4 : Profil phytochimique des graines du fenugrec..... 56

Tableau 5 : Absorbance des différentes concentrations en acide gallique 60

Tableau 6 : Résultats du dosage des polyphénols de la trigonelle 60

Tableau 7 : absorbances des différentes concentrations en quercétine 62

Tableau 8 : Résultats du dosage des flavonoïdes de la trigonelle 62

Tableau 9 : Résultats de l'activité antibactérienne et degrés de sensibilités des souches testés vis-à-vis des extraits obtenus 67

Introduction générale

Introduction

La recherche en phytothérapie devient, de plus en plus, une préoccupation scientifique intense et prend de l'ampleur par rapport à la médecine moderne, grâce aux résultats exorbitants ayant prouvé leurs effets spectaculaires vis-à-vis de diverses maladies. A cet effet, cette situation ou traitement par les plantes dite phytothérapie a incité les chercheurs à se pencher vers de nouvelles molécules bioactives extraites des plantes médicinales, afin de guérir ou prévenir certaines maladies ou troubles fonctionnels et/ou cas pathologiques, ¹. Cependant,

la médecine moderne a rejeté la plupart de ces recours pour développer des médicaments chimiques de synthèse et une technique de soins sophistiquée, malgré qu'elle continue à utiliser certains remèdes à base des plantes médicinales.

A cet effet, une tendance conduit à rechercher dans les plantes de nouveaux produits de substitution pour certaines maladies comme le cancer, le paludisme, le diabète...etc. Il faut, signaler, que l'histoire de la médecine traditionnelle montre l'importance de ces espèces dans les thérapies et que toutes les sociétés traditionnelles ayant puisé, pour leurs soins de santé, dans cette pharmacopée végétale d'une très grande richesse ². Des avantages économiques considérables dans le développement de cette médecine et dans l'utilisation des plantes médicinales pour le traitement des diverses maladies sont constatés ³.

L'Algérie, grâce à son vaste tapis vert et sa variation climatique, possède une flore abondante, riche et variée où il est noté, un nombre important d'espèces aromatiques susceptibles de fournir des substances bioactives à caractère biologique, comme partout dans le monde où les plantes continuent de répondre à un besoin important malgré l'influence croissante du système sanitaire moderne ⁴.

L'étude de ces dernières est toujours d'une brûlante actualité, malgré son ancienneté et les développements exponentiels des biotechnologies végétales. L'histoire de l'aromathérapie naquit ainsi et, avec les progrès de la science, de nouveaux principes actifs et de nouvelles propriétés pharmacologiques ont permis de faire des plantes aromatiques et médicinales d'authentiques médicaments ^{5, 6}.

La phytochimie est une étude basée sur les plantes, qui se situe à l'interface de nombreuses sciences appliquées comme la pharmacie, la chimie, la biologie, et la médecine.

Elle date, en effet, depuis longtemps et reste toujours un sujet d'actualité malgré les développements exponentiels des différents domaines tels que la biotechnologie et la chimie qui s'intéressent surtout à la production de nouvelles molécules dites synthétiques ⁷.

Ainsi, les métabolites secondaires les plus responsables, à cet effet, à la phytothérapie sont influencés par les facteurs biotiques et abiotiques ⁸.

Dans le présent travail, nous proposons, d'étudier et d'analyser les informations en matière chimique et biologique, d'une plante fourragère et médicinale à savoir *Trigonella foenum graecum* L., connue par son nom commun fenugrec.

Le fenugrec (*Trigonella foenum-graecum* L.) herbacé annuel et épice connue par ses propriétés médicinales, thérapeutiques et nutritionnelles très importantes vu les utilisations traditionnelles et les activités pharmacologiques des composés phyto-chimiques présents dans les extraits, aqueux, méthanolique et éthanolique, de la poudre de ses graines (huiles essentielles, polyphénols, tanins, saponosides, des saponines stéroïdes (diosgénine et yamogénine, qui contribuent à la synthèse du cholestérol et des hormones sexuelles), des alcaloïdes, flavonoïdes, des glucides, de l'acide nicotinique, des saponines (à l'origine de ses propriétés stimulantes de l'appétit), les protéines (30 %), et les vitamines (A, B1, C), de la lécithine ainsi que du fer, du soufre, du cuivre, du magnésium, du calcium, du potassium, du chrome, du cobalt, du zinc, du manganèse, du sélénium, du silicium, du phosphore, et du sodium, La plante de fenugrec entière peut être utilisée en phytothérapie, mais ce sont essentiellement les graines qui ont un intérêt thérapeutique car elles sont connues également pour leur propriété antidiabétique, antimicrobienne, antifongique, antioxydante, antiinflammatoire et amélioratrice de la lactation ^{9,10}.

A cet effet cette étude sera scindée en deux parties distinctes mais complémentaires

- Une synthèse bibliographique comportant
 - ✓ Chapitre I. Phytothérapie.
 - ✓ Chapitre II. Aperçu général du fenugrec.
 - ✓ Chapitre III. Caractérisation pharmacologique de la spéculation étudiée
- Une partie pratique qui comporte les axes suivants
 - ✓ Chapitre I. Matériel et méthodes
 - Chapitre II. Résultats et interprétation.

Enfin, conclusion et perspectives.

Références bibliographiques

1. Wichtl M. et Anton R., 2003. Plantes thérapeutiques. EMI/Tec et Doc, Paris, 216–9
- 2.. Sofowara A., 2005. Plantes médicinales et médecine traditionnelle d’Afrique. Ed. Karthala, p.5
3. Muthu C., Ayyanar M., Raja N. et Ignacimuthu S., 2006. Medicinal plants used by traditional healers in Kancheepuram District of Tamil Nadu, India. Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine, 2:43 doi:10.1186/1746-4269-2-43.
4. Belouad A., 2001. « Plantes médicinales d’Algérie », Office des Publications Universitaires, Alger, 2001, p. 5-10
5. Bruneton J., 1999. Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales, 2eme édition, Paris : Editions médicales internationales, Tec et Doc Lavoisier, p 1120.
6. .Buronzo A-M., 2008. Grand guide des huiles essentielles : santé, beauté, bien- être, HACHETTE pratique, p .14
7. Bruneton J., 2005. Plantes toxiques. Végétaux dangereux pour l’Homme et les animaux. Lavoisier, Paris, 3ème édition
8. Ncube N., Finnie J-F. et Van Staden J., 2012. Quality from the field: The impact of environmental factors as quality determinants in medicinal plants. South Afr. J. Bot., 82:11-20
9. Le Floch E (1983) contribution à une étude ethnobotanique de la flore tunisienne programme flore et végétation tunisienne. Tunis ;
10. Ouafae Benkhighe et al (2014) Catalogue des plantes médicinales utilisées dans le traitement du diabète dans la région d’Al Haouz-Rhamna (Maroc) ;

Synthèse bibliographique

Chapitre I
Phytothérapie

La nature cache une multitude de merveilles auxquelles, trop souvent, aucune attention n'est portée. En effet, le monde végétal, très vaste, offre depuis des milliers d'années des substances bioactives nécessaires à la survie des espèces humaine et animale. Il leur fournit des ressources essentielles à leur alimentation, à leur hygiène et surtout, leur santé.

I. Les plantes médicinales

Elles contiennent des drogues végétales, dont, au moins une portion renferme des propriétés médicamenteuses ⁷. Elles peuvent être représentées par des plantes entières ou des parties de celles-ci (feuilles pédoncules bourgeons fleurs racines tubercules). Cependant, on trouve les herbes simples, les préparations traditionnelles, le mélange de diverses herbes différentes ou encore l'association de l'un de ces trois types.

La phytothérapie est, souvent, dite "médecine douce", qui s'apparente à « sans danger ou moins de risques », alors que ce n'est pas vrai car elle peut entraîner des effets nocifs ou dangereux suivant les plantes et les doses administrées ³.

II. La phytothérapie

Définition

Le terme Phytothérapie est d'origine grec, et provient de deux mots « phyton » qui veut dire plante alors que « therapein » signifie soigner ou au sens étymologique « la thérapeutique par les plantes ou encore se soigner par celles-ci ou plantes et traitement ». Cependant, elle désigne se traiter les troubles fonctionnels au moyen des plantes, de leurs parties et de préparations à base de celles-ci ¹.

Ainsi, on distingue, à cet effet ⁹

- ❖ Une pratique traditionnelle, basée sur l'utilisation des plantes selon leurs vertus découvertes empiriquement.
- ❖ Ou sur les avancées et les preuves scientifiques, qui recherchent des principes actifs extraits des plantes.

La prophylaxie, est utilisée depuis l'antiquité. Cependant, les principes actifs des extraits ou plantes consommées quotidiennement, comme l'usage de l'Ail, du Thym, du Gingembre ou simplement du Thé vert ... laisse supposer que nous sommes tous des phytothérapeutes sans le savoir, du fait qu'on s'alimente d'une façon équilibrée en divers principes actifs, soit une phytothérapie prophylactique.

III. Différents types de Phytothérapie

III.1. Aromathérapie

Thérapeutique utilisant les essences des plantes, substances aromatiques secrétées par de nombreuses familles de plantes, dont l'utilisation se fait souvent à travers la peau (**Site web 4**).

III.2. Gemmothérapie

Elle est fondée sur l'utilisation des extraits alcooliques de tissus jeunes de végétaux tels que les bourgeons et les radicules (**Site web 5**).

III.3. Herboristerie

L'herboriste se sert de la plante fraîche ou séchée. Elle utilise soit la plante entière, soit une partie comme l'écorce, les fruits, les fleurs sous forme de décoction, d'infusion, ou de macération.

III.4. Homéopathie

Elle a recours aux plantes d'une façon prépondérante, mais non exclusive ; les trois quarts des souches sont d'origine végétale, le reste étant d'origine animale et minérale (**Site web 6**).

III.5. Phytothérapie pharmaceutique

Elle utilise des produits d'origines végétales obtenus par extraction et dilués dans de l'alcool éthylique ou autre solvant. Ils sont présentés sous forme de sirop, de gouttes, de gélules, de lyophilisats ¹¹.

IV. Avantages de la phytothérapie.

La phytothérapie est un allié sain pour améliorer son bien-être. Elle est considérée, comme, la meilleure approche pour prévenir, mais aussi, pour soigner la majorité des maux du quotidien.

Les plantes constituent une réponse de choix pour fournir, de façon naturelle, à l'organisme les substances nécessaires pour maintenir son équilibre vital.

Toutefois, malgré les énormes progrès réalisés par la médecine moderne, la phytothérapie offre de multiples avantages. La phytothérapie est, aussi, un moyen de prévention doux et naturel, et les effets bénéfiques sur la santé sont liés aux principes actifs qu'elles contiennent (**Site web 3**). Il faut, signaler qu'une tradition que nos ancêtres ont su mettre à profit pour leurs problèmes de circulation sanguine, insomnies et autres rhumes, suite aux avantages de la phytothérapie.

A cet effet, de tout temps, l'être humain n'a eu que les plantes pour se soigner, soit qu'il s'agisse de maladies bénignes, rhume ou toux ou autres plus graves, telles que la tuberculose ou la malaria.

Ainsi, les traitements à base des plantes reviennent au premier plan, car l'efficacité des médicaments tels que les antibiotiques décroissent, les bactéries et les virus se sont peu à peu adaptés aux médicaments et leur résistent de plus en plus. Alors que la phytothérapie qui repose sur des remèdes naturels est bien acceptée par l'organisme, et surtout souvent, associée aux traitements classiques. Elle connaît, un renouveau exceptionnel, spécialement dans le traitement des maladies chroniques tels l'asthme, l'arthrite et les maladies cardiovasculaires ⁶.



Figure 1 : Avantages de la phytothérapie (site web 3)

V. Inconvénients de la phytothérapie

Ils sont rares, généralement bénins. Ainsi, la phytothérapie est une thérapeutique souvent peu toxique mais qui exige un certain nombre de précautions :

- Une bonne connaissance des plantes car certaines peuvent être toxiques ou se manifestent par des réactions allergiques pour certains sujets.
- S'assurer du diagnostic et être attentif aux doses, en particulier pour les jeunes enfants, les femmes enceintes ou allaitantes et les personnes âgées.
- Certaines plantes ne peuvent être utilisées, en même temps que d'autres médicaments ou présentent une certaine toxicité si le dosage est augmenté ou si le temps de traitement est prolongé. **10**

Lorsqu'un herboriste, par exemple, prescrit un traitement à base de plantes pouvant être toxiques, comme la digitale ou la belladone, il importe peu si le patient ne dépasse pas les doses indiquées pour que les troubles soient, aussi, négligeables que possible car ils sont souvent liés à une utilisation abusive et trop prolongée de la plante médicinale. Notons que, cependant, des néphropathies et des interactions avec des médicaments, sont signalés (site web1).

Tandis que pour le fenugrec est à proscrire pour les femmes enceintes, tout au long de la grossesse, le condiment pouvant avoir un effet stimulant les contractions et donc l'accouchement, réduisant les chances de faire arriver à terme de votre bébé.

Alors que pour les diabétiques, sous traitement, doivent prendre des précautions avec le fenugrec à cause de son effet stimulant sur l'insuline, qui, ajouté à un traitement médicamenteux, peut entraîner une hypoglycémie et donc une sensation de faiblesse.

Il est possible, aussi que, les graines de fenugrec puissent augmenter l'effet des plantes ou des suppléments avec effet anticoagulant, antiplaquettaire ou hypoglycémiant¹⁰.

Le fenugrec entraîne, aussi, quelques effets indésirables, qui n'engendrent aucun danger, mais qui peuvent s'avérer désagréable car une surconsommation peut entraîner de légers troubles gastriques, si ça arrive, il suffit alors de diminuer les doses. Aussi, le fenugrec a tendance à donner une odeur forte à la sueur et à l'urine.

VI. Les plantes médicinales

VI.1. Définition

La pharmacopée européenne, les définit comme plantes dont au moins une de ses parties possède des propriétés médicamenteuses ou « drogue végétale »².

VI.2. Le pouvoir thérapeutique des plantes

L'action de la phytothérapie sur l'organisme dépend des principes actifs qui sont d'une importance capitale car ils sont la base de la mise en évidence de médicaments vitaux. A cet effet, les plantes médicinales sont devenues une matière première pour l'industrie pharmaceutique, donc, il paraît impossible d'imaginer le monde sans la quinine employée dans la lutte de la malaria ou sans la digoxine anti-rythmique, ou encore l'éphédrine que l'on retrouve dans de nombreuses prescriptions contre les rhumes⁸.

VI.3. Efficacité des plantes entières

Dans ce cas, s'il paraît, important, de maîtriser l'action des divers principes actifs, pris isolément, alors que pour la phytothérapie, à la différence de la médecine classique, elle recommande d'utiliser la plante en entier, appelée aussi «totum», plutôt que des extraits

obtenus au laboratoire. Il faut, noter que la plante entière, avec tous ses principes actifs, est plus efficace, car des chercheurs ont mentionné que ces molécules de nombreux végétaux, telles que celles du ginkgo, agissent de manière complexe et combinée pour produire un effet thérapeutique global.

Les plantes contiennent des centaines, voire même des milliers de substances chimiques actives, de ce fait souvent, déterminer en détail l'action d'une plante est très difficile, sinon impossible, même si son effet médical est, en revanche, bien connu ⁸.

VI.4. La Phytochimie

VI.4.1. Définition

Science qui étudie la structure, le métabolisme et les fonctions, ainsi que les méthodes d'analyses, de purification et d'extraction des substances naturelles issues des plantes. Elle est indissociable des autres disciplines telles que la pharmacognosie. (**Site web2**)

VI.4.2. Principe actif

Il est considéré comme une molécule, à intérêt thérapeutique curatif ou préventif pour l'homme ou l'animal, contenue dans une drogue végétale ou dans une préparation à base de cette dernière et utilisé pour la fabrication des médicaments, ⁸.

Elle est, cependant, tissée de plantes fraîches ou séchées, dont on utilise les racines, les écorces, les sommités fleuries, feuilles, fleurs, fruits, ou encore les graines ² donc ils se trouvent dans toutes les parties de la plante, mais de manière inégale. Cependant, tous les principes actifs d'une même plante n'ont pas les mêmes propriétés ¹¹.

VI.4.3. Définition des principes actifs

Ce sont des produits du métabolisme secondaire, qui résultent de processus ayant principalement leur origine dans l'assimilation de l'azote. Ces produits semblent, parfois inutiles à la plante, mais leurs effets thérapeutiques sont remarquables ³.

Le principe actif est une molécule contenue dans une drogue végétale ou dans une préparation à base de celle-ci et utilisée pour la fabrication des médicaments ¹³. Elle est, d'un intérêt

thérapeutique curatif ou préventif pour l'homme ou l'animal, et issue des plantes fraîches ou séchées, tels les racines, les écorces, les sommités fleuries, les feuilles, les fleurs, les fruits, ou encore les graines ¹.

VI.4.4. Nature des principes actifs

Les principes actifs des plantes sont de nature organique tels que les polysaccharides, les acides aminés, les flavonoïdes, les saponosides, les acides gras, les alcaloïdes ¹², ou de nature minérale, tels que le chrome organique et le vanadium, ainsi que, le magnésium, le cuivre, le sélénium et le fer. Signalons que, c'est d'abord la chimie dite d'extraction qui a permis d'isoler des composants à partir des plantes telle que la morphine du *Papaver somniferum*.

❖ Les flavonoïdes

Ils représentent une classe de métabolites secondaires largement répandus dans le règne végétal. Ce sont des pigments quasiment universels des végétaux qui sont en partie responsables de la coloration des fleurs, des fruits et parfois des feuilles ¹⁴. Ils préviennent le diabète en inhibant l'aldose réductase ¹⁵ et sont définis comme des composés dont le diphenyl-propane est leur structure commune.

❖ Les alcaloïdes

Ils représentent un groupe de métabolites secondaires très diversifiés, chez les organismes vivants et sont d'un large rang de types structuraux, de voies de biosynthèse et d'activités pharmacologiques.

❖ Les coumarines

Ils sont des hétérocycles oxygénés ayant une structure de base le benzo- 2- pyrone. Ils sont Il existe plusieurs composés de coumarines isolés dans d'importantes espèces de plantes et de microorganismes ¹¹.

❖ Les glucoquinones

Ils agissent sur la glycémie, (phyto-insulines), se trouvent dans les végétaux tels les gousses d'haricot sans graines (*fructus phaseoli sine semine*), sommités de galéga (*herba galegae*), feuilles de myrtille, ... etc. Cependant, une fois séchées, ces plantes entrent dans la composition de tisanes antidiabétiques, utilisées dans le traitement complémentaire du diabète³.

❖ Les mucilages

Leur capacité de rétention d'eau, laisse supposer qu'ils agissent, comme, des réservoirs au niveau des plantes. Ils exercent une action favorable contre les inflammations des muqueuses des voies respiratoires et digestives, appliqués en cataplasmes, ils atténuent les douleurs des contusions et soulagent la peau.

❖ Les phénols

Il existe une très grande variété de phénols, des composés simples, comme, l'acide salicylique, molécule donnant, par synthèse l'aspirine à des substances plus complexes tels les composés phénoliques auxquels sont rattachés les glucosides.

Les phénols sont anti-inflammatoires et antiseptiques, c'est à cet effet, qu'on suppose que les plantes, en les produisant, cherchent à se prémunir contre les infections et les insectes phytophages. Les acides phénoliques, sont fortement antioxydants et anti-inflammatoires et peuvent avoir des propriétés antivirales ⁸.

❖ Les anthraquinones

Ils sont les principaux constituants des plantes comme le séné et la rhubarbe de chine qui toutes deux, agissent sur la constipation.

❖ Les glucosides cardiaques

Ils sont présents dans de nombreuses plantes médicinales, comme la digitoxine et la convallotoxine, considérés comme des médicaments irremplaçables du cœur.

❖ Les glucosides cyanogéniques

Bien que ces substances soient à base de cyanure, un poison très violent, elles sont, prises à petites doses, pour avoir un effet sédatif et relaxant sur le cœur et les muscles. Les

Cyanogéniques de l'écorce du cerisier sauvage et les feuilles du sureau noir, permettent de calmer les toux sèches et irritantes.

❖ Les anthocyanes

Les anthocyanes sont issus de l'hydrolyse des anthocyanines qui donnent aux fleurs et aux fruits leurs teintes bleue, rouge ou pourpre. Ces puissants antioxydants nettoient l'organisme des radicaux libres. Ils maintiennent une bonne circulation, notamment dans les régions du cœur, des mains, des pieds et des yeux. Notons que, la mûre sauvage, la vigne rouge et l'aubépine en contiennent toutes des quantités appréciables ⁸.

❖ Les saponosides

Ils sont les principaux constituants de nombreuses plantes médicinales, dont les saponines qui existent sous deux formes, les stéroïdes et les tri-terpènes. La structure chimique des stéroïdes est similaire à celle de nombreuses hormones humaines (œstrogènes, cortisone) et de nombreuses plantes qui en contiennent, ont un pouvoir sur l'activité de ces hormonales.

❖ Les polysaccharides

Sur le plan phyto-thérapeutique, les polysaccharides les plus importants sont les mucilages « visqueux » et les gommés, présents dans les racines, les feuilles et les graines. Ils absorbent de grandes quantités d'eau, pour produire une masse gélatineuse qui peut être utilisée pour calmer et protéger les tissus enflammés, telle que si la peau est sèche et irritée ou inflammation de la paroi des intestins. La meilleure façon de préparer les herbes mucilagineuses comme l'orme rouge (*Ulmus rubra*,) et le lin (*Linum usitatissimum*,) est de les gorgés d'eau froide (de les faire macérer).

❖ Les tanins

Ils sont représentés par des composés poly-phénoliques qui permettent de stopper les hémorragies et lutter contre les infections. Ils sont des donneurs de protons aux radicaux libres lipidiques produits au cours de la peroxydation. Des radicaux tanniques plus stables sont alors formés, ce qui a pour conséquence de stopper la réaction en chaîne de l'auto oxydation des lipides ².

❖ L'amidon

Principale réserve de sucre chez les végétaux, cependant, ses capacités nutritionnelles, en tant que glucide sont d'un intérêt remarquable ⁴.

❖ **Les acides aminés**

Indispensable à la nutrition de tout organisme vivant, du fait qu'ils constituent l'unité structurale des protéines. Ainsi, ils jouent un rôle essentiel dans de nombreux processus physiologique tels que la phase de croissance, le développement et la formation des fruits. Ils interviennent, aussi, quand le gel, la sécheresse ou autre stress abiotique dans la modification de la capacité de synthèse de la plante.

❖ **Les stérols et tri-terpènes**

Les terpénoïdes sont une vaste famille de composés naturels dont, plusieurs molécules différent par leurs caractères lipophiles, leurs grandes diversités suite au nombre de bases de la chaîne principale de formule $(C_5H_8)_n$ et selon la variation de nombre n , dont les composés mono-terpènes, sesquiterpènes, di-terpènes, tri-terpènes ¹⁶. Ces molécules sont présentes sous forme d'huiles essentielles ; de parfums et de goût des plantes, de pigments (carotène), d'hormones (acide abscissique), et de stérols (cholestérol).

Références bibliographiques

1. Benghanou M., 2012. La phytothérapie entre la confiance et méfiance. Mémoire professionnel infirmier de la sante publique : institut de formation paramédical CHETTIA (Alger), 56 p.
2. Cavin A., 1999. Investigation phytochimique de trois plantes Indonésiennes aux propriétés antioxydant et antiradicalaire : *Tinospora crispa* (Ménispermacées), *Merremia emarginata* (Convolvulacées) et *Oropea enneandra* (annonacées). Thèse de Doctorat : Lausanne, 241 P.
3. De Borée., 2012. Atlas illustré des plantes médicinales & curatives. Édition Susaeta S.A, Paris, p: 18-20.
4. Dépeint F., Gee J.M., Williamson G., et Johson I.T., 2002. Evidence for consistent patterns between flavonoid structures and cellular activities .*proceeding of the Nutrition Society*, 61: 97-103.
5. Gazengel J-M., et Orecchioni A-M., 2013. Le préparateur en pharmacie. 2ème edition, Ed Lavoisier, Paris.
6. Georges Dillemann (1961) : Plantes médicinales et principes actifs. La notion de race chimique, Bulletin de la Société Botanique de France, 108:sup1, 30-38
7. Houcher, Z; Boudiaf, K; Benboubetra, M; Houcher, B. (2007): Effects of MethanoliExtract and Commercial Oil of *Nigella sativa* L. on Blood Glucose and Antioxydant Capacityin Alloxan-Diabetc Rats. Pp: 8-18.
8. Iserin P., Masson M., Restellini J. P., Ybert E., De Laage de Meux A., Moulard F., Zha E., De la Roque R., De la Roque O., Vican P., Deelesalle –Féat T., Biaujeaud M., Ringuet J., Bloth J. et Botrel A. 2001. Larousse des plantes medicinales : identification, préparation, soins. Ed Larousse. p10-12.
9. Bloth J., et Botrel A., 2001. Larousse des plantes medicinales : identification, préparation, soins. Ed Larousse, hong kong, 335 p.
- 10 Rustan, AC et CA Drevon, (2005) : Acides gras: structures et propriétés. Dans: Encyclopédie des sciences de la vie, John Wiley and Sons (Eds.). John Wiley and Sons, New York, États Unis d'Amérique, pp. 1-7
11. Jutiviboonsuk A., Zhang H., Tan T.G., Ma C., Van Hung N., Cuong N.M., Bunyapraphatsara N., Soejarto D ., Fong H S., 2005. Bioactive constituents from roots of *Bursera tonkinensis*. *Phytochemistry*, 66: 2745 - 2751.

12. Narayan K.R., Reddy M.S., Chaluvadi M.R., et Krishna D.R., 2001. Bioflavonoids classification, pharmacological, biochemical effects and therapeutic potential. *Indian journal of pharmacology*, 33: 2-16.
13. Pelt J. M., 1980. Les drogues, leur histoire et leurs effets. Édition Doin, Paris, 221p.
14. Rice-Evans C.A., et Packer L., 1998. Flavonoids in Health and Disease. Ed: MARCEL DEKKER, p: 61- 160.
15. Tringali C., 2001. Bioactive Compounds from Natural Sources: Isolation Characterisation and Biological Properties. Ed 01, TAYLOR & FRANCIS, p: 1- 24, 36-339.
- 16.. Wichtl M., et Anton R., 2009. Plantes thérapeutiques tradition, pratique officinale, science et thérapeutique. Édition LAVOISIR, Paris, p: 38, 41.

Site web :

1. Sit web.larousse.fr/encyclopedie/medical/phytothrapie/15365. [En ligne]. **Site d'internet.** (Consulté le 20-Aout -2022)
2. Sit web2:.SVT.ac-orleans-trous.fr/fileadmin.../defence.[Enligne].**Site d'internet.** (Consulté le : 20-Aout -2022)
3. Ircantec.retraites.fr > bien-vieillir > bien-être-Tout savoir sur les bienfaits de la phytothérapie . [En ligne]. Site d'internet. (Consulté le 08-Aout -2022).
4. **Qu'est-ce que l'aromathérapie? Notre définition de ce qu'est l'aromathérapie (2012)** [En ligne]. Site d'internet. (Consulté le 08-Aout -2022)
5. tous les bienfaits de macérât de bourgeons
<https://www.compagnie-des-sens.fr> > gemmothérapie le 25 aout 2022 [En ligne]. Site d'internet. (Consulté le 08-Septembre -2022).
6. Les médicaments homéopathiques Ministère de la Santé
<https://solidarites-sante.gouv.fr> > médicaments > article mis à jour le 16-03-2022 [En ligne]. Site d'internet. (Consulté le 10-Septembre -2022).

Chapitre II

Aperçu général sur le fenugrec

II. Fenugrec ou Trigonelle

II.1.Étymologie

Le fenugrec, scientifiquement connu sous le nom de *Trigonella foenum-graecum*, appartient au genre botanique Trigonelle qui vient du latin « trigonum » signifiant trigone/triangle, se référant probablement à la forme triangulaire des graines. Cependant, le fenugrec porte bien des noms : sénegrain, trigonelle... Originnaire des côtes de la Méditerranée, d'Orient et d'Afrique, cette plante produit une légumineuse angulaire à la composition nutritionnelle très riche et qui présente des vertus spécifiques.

Le nom latin de l'espèce *foenum-graecum* signifie « foin grec », en référence au parfum intense de la plante séchée du fenugrec ¹.

VI.5. Historique

Trigonella Foenum-graecum, appelé, aussi, fenugrec est une plante légumineuse comptée parmi les plus anciennes plantes médicinales et culinaires de l'histoire de l'humanité. Ses graines entraient dans la fabrication du pain, une pratique culinaire qui persiste en Egypte moderne de même qu'en Inde ². *Le Papyrus Ebers de*, Document médical égyptien du XVe siècle avant JC, a déjà recommandé l'utilisation de cette espèce comme un remède pour les brûlures, pour le traitement de la fièvre et aussi, pour améliorer la digestion et le métabolisme. En Inde, on ne peut savoir depuis quand on le fenugrec est employé comme remède, tant que l'épice fait partie intégrante de la médecine Ayurvédique et de la cuisine traditionnelle. La médecine ayurvédique le préconise traditionnellement pour soigner les problèmes digestifs, augmenter l'appétit, améliorer la sécrétion de lait maternel chez les mères qui allaitent et faire baisser les taux de cholestérol dans le sang (**Site web 1**).

Elle est utilisée dans la médecine traditionnelle chinoise pour les traitements des troubles rénaux, suite à sa forme et la couleur de ses graines. Elle était introduite en Europe centrale au début du IXe siècle par les Benedicts. Par la suite, en Occident, elle devient une plante à fourrage, pour nourrir les animaux durant l'Antiquité. Hippocrate et Discoride, ainsi, préconisent le fenugrec à partir du 5e siècle avant J.-C., durant la période médiévale pour que la plante devienne médicinale. Les plantes du genre *Trigonella*, en particulier l'espèce cultivée, *Trigonella foenum-graecum* (Fenugrec), sont utilisées depuis les anciens temps, en

Grèce et en Egypte², alors qu'en Afrique du Nord, sont répandues, autour des oasis sahariennes.

Le Fenugrec est introduit en Europe centrale au début du neuvième siècle, alors que, Charlemagne a encouragé la culture dans ce domaine, tandis que les Romains ont obtenu la plante de la part des Grecs³.

Le fenugrec compte parmi les premières plantes connues pour leur propriétés médicinales, et occupe une place importante dans les pensées d'Hippocrate. Alors que Dioscorides, médecin grec et père de la pharmacologie, dans son examen de la définition et la fonction des épices, a dit que le fenugrec est un composant actif des onguents⁴. Dans la Grèce antique, le fenugrec était connu et cultivé comme fourrage ou foin grec.

VI.6. Origine, nomenclature et description de *Trigonella foenum-graecum* L

De nombreux auteurs suggèrent que l'ancêtre direct des espèces cultivées, est le fenugrec sauvage *Trigonella gladiata* Ste qui diffère de *Trigonella foenum-graecum* par l'ensemble de l'agrégat des caractères les plus marquants, dont la tuberculination des semences et la petite taille des gousses, ainsi, il est possible que l'espèce *Trigonella foenum-graecum* soit *Trigonella gladiata* évolué.⁵

Le Fenugrec (*Trigonella foenum-graecum*L), plante annuelle de la famille des *Fabaceae* (légumineuses), a diverses appellation tels que fenugreek (anglais), fenugrec (français) et al halba, (arabe),^{6, 13}

Le genre *Trigonella* a pour habitat naturel la région méditerranéenne, les espèces sauvages du genre se trouvent dans les pays d'Europe, Macronesia (îles Canaries), Nord et Sud d'Afrique, Asie centrale et Australie. Il est Originaire d'Afrique du Nord et des pays riverains de la Méditerranée orientale, le fenugrec pousse sur les terrains incultes et fait l'objet de Culture abondantes, notamment en Inde et les graines sont récoltées en automne^{6. 7.}

La plante est, cependant, poilue ou glabre, selon les variétés, peut atteindre de 50 à 60cm de haut, avec une tige dressée et rameuse, des feuilles pétiolées, alternées et composées de trois folioles ovales dentées. Alors que les fleurs sont axillaires, solitaires ou groupées par deux, de type papilionacé, de couleur jaune pâle à violet clair et de forme triangulaire (d'où le nom de trigonelle). Le fruit est une gousse allongée, arquée, pouvant atteindre 20 cm de long et renfermant de nombreuses graines (10 à 20), très dures, aplaties, mesurant 3 à 5 mm de long sur 2 à 3 mm de large, de couleur brun clair à brun rougeâtre, marquées par un sillon qui délimite les deux parties inégales ^{11, 8}.



A



B



C

Figure 2 : (A) : Trigonelle fleurissante, (B): pied de Trigonelle, (C): graines de trigonelle⁹.

VI.7. Systématique

Le fenugrec appartient ⁸⁴.

Regne : *Plantae*

Sous-regne : *Tracheobionta*

Embranchement : *Magnoliophyta*

Sous-embranchement : *Magnoliophytina*

Classe : *Magnoliopsida*

Sous-classe : *Rosidae*

Ordre : Fabales

Famille : *Fabaceae*

Genre : *Trigonella* L.

Espèce : *Trigonella foenum-graecum* L.

VI.8. Formes d'utilisation

Soit sous forme de poudre totale sèche, extrait sec en gélule pour phytothérapie mais aussi en décoction, en infusion, en jus (ampoules buvables) ou en cataplasme ¹⁰.

VI.9. La composition chimique de la graine du fenugrec

Elle est remarquable de par sa richesse en (site web1) ⁵.

- ✓ Phosphore, qui lui confère ses propriétés stimulantes neuromusculaires
- ✓ Saponines, qui lui confèrent ses propriétés stimulantes de l'appétit
- ✓ Saponines stéroïdiques, composé ayant des propriétés similaires à l'œstrogène, qui contribuent à la synthèse du cholestérol et des hormones sexuelles
- ✓ Un acide aminé, 4-hydroxy-isoleucine, qui augmente la production d'insuline du corps lorsque le taux de sucre dans le sang est trop élevé

Voici la composition plus détaillée de la riche petite graine ¹⁴.

- ✓ Protéines (30%)
- ✓ Glucides (20%)
- ✓ Lipides (10%)
- ✓ Minéraux : phosphore, fer, soufre, acide nicotinique, magnésium, calcium, etc.
- ✓ vitamines : A, B1 et C, principalement
- ✓ saponines stéroïdiques : notamment diosgénine et yamogénine (composés ayant des propriétés similaires à l'œstrogène)
- ✓ alcaloïdes : trigonelline, entre autres
- ✓ flavonoïdes : des antioxydants
- ✓ lécithine
- ✓ fibres mucilagineuses (jusqu'à 40%) : des galactomannanes
- ✓ huiles essentielles

VI.9.1. Les acides phénoliques

Ils sont les principaux polyphénols alimentaires ²¹, se trouvent dans tous les fruits, légumes et représentent environ un tiers de la teneur totale en polyphénols de l'alimentation. Les acides phénoliques constituent un groupe important de composés naturels qui ont des activités pharmacologiques et se distinguent par la présence d'antioxydants, ainsi que, par des propriétés antivirales et antibactériennes. ²³. Les acides phénoliques existent sous deux formes à savoir les dérivés de l'acide benzoïque et les dérivés de l'acide cinnamique.

VI.9.2. Les flavonoïdes

Ils combinent une très large gamme de polyphénols composés d'un squelette basique, de 15 atomes de carbone ayant une structure commune C6-C3-C6 de type phényl-2-benzopyrane, dont la principale fonction est de donner les couleurs aux les plantes. Les plantes riches en flavonoïdes ont des propriétés biologiques importantes et sont largement répandues. ²³.

VI.9.3. Les tanins

Les tanins sont des polyphénols solubles dans l'eau de masse moléculaire oscillant entre 500 et 3000 ²⁴. Ce sont des molécules hautement hydroxylées qui ont la capacité de former des complexes insolubles lorsqu'elles sont associées à des glucides, des protéines et des enzymes digestives, ce qui conduit à une moindre digestibilité des aliments. Il peut être lié à la cellulose et à de nombreux minéraux.

C'est une plante d'intérêt pharmaceutique parce qu'elle contient divers composés polyphénoliques (stéroïdes, flavonoïdes et alcaloïdes) ²⁵. La graine de fenugrec est riche en protéine (20 à 30%), en acides aminés tels que la 4-hydroxyisoleucine (0,1 à 0,3% du poids de la drogue sèche), en glucides (20 à 45%) principalement des fibres mucilagineuses, en lipides (7 à 10%). Elle renferme des stérols (cholestérol, sitostérol, etc.), les sapogénines (0,1-2,2%), la trigonelline (méthylbétaine, 0,37%), du phosphore, du calcium, du fer, du β -carotène et une huile essentielle (environ 0,015%) mais aussi à des constituants volatils (sesquiterpènes, lactones, etc.) ²⁶.

Tableau 1 : Composition chimique de la graine de fenugrec.

Classe de constituants chimiques	Constituants chimiques
Protéines (28 – 30 %)	Nucléoprotéines
Glucides (20 – 45 %)	Fibres : cellulose, hémicellulose ; mucilages : galactomannane ; phytine : (inositol hexaphosphate de Ca et de Mg)
Sapogénines et saponosides stéroïdiques (4, 5%)	Foenugraecine, trigofenoside A et autres hétérosides de la diosgénine, de la trigogénine et de la yangogénine ; nombreuses sapogénines stéroïdiques
Coumarine	Scopolétine
Flavonoïdes	Vitexine, vicénines, dérivés de l'orientine
Acides aminés	4-hydroxyisoleucine
Autres	Amide de l'acide nicotinique, trigonelline (méthylbétaine, 0,37 %), gamma schizandrine, phosphore, calcium, fer, β - carotène
Lipides, huile grasse (dans l'embryon)(6-10%)	Acide linoléique, acide linoléique et lécithine

Références bibliographiques

1. Parthasarathy VA., Chempakam B., Zachariah TJ., 2008. Chemistry of spices. Cabi international, Oxford shire (UK), 112p.
2. Rouk, H.F., Mangesha H., 1963. Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.). Its relationship, geography and economic importance. Exper, Stat. Bull. No. 20, Imper, Ethiopian College of Agric & Mech Arts.
3. Fazli, F.R.Y., Hardman R., 1968. The spice fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.). Its commercial varieties of seed as a source of diosgenin, *Trop. Sci.*, 10:66–78.
4. Le Floch E (1983) : Contribution à une étude ethnobotanique de la flore tunisienne programme flore et végétation tunisienne. Tunis
5. Sinskaya, E.N. (1961): Flora of Cultivated Plants of the USSR. XIII Perennial Leguminous Plants. Part I Medic, Sweetclover, Fenugreek P 201.
6. Ringuet J., Bloth J. et Botrel A., 2001. Larousse des plantes médicinales : identification, préparation, soins. Ed Larousse, 335p.
7. Iserin P., Masson M., Restellini J. P., Ybert E., De Laage DE Meux A., Moulard F., Zha E., De LA Roque R., De La roque O., Vican P., Deelesalle -Feat T., Biaujeaud M., Ringuet J., Bloth J et Botrel A., 2001. Larousse des plantes médicinales : identification, préparation, soins. 2éme édition de VUEF, Hong Kong : p. 335.
8. Ghedira K., Goetz P., Le Jeune R., 2010. Fenugrec : *Trigonella foenum-graecum* L. *Phytothérapie*, 8:180–4.
9. Boudjenana, A. et Mansour M. (2014). :Caractérisation phénotypique des bactéries hôtes de la légumineuse médicinale *Trigonella foenum-graecum* L. (fenugrec) ; Université de Constantine 1 Pages 86. Pp. 5-9.
10. Volpé J-S., Sergeant P., Fakler A., Kanny G., (2009) : FENUGREC. *Aliment, médicament Hôpital Central* - 29, Avenue du Maréchal de Lattre de Tassigny CO : 60034 - 54035.
11. Wichtl M., Anton R., 2009. Plantes thérapeutiques tradition, pratique officinale, science et thérapeutique. Édition LAVOISIR, Paris, 38- 41p.
12. Miller, J.I., (1969): The spice Trade of the Roman Empire 29 B.C to A.D. 641, Clarendon Press, Oxford.

13. Ulanowska, K., Traczyk, A., Konopa, G. and Wegrzyn, G., (2008): Differential antibacterial activity of genistein arising from global inhibition of DND, RNA and protein synthesis in some bacterial strains. *Arch. Microbiol*, 184(5), 271 –278.
14. BOUAL Z., 2009.- Contribution à l'étude des polysaccharides de quelques plantes spontanées à caractère médicinal de la région de Ghardaïa (Sahara septentrional Est Algérien). Mémoire Magister Biochimie et Analyse des Bioproduits, université KasdiMerbah Ouargla 80p
15. Ouafa Benkhniq et al (2014) : Catalogue des plantes médicinales utilisées dans le traitement du diabète dans la région d'Al Haouz-Rhamna (Maroc).
16. Bulletin préparé par le Centre Marocain de Pharmacovigilance (CMPV) ;
17. Volpé J-S., Sergeant P., Fakler A., Kanny G., (2009) : FENUGREC. *Aliment, médicament Hôpital Central* - 29, Avenue du Maréchal de Lattre de Tassigny CO : 60034 - 54035.
18. Cazes, J., (2005): Encyclopedia of chromatograph. Second Edition. Edition Taylor & Francis, 1250.
19. Petropoulos G.A., (2002). Fenugreek, The genus *Trigonella*. Edition Taylor & Francis, new York. Severe Conditions and in an Arid Climate. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, Vol. 63(4): 968–989.
20. Sharma, R.D., Raghuram, T.C., and Rao, V.D. (1991): Hypolipidaemic effect of fenugreek seeds : a clinical study. *Phytother. Res.* 5, 145 – 147.
21. Waston, R.R., Preedy, V.R. and Zibadi, S., (2013). Polyphenol in Human Health and Disease. 1er édition anglaise. Pages : 1488. P 643.
24. Gazengel, J.M. and Orecchioni, A.M., (2013). Le préparateur en pharmacie Guide théorique et pratique. 2^{ème} édition. Edition Lavoisier Tec & Doc, Paris, 1174.
25. Mabrouk, B., D'Araujo, M. E. M., Gouia, H., Bettaieb, B. K. L., (2017) : Effets de l'acide salicylique sur l'activité antioxydante de Fenugrec (*Trigonella-foenum-graecum*L). Cultivé en présence d'Arsenic et de Zinc. *Revue des Régions Arides*,
26. H.-A. Oueslati & K.Ghédira (2015) : Notes ethnobotanique et phytopharmacologique sur *Trigonella foenum-graecum* *Phytothérapie* volume 13, pages234–238
27. Sharma, R.D., Raghuram, T.C., and Rao, V.D. (1991). Hypolipidaemic effect of fenugreek seeds : a clinical study. *Phytotherapie. Res.* 5, 145 – 147.

28. Kirby, R.W., Andreson, J. W., and Seiling, B. (1981). Oat braintake selectively lowers serum low density lipoprotein cholesterol concentration of hypercholesterolaemic men. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 34: 824 – 829.
30. Al-Meshal, I.A., Parmar, N.S., Tariq, M. and Aqeel, A.M. (1985). Gastric anti-ulcer activity in rats of *Trigonella foenum-graecum* (Hu-Lu-Pa). *Fitoterapia* 56: 232 – 535.
31. Alkofahi, A., Batshoun, R., Owais, W. and Najib, N. (1996). Biological activity of some Jordanian medicinal plant extracts. *Phytotherapeutics*, 67: 435 – 42.

Sites web**1. Quels sont les bienfaits du fenugrec pour la santé**

<https://ileauxepices.com › blog › 2018/02/12 › wpid16040>[En ligne]. Site d'internet. (Consulté le 08-Septembre -2022).

Chapitre III

Caractérisation pharmacologique du fenugrec

Introduction

Il est l'un des plus anciens plants médicaux et culinaires connus dans l'histoire et réputé pour ses nombreuses importantes propriétés médicinales curatives ou préventives. En effet, il reste ainsi, un excellent facteur pour l'amélioration du métabolisme et de la santé, sans oublier son effet, efficace sur la digestion⁴⁶. Notons que sur le plan pharmacologique et clinique, il possède des effets antioxydant, antidiabétique^{43,45}, antimicrobien, gastro-protecteur, hépato-protecteur, hypocholestérolémiant, hypo-triglycéridémiant et hypoglycémiant en raison de la richesse de la graine en constituants de haute valeur pharmacologique dont les stéroïdes (diosgénine), les alcaloïdes trigonelline), les flavonoïdes (lutéoline), les coumarines, les acides aminés (hydroxy-isoleucine), les mucilages (galactomannane), les produits volatiles, une huile fixe et diverses autres substances⁴⁷. Il est riche en métabolites secondaires, tels les saponines, stéroïdes, alcaloïdes et flavonoïdes qui, sur le plan pharmaceutiques, sont le carrefour ou encore les précurseurs de nombreuses réactions chimiques et biotechnologiques donnant des médicaments (les corticostéroïdes, les hormones sexuelles, les anabolisants, les contraceptifs et les spironolactones) et sa thérapie stéroïdienne s'étend jusqu'aux maladies cardiovasculaires et les désordres hormonaux dépendants des cancers⁴⁴.

III.1. Utilité des prises usuelles

Les graines de *T. foenum-graecum* utilisées depuis des millénaires en médecines phytothérapeutiques arabo-islamique, chinoise et indienne, s'avèrent les seules à être responsables de la majorité absolue de leurs propriétés pharmacologiques⁷. En Chine, par exemple, pour les herboristes elles sont considérées en tant que tonique, pour le traitement de l'asthénie et favoriser, en même temps la prise de poids. Cependant, en convalescence, elles sont prises également, mais aussi, dans le traitement de l'œdème des jambes, des problèmes rénaux et des affections de l'appareil reproducteur masculin⁸. Alors qu'en Inde, les graines moulues sont consommées pour stimuler la lactation. Par contre, souvent, un cataplasme de

feuilles est mis sur les brûlures, les enflures et appliqué sur le cuir chevelu pour traiter la calvitie ^{9,10}.

Tandis qu'il est utilisé dans l'ancienne Egypte, dans l'encens (substance résineuse aromatique, qui brûle en répandant une odeur pénétrante) et pour embaumer les momies et pour les Romains, il facilite l'accouchement ⁹. Quant aux arabo-islamiques, le fenugrec est

l'une des plantes recommandées par le Prophète Muhammad (PSL) qui a dit

« Si ma communauté avait su ce qu'il y a dans le fenugrec, ils auraient payé son pesant en or ». En effet, ses graines broyées et pulvérisées sont utilisées en usage externe (cataplasme) pour soigner les furoncles, l'urticaire et l'eczéma, alors qu'elles stimulent la lactation, traiter la pellagre (trouble nutritionnel causé par une carence en niacine (vitamine B3) ou son précurseur (tryptophane), surtout dû à la malnutrition), l'indigestion, la dyspepsie (se manifeste par une impression de « mal digérer », des douleurs du creux de l'estomac et des ballonnements), la bronchite, la fièvre, l'impuissance et les troubles gastroduodénaux et l'augmentation de la taille de la poitrine chez les femmes ainsi que le traitement des déséquilibres hormonaux ⁷.

Dans les pays du Maghreb, elles sont considérées comme une panacée (remède universel ou formule par laquelle on prétend résoudre tous les problèmes) et leur farine ou leur décocté sont bons pour reconstituer les forces et prendre de l'embonpoint. A ce titre, elles sont incorporées à des soupes spécialement, pour les enfants rachitiques, les convalescents et ceux désirant prendre du poids, sans oublier qu'elles sont, aussi, prescrites contre l'anémie des tuberculeux et le « bumezwi » (ou syndrome de l'intestin irritable).

En usage externe, son macérât elle est préconisé en frictions capillaires, pour fortifier et embellir les cheveux, alors que sous forme de farine, réaliser des emplâtres de consolidation des fractures ⁶.

En Algérie ces graines étaient employées en usage interne, sous forme d'infusé, comme fortifiant (spécialement pour les enfants), stimulant réparateur, analeptique, aphrodisiaque, sédatif des douleurs durant l'accouchement et contre la diarrhée, l'anémie et le mal de poitrine. En usage externe, elles sont préconisées comme émollient ⁶.

L'usage du fenugrec en Tunisie est que la poudre des graines, en suspension dans l'eau sucrée, est considérée comme reconstituant dans les cas d'amaigrissement, des diarrhées, des coliques intestinales, de la fièvre et des gastralgies du nourrisson. Il faut signaler, aussi, que le décocté en gargarisme ou maux de gorge, angine, laryngite, enrrouement, le macérât des graines dans l'eau de rose en gouttes oculaires serait efficace dans les cas de conjonctivites et les abcès et les furoncles murissent par application d'un cataplasme de la poudre des graines ¹¹.

III.2. Composition biochimique et phytochimie de *Trigonella foenum-graecum* L

La richesse, en différents composés phénoliques (stéroïdes, flavonoïdes et alcaloïdes), a rendu la trigonelle d'un intérêt pharmacologique énorme ³⁰.

Elle renferme des stérols (cholestérol, sitostérol, etc.), les sapogénines (0,1-2,2%), la trigonelline (méthylbétaine, et une huile essentielle (environ 0,015%) mais aussi à des constituants volatils (sesquiterpènes, lactones, etc.) ²⁸.

Cependant, grâce à la richesse des graines de la trigonelle en différentes substances bioactives, elle s'avère d'une grande valeur alimentaire et présentent de multiples vertus phytothérapeutiques ³¹. En effet, les feuilles et les graines de Fenugrec sont utilisées comme des antioxydants, des antidiabétiques, des antimicrobiens, des anti-inflammatoires ...etc, ²⁹.

La graine est riche en protéine (20 à 30%) avec une teneur importante en nucléoprotéines d'où un acide aminé caractéristique particulier et rare soit la 4-hydroxy-isoleucine (0,1 à 0,3% du poids de la drogue sèche) est isolé. Elle renferme des lipides (7 à 10%) dont 1,5 à 2% de lécithine et une huile grasse dans l'embryon (de l'acide linoléique et de l'acide linolénique), des C-flavonoïdes (vitexines, vicénines, dérivés de l'orientine, etc.) et des stérols (cholestérol, sitostérol, etc.). Quant aux glucides sont abondants (20 à 45%), en particulier, des fibres (cellulose, hémicellulose, etc.), de la phytine (sel calcique et magnésien de l'acide inositolhexaphosphorique), des mucilages (surtout localisés sur les parois cellulaires de l'endosperme et constitués de chaînes de mannoses et de galactoses avec de faibles proportions de xylose) ⁴.

Elle est considérée une source potentielle de sapogénines qui, après hydrolyse, donne la diosgénine et l'yamogénine (0,1-2,2%) ainsi qu'à une dizaine d'autres aglycones et, aussi, renferme jusqu'à 3% du 3,26-diglucosides, du furostène-5-triols et des dérivés voisins probablement responsables de l'amertume de la drogue) ¹³. Elle contient, également, des coumarines (scopolétine), de l'amide, de l'acide nicotinique, de la trigonelline méthylbétaine, (0,37%), de la gamma schizandrine, du phosphore, du calcium, du fer, du β -carotène et une huile essentielle (environ 0,015%). L'odeur caractéristique et tenace du fenugrec est due principalement à la 3-hydroxy-4,5-diméthyl-2 [5H]-furanone (=sotolone) et à la 3-hydroxy-4-méthyl-2 [5H]-furanone, mais aussi à des constituants volatils (sesquiterpènes, lactones, etc.) ¹².

III.3. Pharmacologie

Plusieurs effets bénéfiques à la santé sont attribués à la consommation du fenugrec sont découverts lors des essais menés, aussi bien, chez l'animal que l'homme.

Le fenugrec une plante médicinale ayant des propriétés thérapeutiques multiples liées à sa richesse en caroténoïdes, en polyphénols, en acides gras, en protéines avec des acides aminés essentiels, en fer, en ascorbate et en folate) ²⁴.

Il faut signaler, que les graines ont une forte activité antioxydante, (activité de piégeage du radical DPPH) qui peut être corrélée avec les constituants poly-phénoliques. ¹⁴, sans oublier

que, l'incorporation de la farine des graines du fenugrec à des rats diabétiques a provoqué une normalisation de la peroxydation lipidique élevée, ainsi que, la sensibilité accrue au stress oxydatif associé à l'épuisement des antioxydants des tissus hépatiques, rénaux et pancréatiques et ce à des dose-dépendantes ¹⁵. Alors que, des effets protecteurs importants

en soulageant l'ulcère gastrique et la gastrite, sont observés après consommation des graines, ainsi, on peut dire qu'il est probable que l'activité anti-oxydante pourrait être liée à l'effet gastro-protecteur des graines.

Dans le même ordre d'idée, les polysaccharides et/ou les flavonoïdes seraient responsables de la gastro-protection et de l'activité anti-sécrétoire des graines de fenugrec, qui pourraient, alors, avoir la possibilité de traiter l'ulcère gastrique chez le rat ¹⁶.

Il est montré que, l'extrait de graines enrichi en stéroïdes stimule l'activité digestive enzymatique avec une envie significative de l'apport alimentaire. De même, la forte teneur en fibres participe au soulagement des maux lors de la constipation ^{5,17} l'augmentation des activités des lipases pancréatiques et intestinales, fournit une base théorique pour l'utilisation du fenugrec dans la dyspepsie.

Une action hypoglycémiante et antidiabétique, suite à l'administration par voie orale, des graines, a provoqué une diminution significative de la glycémie chez des rats rendus diabétiques par injection de l'alloxane. Cette action reste possible suite à la présence des fibres solubles dont le rôle est de faire baisser l'activité de la disaccharidase intestinale et l'absorption du glucose. Cependant, d'autres constituants de la graine tels la 4-hydroxy-isoleucine, le galactomannane et la saponine, abaissent la glycémie et agissent en synergie pour inhiber l'absorption du glucose et promouvoir les fonctions pancréatiques. Par ailleurs, une augmentation de la glycogénèse hépatique, du transport de glucose dans les adipocytes et de l'action de l'insuline sont observés, ainsi donc, les graines du fenugrec conduit à une alternative dans le traitement et la prévention du diabète et de ses complications ^{10,12}. Il est signalé que la consommation de fenugrec prévient les troubles métaboliques induits par l'alimentation, y compris la résistance à l'insuline, la dyslipidémie et la stéatose hépatique, il semble que les fibres et les saponines stéroïdiennes interagissent avec les sels biliaires dans le tractus digestif. Une diminution significative des niveaux plasmatiques de triglycérides, du cholestérol total et d'acides gras libres et une augmentation du ratio HDL cholestérol/ cholestérol total sont observées ¹⁸. Ces graines ont une activité anti-inflammatoire

significative ¹⁵ et un effet stimulateur des fonctions immunitaires, en outre, elles sont, aussi, responsables d'une augmentation significative de l'indice et de la capacité

phagocytaires des macrophages et un effet, cyto-protecteur contre les lésions hépatiques et l'apoptose dans les cellules hépatiques, grâce aux composés polyphénoliques. ¹⁷

La digoxigénine-3-O-rutine, nouveau cardénolide identifié à partir des graines de fenugrec, améliore la résistance à l'accident de l'infarctus du myocarde provoqué et semble être plus efficace que la digoxine ¹⁵.

La fraction glycosidique du furostanol de fenugrec a une activité anabolisante sans être androgénique.

Les graines, cependant, possèdent des activités oestrogéniques et pourraient constituer une alternative appropriée au THS (traitement hormonal substitutif). Leur ingestion diminue les symptômes systémiques de la dysménorrhée (fatigue, maux de tête, nausées, vomissements, manque d'énergie, syncope).

Toutes ces données laissent supposer que la prise de la poudre des graines réduit la sévérité de la dysménorrhée pendant la menstruation ²⁰.

L'activité antibactérienne des graines de fenugrec contre les bactéries Gram positifs et négatifs, vis-à-vis de *Escherichia coli*, *Salmonella typhi*, *Vibrio cholerae*, *Staphylococcus aureus* et *Bacillus subtilis*, est vérifiée ¹⁵.

Enfin, du fait de leurs propriétés apéritives et fortifiantes, les graines de fenugrec sont souvent ²⁷

- ✓ Prescrites aux malades en convalescence.
- ✓ Leur richesse en substances mucilagineuses en fait un précieux allié pour calmer les inflammations digestives et apaiser celles des voies respiratoires.
- ✓ "Le fenugrec est très utilisé en complément des épices pour ses bienfaits multiples dans la médecine ayurvédique, confirme le Dr. Laurence Plumey.
- ✓ Il est réputé pour stimuler l'appétit mais aussi pour réguler le transit.

✓ Le fenugrec est riche en protéines (27%) et en fibres (24g/100g) ainsi qu'en Ca^{2+} , en fer, en mg, en K^+ , en Zn et en B9. "Mais les quantités fournies au corps sont faibles car il est un complément utile et agréable.

III.4. Activités biologiques du fenugrec

Si vous cherchez à perdre du poids, le fenugrec n'est pas fait pour vous puisqu'au contraire, il a des vertus apéritives et fortifiantes qui aident à reprendre l'appétit et le poids. Par contre, il favorise la lactation pour les femmes allaitantes, cependant, les conséquences sont néfastes, du fait que les effets hormonaux sont assez controversés, car il peut conduire à des risques de tératologie (malformations fœtales). Alors qu'il permet de diminuer la glycémie chez les sujets atteints du diabète de type 2 grâce aux saponines qu'il contient. Il est, aussi, capable de réguler le taux de cholestérol, sans oublier que, ses graines renferment des substances mucilagineuses, donc, elles peuvent soigner les inflammations de voies respiratoires et de protéger la muqueuse gastrique pour aider la digestion. En cataplasme, elles aident à calmer, les inflammations locales de type eczéma, acné, et brûlures.

III.4.1. Antidiabétiques

Depuis longtemps, l'action antidiabétique des graines de fenugrec est bien connue ⁴². La poudre des graines, tout comme la trigonelline, principale alcaloïde du fenugrec diminuent le taux de glucose sanguin, ainsi que les triglycérides, les acides gras libres et le cholestérol ^{40, 41}.

Le fenugrec permet de ralentir et d'optimiser l'absorption des glucides, et inhibe le transport du glucose, de plus il permet de retarder la vidange gastrique. En parallèle, il permet une meilleure efficacité de l'insuline dans le sang, et les acides aminés 4-hydroxy-isoleucine, contenus dans la graine, auraient un effet protecteur sur le foie et stimulant sur la production d'insuline ^{39, 38}. Ainsi, le fenugrec est bénéfique pour les personnes souffrant de diabète de type 2 sans, cependant, effets secondaires gênants engendrés par certains médicaments de l'industrie pharmaceutique, mais attention, avant cela, consultez votre médecin et n'associez pas le fenugrec à un traitement contre le diabète. Une étude clinique a été menée sur des patients atteints de diabète de type 2 soit un groupe a reçu 1g de poudre de fenugrec quotidiennement, et un autre, un placebo (Un placebo est défini comme un traitement sans efficacité pharmacologique propre qui agit, lorsque le patient pense recevoir un traitement

actif ou encore sans principe actif). Après deux mois, le groupe du fenugrec a montré un meilleur contrôle de la glycémie et une meilleure sensibilité à l'insuline par rapport au placebo. Accessoirement, il a été constaté une baisse significative des niveaux de triglycérides et une augmentation du « bon » cholestérol ^{41,42}.

III.4.2.Hypocholestérolémie

L'effet hypocholestérolémiant des graines du fenugrec est mis en évidence, suite à une expérience menée sur des rats auxquels il leur est ajouté au régime alimentaire entre 15% - 60% de poudre de fenugrec. Il a aussi, un effet considérable sur le cholestérol exogène lorsqu'il est administré avec un régime hypocholestérolémiant. Alors que le fenugrec dégraissé induit une réduction, chez les sujets hyperlipidémiques non diabétiques, des taux sériques de cholestérol total, de LDL et de lipoprotéines de très basse densité (VLDL) et de triglycérides dans les lipoprotéines de très haute densité (HDL) ³⁹.

Le fenugrec est capable à réduire sélectivement la fraction LDL et VLDL du cholestérol total, ce qui peut être bénéfique dans la prévention contre l'athérosclérose. Les fibres de celui-ci ont un effet sélectif similaire sur le cholestérol LDL telles que le son d'avoine ³⁸

III.4.3.Anti-fertilité ou contraceptifs

III.4.3.1.Chez la femme

Les chercheurs ont fait des grands efforts pour comprendre les effets contraceptifs et anti-fertilité de l'utilisation d'extraits bruts de différentes plantes de fenugrec chez les femmes, pour avoir abouti à ce résultat extraordinaire contraceptif du fenugrec ³⁷.

III.4.3.2.Chez L'homme

L'activité spermicide du fenugrec est utilisé in vitro sur un sperme humain, dont l'extrait n-butanol du fenugrec a montré son efficacité pour l'activité spermicide, il est signalé, ainsi, comme un agent spermicide dont, les saponines ont une relation directe avec cette activité ³⁶.

III.5.Ulcère gastrique et effets cicatrisants

Il conduit à une cicatrisation plus rapide de l'ulcère. L'extrait de fenugrec se caractérise par un effet léger relaxant sur les muscles lisses du duodénum ³⁵, en plus, l'action anticholinergique est suggérée comme propriété responsable de l'efficacité du fenugrec dans la promotion de la guérison des ulcères. Les graines de fenugrec ont, aussi, des caractéristiques pour guérir les plaies d'excision.

III.6.Effets anticancéreux

Le fenugrec stimule et renforce l'action du pancréas, ainsi, il permettrait d'aider à prévenir les risques d'apparition de cancer du pancréas, et d'insuffisance pancréatique. Sa teneur importante en antioxydants fait de lui un protecteur de l'organisme contre l'action des radicaux libres, et les maladies liées au vieillissement prématuré des cellules comme les cancers, particulièrement, le cancer du sein, du côlon et de la vésicule biliaire.

A cet effet, une recherche menée sur l'effet de l'extrait éthanolique de *Trigonella foenum-graecum*, a montré une activité anticancéreuse contre trois types de cancers, ceux des poumon A-549, du sein MCF-7 et les lignées cellulaires d'adénocarcinome du côlon HT-29 ³⁴.

Cependant, sa consommation excessive pourrait, même, être dangereuse. A cet effet, "Pour les femmes sujettes au cancer du sein, ingérer une plante riche en phyto-œstrogène en quantité trop importante pourrait être dangereux".

III.7.Effet stimulant du système immunitaire

Grâce à sa composition, le fenugrec stimule le système immunitaire, comme il possède des vertus expectorantes, antifongiques et antiparasitaires. A cet effet, il permet à l'organisme de se protéger contre les infections et les affections bactériennes, microbiennes et virales (maux de l'hiver, gripes, rhumes, sinusites, asthme), en médecine ayurvédique, en traitement contre les infections vaginales, les infections urinaires et les infections de l'utérus.

III.8.Action sur le système cardio-vasculaire

Il reste bénéfique sur tout le système cardio-vasculaire.

✓ Propriétés anti-cholestérols permettant aussi de baisser le taux de triglycérides : en effet, le fenugrec a la capacité de réguler le taux de cholestérol dans le sang, abaissant le mauvais cholestérol LDL et augmentant l'HDL, notamment grâce à la lécithine, un lipide anti-cholestérol.

- ✓ Propriétés hypotensives contre l'hypertension artérielle.
- ✓ Légères propriétés fluidifiantes.

Toutes ces propriétés font que le fenugrec permet de prévenir une grande majorité des maladies cardio-vasculaire.

III.9.Action sur le système urinaire

Elle est une épice aux vertus diurétiques, ce qui en fait un hépato-protecteur naturel, tout en permettant, donc, de purifier et nettoyer l'organisme en stimulant l'évacuation des toxines du corps, qui affectent le fonctionnement et la santé des reins.

III.10.Action anti-inflammatoire

En Allemagne, il est utilisé sous forme de cataplasmes préparés avec la poudre des graines de fenugrec, pour soulager les inflammations cutanées et les douleurs rhumatismales, ainsi que les névralgies.

III.11.Activités antimicrobiennes

En tant que bienfait supplémentaire de cette plante médicinale, les extraits des graines de fenugrec présentent une activité antibactérienne. Leur richesse en polyphénols, laisse supposer, qu'ils ont une activité antibactérienne importante, probablement, due à leur diversité structurale. Ces composés ont un rôle inhibiteur, sachant qu'ils n'agissent pas sur la paroi bactérienne, mais agissent plutôt sur un mécanisme interne. Les polyphénols synthétisent probablement les protéines, ADN et ARN.³³

Ils ont également la capacité de supprimer un certain nombre de facteurs de virulence microbiennes tels que l'inhibition de la formation de biofilms, la réduction de l'adhésion aux ligands hôtes et d'éliminer les toxines bactériennes, comme ils sont capables de former une synergie avec certains antibiotiques³².

En résumé, la graine de fenugrec est considérée, en médecine traditionnelle, comme :

- Stimulante neuromusculaire
- Tonifiante
- Ouvreuse d'appétit

- Régulatrice des sécrétions pancréatiques
- Hypoglycémiante (baisse le taux de sucre sanguin)
- Hypolipémiante (baisse le taux de graisse)
- Hypocholestérolémiante (baisse le taux de cholestérol dans le sang)
- Digestif naturel
- Antidouleur
- Aphrodisiaque
- Galactogène (stimule les montées de lait maternel)
- Stomachique
- Anti-inflammatoire

III.12.Toxicologie

La toxicité de la graine de fenugrec reste évaluée mais sans aucune altération des paramètres hépatiques ou hématologiques¹², cependant, bien qu'il soit bien toléré des précautions restent recommandées chez les sujets souffrant d'allergies alimentaires (aux arachides et aux pois chiches). En effet, des réactions d'hypersensibilité sont rapportées comme la rhinorrhée, la respiration sifflante, l'évanouissement et l'étourdissement après l'inhalation de la poudre. En outre, il peut augmenter le risque de saignement en raison de sa teneur élevée en coumarine interférant avec la coagulation⁹.

L'extrait de graines de fenugrec peut être responsable d'effets nocifs sur la reproduction et tératogènes chez le fœtus en raison de son potentiel de stimulation de l'utérus, ainsi, à cet effet le fenugrec est contre-indiqué pendant la grossesse²².

Références bibliographiques

1. Parthasarathy VA, Chempakam B, Zachariah TJ (2008) Chemistry of spices, Cabi international, Oxfordshire (UK)
2. Petropoulos GA (2002) Fenugreek: The genus *Trigonella*, Taylor & Francis, New York
3. Mehrafarin A, Rezazadeh S, Naghdi Badi H, (2011) A Review on Biology, Cultivation and Biotechnology of Fenugreek(*Trigonella foenum-graecum* L.) as a Valuable Medicinal Plant and Multipurpose. *Journal of Medicin Plants* 10:(37) Pp 6–24
4. Wichtl M, Anton R (2003) *Plantes thérapeutiques*. EMI/Tec et Doc, Lavoisier, Paris
5. WHO (2007) *Monographs on selected medicinal plants*, Vol 3, WHO Press, Geneva
6. Ait Youssef M (2006) *Plantes médicinales de kabylie*, Ibis Press, Paris
7. Saad B (2011) *Greco-Arab and Islamic herbal medicine: traditional system, ethics, safety, efficacy, and regulatory issues*. John Wiley & Sons, Inc. Hoboken (New Jersey)
8. Snehata HS, Payal DR (November 2011-January 2012) Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.): an overview. *International Journal Current Pharmaceutic Review Res* 2(4):169–87
9. Basch E, Ulbricht C, Kuo G, (2003) Therapeutic Applications of Fenugreek. *Alternat Medicin Review* 8(1)20–7
10. Basu TK, Srichamroen (2010) Health benefits of Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*, Leguminosae) In: *Bioactive Foods in Promoting Health: Fruits and Vegetables* Watson RR and Preedy VR Academic Press/Elsevier Inc. London, Burlington, San Diego
11. Boukef MK (2006) *Les plantes dans la médecine traditionnelle Tunisienne*. Agence de coopération culturelle et technique, Paris
12. Ghedira K, Goetz P, Le Jeune R (2010) Fenugrec : *Trigonella foenum-græcum* L. (Fabaceae ex. Leguminosae) *Phytothérapie* 8:180–4
13. Bruneton J (2009) *Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales* (4e éd.) Lavoisier, Paris
14. Bukhari SB, Bhangar MI, Memon S (2008) Antioxidative Activity of Extracts from Fenugreek Seeds (*Trigonella foenumgræcum*). *Pak Journal Anal Environ Chemistry* 9 (2):78–83
15. Lim TK (2012) *Edible Medicinal And Non-Medicinal Plants: Vol 2, Fruits*, Springer Science & Business Media, Dordrecht

16. Helmy HM (2011) Study the Effect of Fenugreek Seeds on Gastric Ulcer in Experimental Rats. *World J Dairy & Food Sci* 6 (2):152–8
17. Meghwal M, Goswami TK (2012) A Review on the Functional Properties, Nutritional Content, Medicinal Utilization and Potential Application of Fenugreek. *Journal of Food Process Technol.* 3(9):181
18. Braun L (2010) Introduction to herbal medicine. In: *Herbs and natural supplements*, Braun L, Cohen M. 3rd ed., Elsevier Australia
19. Sakka AE, Salama M, Salama K (2014) The Effect of Fenugreek Herbal Tea and Palm Dates on Breast Milk Production and Infant Weight. *J Pediatr Sci* 6:e202
20. Younesy S, Amiraliakbari S, Esmaili S, et al (2014) Effects of Fenugreek Seed on the Severity and Systemic Symptoms of Dysmenorrhea. *Journal Reprod Infertil* 15(1):41–8
21. Al-Asadi JN (2014) Therapeutic Uses of Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) Fenugreek Special Issue, *Am J Soc Issues Humanities* Mar/Apr 21-36
22. Hudson T, Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*) An Overview of the Research and Clinical Indications, 1-6. http://.naturaldispensary.com/downloads/_Research_Review_of_Fenugreek.pdf
23. Barnes J, Anderson LA, Phillipson JD (2007) *Herbal Medicines* (3rd ed.), Pharmaceutical Press, London
24. Rouibi abdelhak, megateli smain, saidi. fairouz., cherif hamida-saida, fenagra. latifa., bouriach Mohammed : (2018) Propriétés pharmacologiques de l'extrait aqueux et des huiles essentielles des graines de fenugrec (*Trigonella foenum-graecum*. L.), *Revue Agrobiologia* www.agrobiologia.net ISSN (Print): 2170-1652 e-ISSN (Online): 2507-7627.
25. [http://www.:mondedelupa.com/medicinales/medecine/Trigonella foenum-graecum](http://www.:mondedelupa.com/medicinales/medecine/Trigonella%20foenum-graecum) (2013)
26. [http://www.fenugreek-trigonella-foenum-graecum](http://www.fenugreek-trigonella-foenum-graecum.com/) (2012)
27. Plumey Laurence, pharmacologie du fenugrec,(2021),
28. Ghédira · K. et Oueslati H.-A. (2015) Notes ethnobotanique et phytopharmacologique sur *Trigonella foenum-graecum*. *Journal of Phytothérapie*, 8, 180–184.
29. Mabrouk, B., D'Araujo, M. E. M., Gouia, H., Bettaieb, B. K. L., (2017). Effets de l'acide salicylique sur l'activité antioxydante de Fenugrec (*Trigonella-foenum-graecum*L). Cultivé en présence d'Arsenic et de Zinc. *Revue des Régions Arides*,

30. Marzougui, N., Elfalleh, W., Boubaya, A., Guasmi, F., Ferchichi, A., Lachieheb, B. and BeJi M., (2010). Répercussion de la polyploidie sur le profil moléculaire ISSR et sur les contenus en vitamines et en protéines chez *Trigonella foenum-graecum* L. *Acta Bot. Gallica*, 157(1), 89- 99.
31. Harchane, H., El Addas, H., Amsaguine, S., El Amrani, N., Radallah, D., (2012). Effets de l'extrait aqueux des graines du fenugrec (*Trigonella foenum-graecum*) sur l'amélioration du profil lipidique et la prise de poids chez le rat. *Phytothérapie* 10 (6), 357-362.
32. Daglia, M., (2011) : Polyphenols as antimicrobial agents. *Current Opinion in Biotechnology*, 23, 1-8.
33. Ulanowska, K., Traczyk, A., Konopa, G. and Wegrzyn, G., (2008). Differential antibacterial activity of genistein arising from global inhibition of DNA, RNA and Protein synthesis in some bacterial strains. 184 : 271 – 278.
34. Alkofahi, A., Batshoun, R., Owais, W. and Najib, N. (1996). Biological activity of some Jordanian medicinal plant extracts. *Phototherapeutics*, 67: 435 – 42.
35. Al-Meshal, I.A., Parmar, N.S., Tariq, M. and Aqeel, A.M. (1985). Gastric anti-ulcer activity in rats of *Trigonella foenum-graecum* (Hu-Lu-Pa). *Fitoterapia* 56: 232 – 535.
36. Setty, B.S., Kamboj, V.P., Garg, H.S. and Khanna, N.M. (1976). Spermicidal potential of saponins isolated from Indian medicinal plants. *Contraception* 14, 571 – 8.
37. Ethiopian traditional herbal drugs. Part III: Anti-fertility activity of 70 medicinal plants
Belachew Desta *Journal of Ethnopharmacology* Volume 44, 1994, Pages 199-209
38. Kirby, R.W., Andreson, J. W., and Seiling, B. (1981). Oat brantake selectively lowers serum low density lipoprotein cholesterol concentration of hypercholesterolaemic men.
The American Journal of Clinical Nutrition. 34: 824 – 829.
39. Sharma, R.D., Raghuram, T.C., and Rao, V.D. (1991). Hypolipidaemic effect of fenugreek seeds : a clinical study. *Phytotherapeutic. Res.* 5, 145 – 147.
40. Shani, J., Goldschmidt, A., Joseph, B., Ahronson, Z., Sulma, F.G. 1974. Hypoglycemic effect of *Trigonella foenum-graecum* and *Lupinus termis* (Leguminosae) seeds and their major alkaloïd in alloxan diabetic and normal rats. *International. Pharmacology. Therapeutic.* 210, 27 – 36.
41. Fourier, F. (1948). *Plantes médicinales et vénéneuses de France*. Paris 111, 495.

- 42.** Mishkinsky, J., Joseph, B. and Sulman, F. (1967). Hypoglycaemic effect of Trigonelline page 1311 – 1312.
- 43.** Amin, R., Abdul-Ghani, A.S. and Suleiman, M.S. (1988) Effect of fenugreek and lupin seeds on the developpement of experimental diabetes in rats. *Planta Medica*, 54: 286 - 90.
- 44.** ROUIBI Abdelhak¹ *, MEGATELI Smain¹ ., SAIDI. Fairouz¹ ., CHERIF Hamida-Saida¹ ., FENAGRA. Latifa¹ ., BOURIACH Mohammed¹(2018) Propriétés pharmacologiques de l'extrait aqueux et des huiles essentielles des graines de fenugrec (*TRIGONELLA FOENUM-GRAECUM. L.*)
Revue Agrobiologia www.agrobiologia.net ISSN (Print): 2170-1652 e-ISSN (Online): 2507-7627
- 45.** Ghourri, M., Zidane, L., & Douira, A. (2013). Usage des plantes médicinales dans le traitement du Diabète Au Sahara marocain (Tan-Tan). *Journal of Animal & Plant Sciences*, 17(1), 2388-2411.
- 46.** Hamden K., Keskes H., BELHADJ S., Mnafgui K., Feki A. & Allouch N. (2011). -3 fatty and fenugreek essential oil on key enzymes of carbohydrate-digestion and hypertension in diabetes rats. *Health and Disease*.10 :222-226.
- 47.** Ghédira · K. et Oueslati H.-A. 2015 Notes ethnobotanique et phytopharmacologique sur *Trigonella foenum graecum*. *Phytothérapie*, 8, 180 –184.

Travail de laboratoire

Matériel et méthodes

Objectif scientifique

L'objectif de cette étude porte sur la recherche d'éventuelles activités biologiques des extraits, aqueux, éthanolique et méthanolique des graines ou fruits de la partie aérienne de *Trigonella Foenum graecum*, le dosage des polyphénols et des flavonoïdes, ainsi que, les activités antioxydante, et antimicrobienne.

Quant à d'autres solutions sont préparées spécialement pour faire l'objet d'une étude phytochimique en caractérisant les grandes familles de composés végétaux et en quantifiant certains groupes chimiques.

I. Matériel et méthodes

I.1. Matériel végétal

Le matériel végétal est la trigonelle ou *Trigonella foenum graecum*, appartenant à la famille des *Fabacées* connue sous le nom de **Halba**. Ces graines sont achetées chez un marchand d'épices le **15 Décembre 2021**, sous forme séchée, chez un arboriste au niveau du Marché couvert de Mila. Elles sont récupérées dans un sachet sec et propre pour servir ultérieurement à l'extraction.

Cependant, les graines sont placées sur un journal pour sécher à l'air libre mais à l'abri de la lumière directe du soleil, et à température ambiante, pendant plusieurs jours. Pour s'assurer que le séchage des échantillons est total, il s'est avéré nécessaire de les resécher une deuxième fois dans une étuve à 40°C pendant 96h, afin que les graines de trigonelle soient totalement sèches. Ensuite, elles sont broyées à l'aide d'un mixeur jusqu'à l'obtention d'une poudre fine et homogène pour que l'extraction soit fiable (la préparation des différents extraits et tests phytochimiques et biologiques...etc.).



Feuilles et fleurs

Graines fraîches

Graines modérément sèches

Figure 3 : Feuilles (A), Graines fraîches (B) et Modérément sèches (site web 5)

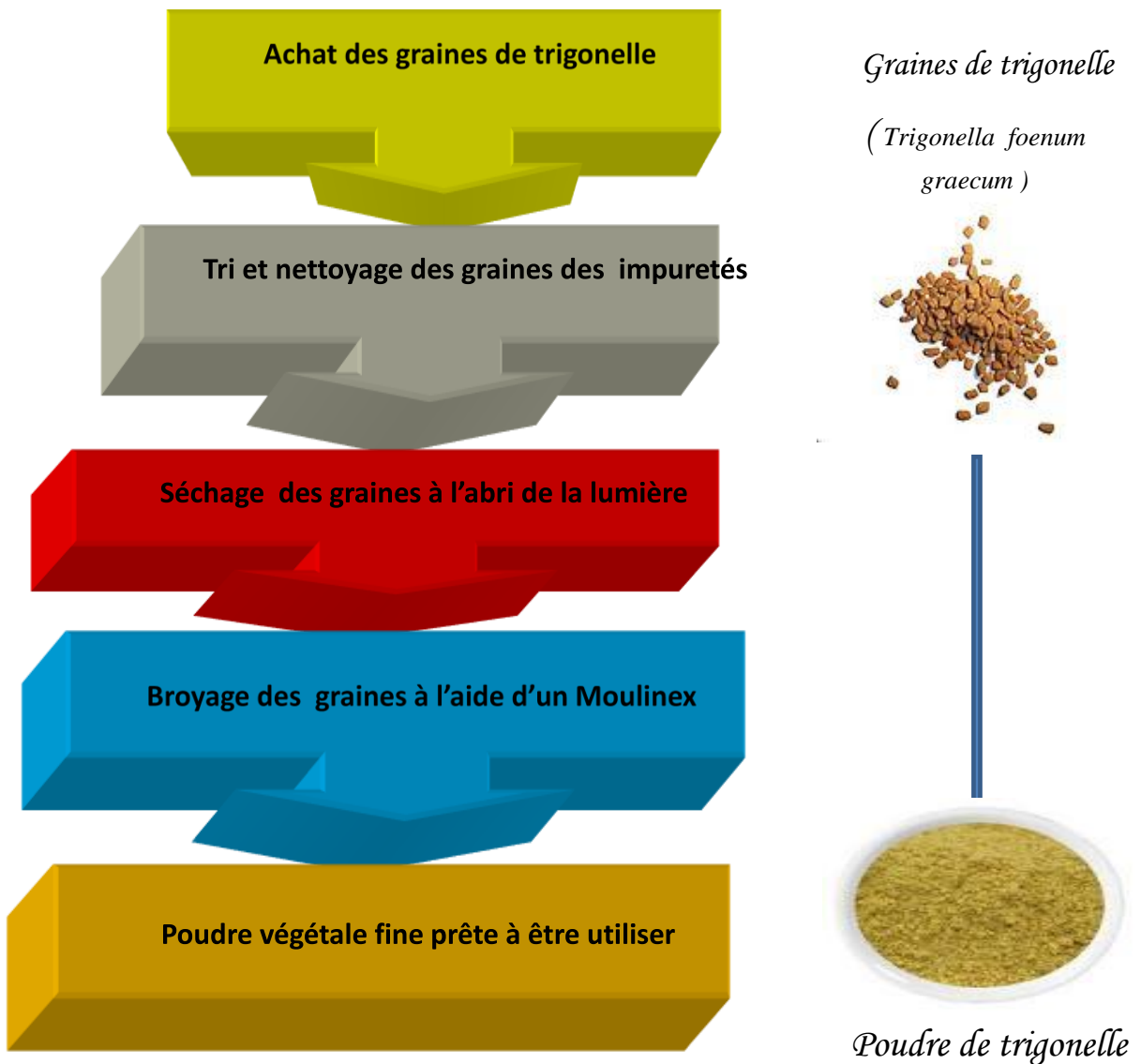


Figure 4 : Diagramme des différentes étapes de la préparation de la matière première.

II.2.Méthodes d'extraction et d'analyse

L'extraction solide-liquide est une opération de transfert de matière entre une phase qui contient la matière à extraire « solide », et un solvant d'extraction « liquide ». Le but de cette opération est d'extraire et de séparer un ou plusieurs composants mélangés à un solide dans un solvant. Plusieurs méthodes d'extraction sont mises au point pour la distillation des molécules terpéniques des plantes à parfum. Cependant, les composés volatiles sont connus, comme étant, thermosensibles et vulnérables aux réactions chimiques. La perte de certains constituants, la dégradation de quelques composés insaturés par effet thermique ou par hydrolyse, ainsi que la présence de résidus de solvants organiques plus ou moins toxiques peuvent être engendrés par ces techniques d'extraction.

II.2.1.Extraction par macération

II.2.1.1.Macération

L'eau reste comme meilleur solvant pour l'extraction, cependant, sans faire exception pour le méthanol et l'éthanol.

La macération consiste à faire tremper les plantes dans de l'eau froide pendant plusieurs heures. Ainsi, une cuillère à café de la plante pour une tasse d'eau, une grande cuillère à soupe pour un bol et trois cuillères à soupe par litre sont suffisantes pour aboutir à un très bon résultat. Les plantes peuvent également être imbibées d'alcool, de glycérine ou de tout autre solvant, à condition que ce dernier doit être soigneusement sélectionné en fonction de la plante utilisée pour qu'il retienne les principes actifs de la plante ¹⁹.

II.2.1.2.Mode opératoire

Pour chaque extrait 30g de poudre végétale sont mis dans 200ml de solvant (eau, éthanol, méthanol) dans des erlenmeyers de 500ml enrobés par un papier aluminium puis laissés agités à l'aide d'un agitateur magnétique pendant cinq (05) jours à température ambiante et à l'abri de la lumière. Cependant, les techniques suivantes s'avèrent, aussi, nécessaire qu'indispensables.

a. Filtration ou 1ere filtration avec compresse plus coton 2éme filtration avec papier wattman N° 01

- b. Concentration (évaporation) par rota-vapeur à 45°C -80°C selon le solvant utilisé.
- c. Les extraits concentrés sont mis à sécher dans l'étuve à 45°C jusqu'à séchage complet
- d. Grattage de chaque extrait sec est mis dans des tubes eppendorfs et conservés à une température de +4°C afin d'être utilisé plus tard.

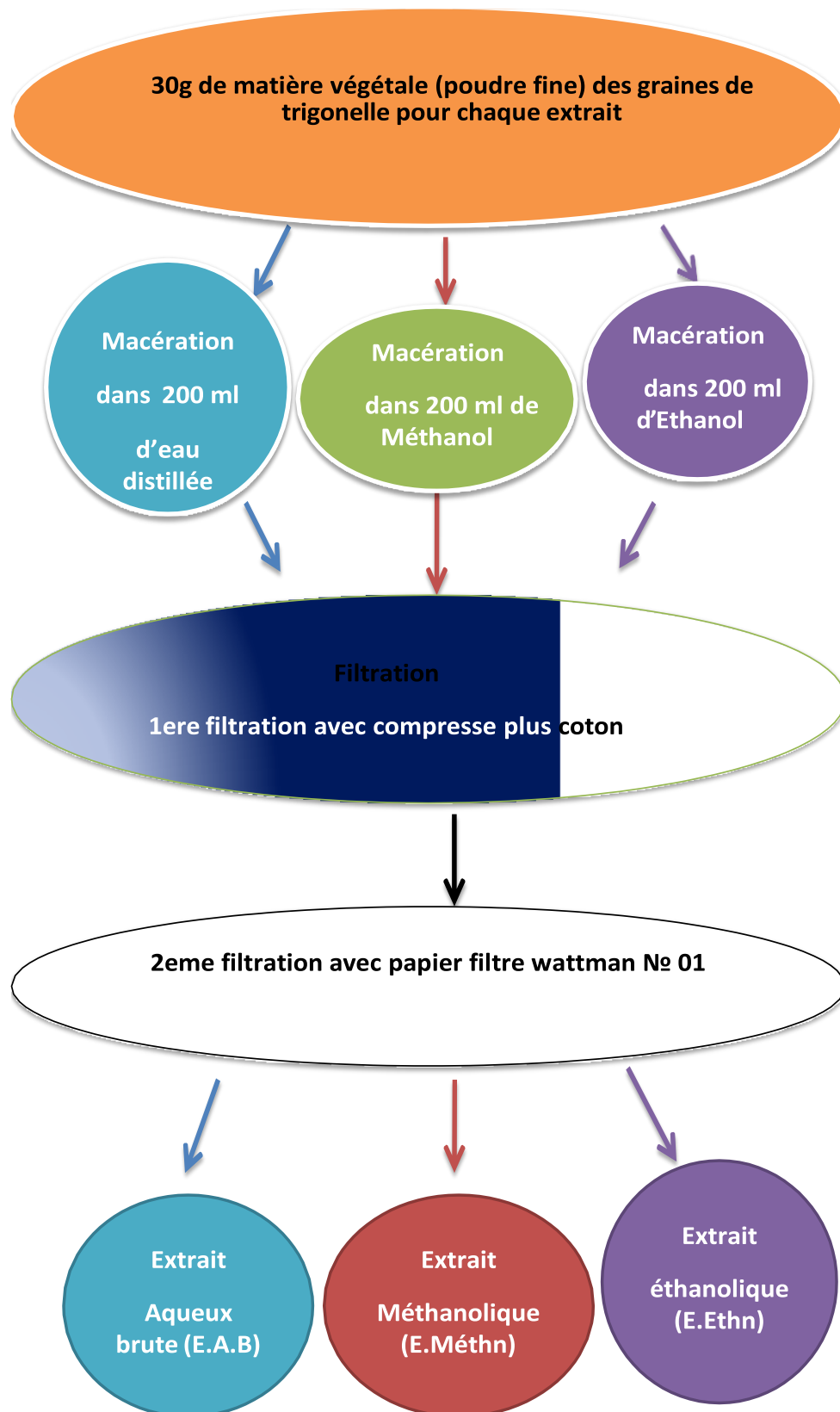


Figure 5 : Diagramme des différentes étapes de la préparation des divers extraits.



Figure 6 : Evaporateur rotatif Centre Universitaire Mila.

II.2.2.Méthodes d'analyse de la composition des graines de la trigonelle

II.2.2.1.Etude phytochimique

a. Définition du screening

Le screening phytochimique ou criblage est décrit comme l'ensemble des techniques qualitatives aidant à déterminer les divers groupes chimiques que contient un organe végétal. Ces techniques sont des réactions physicochimiques qui facilitent à mettre en évidence la présence et l'identification des substances chimiques. A cet effet, il faut signaler qu'il existe de nombreux groupes phytochimiques, dont les principaux sont les polyphénols totaux y compris les flavonoïdes, les anthocyanes, les tannins, les coumarines, les alcaloïdes, les saponosides, les stéroïdes, les stérols, les terpènes...etc. ²¹. Le screening phytochimique est réalisé tant sur les phases aqueuses qu'organiques par des réactions usuelles à l'aide des réactifs de caractérisation classiques ²⁰.

b. tests de caractérisation

Le screening phytochimique est considéré comme un moyen indispensable pour mettre en évidence la présence des groupes de familles chimiques d'une drogue donnée. Toutefois, il ne

renseigne point sur la nature des molécules chimiques, car les tests de caractérisation phytochimique présentent des imprécisions du fait qu'ils sont basés en partie sur l'analyse qualitative.

Cependant, il faut noter que le principe est basé sur la formation de complexes insolubles

✓ En utilisant les réactions de précipitation, soit sur la formation de complexes insolubles.

✓ En utilisant les réactions de précipitation, soit sur la formation de complexes colorés.

✓ En utilisant des réactions de coloration (conjugaison ou insaturation dans une molécule).

Une recherche phytochimique est effectuée parallèlement aux différents tests biologiques. La phytochimie des fruits de la plante entière traitée par trois solvants à savoir, le méthanol, l'éthanol et l'eau. Ainsi, les extraits sont préparés par macération de **5 g** de la poudre végétale dans **100ml** de solvant. Pour les fractions, les tests phytochimiques se font sur le résidu sec ou solubilisé dans de l'eau distillée.

VI.9.4. Phytochimie qualitative

Elle consiste en la mise en évidence des différentes familles de composés chimiques essentiellement les composés phénoliques par la réalisation de réactions chimiques caractéristiques.

VI.9.4.1. Test des tanins

On met dans un tube à essai 2 ml de l'extrait a testé à 5%, puis on ajoute goutte à goutte environ 1ml de solution de FeCl₃ à 2% (laisser reposer quelques minutes), en présence des tanins, il se développe une coloration bleu noirâtre et un précipité (après repos de quelques minutes). ¹²

VI.9.4.2. Les composés réducteurs

Leur détection consiste à traiter 5ml du l'extrait à 10% chauffé dans un bain marie, puis 1ml de réactif de Fehling est ajouté à l'extrait. Un test positif est obtenu par la présence d'un précipité rouge brique. ⁸

VI.9.4.3. Les flavonoïdes

Dans un tube à essai, on ajoute 5 ml d'extrait et quelques gouttes d'HCl concentré, puis une quantité de tournures de magnésium (laisser agir). Un dégagement de chaleur puis une coloration rose orange ou violacée apparaît. Ainsi, la présence des flavonoïdes est confirmée par l'apparition d'une couleur rouge, rose ou orange. ¹²

VI.9.4.4. Les alcaloïdes

Deux réactifs sont utilisés : réactif de Mayer et réactif de Wagner. Ce test se fait par ajout de quelques gouttes de chaque réactif, séparément, aux différents extraits étudiés. L'apparition d'un précipité confirme la présence des alcaloïdes ²².

- **Réactif de Mayer** 5 g de KI et 1,358 g de HgCl₂ solubilisés dans 100 ml d'eau distillée.

- **Réactif de Wagner** 2 g de KI et 1,27g d'I₂ solubilisé dans 100 ml d'eau distillée. ³

VI.9.4.5. Saponosides

- **Test 1** : verser dans un tube à essai, 5ml de l'extrait à tester avec 10 ml d'eau distillée. Le tube est bien agité pendant 2min puis laissé au repos durant 15 min. Une hauteur de mousse persistante, supérieure à 1 cm indiquait la présence de saponosides.

- **Test 2** : 5g de poudre sont mis dans 80 ml d'eau distillée puis, le mélange est introduit dans un bécher sur une plaque chauffante jusqu'à l'ébullition, après le filtrat est laissé refroidir, quelques ml du filtrat sont mis dans un tube à essai puis agiter. L'apparition d'une mousse qui dure quelques instants indique la présence des saponosides. ¹⁶

VI.9.4.6. Mucilages

1ml d'extrait aqueux est introduit dans un tube à essai, puis 5 ml d'alcool absolu sont ajoutés. L'obtention d'un précipité floconneux après agitation, indique la présence de mucilages. ²

VI.9.4.7. Les acides aminés

Ce test est basé sur la réaction des acides aminés avec la ninhydrine. A 1ml de la solution à tester (solubilisée dans l'eau distillée) ajouter 1ml de solution de ninhydrine préparée dans l'acétone (ou éthanol) dont la concentration est de 1%. Chauffer dans le bain marie et observer le changement de couleur. La présence des aminoacides est confirmée par l'apparition d'une couleur violette. **11**

VI.9.4.8. L'amidon

Le test effectué consiste à traiter 5 ml de l'extrait aqueux avec le réactif d'amidon. Un test positif est révélé par l'apparition d'une coloration bleue violacée.

Réactif d'amidon est 1,2 g d'I₂ et 2,5 g de KI solubilisés dans 250 ml d'eau distillée. **3**

VI.9.4.9. Les glucosides cardiotoniques

Ils sont recherchés par la réaction de Keller-Kiliani dont le mode opératoire consiste à mettre 1ml de chaque extrait dans un tube puis ajouter 5 ml d'acide acétique contenant des traces de FeCl₃ et 5ml d'acide sulfurique contenant des traces de FeCl₃. La présence des glucosides cardiotoniques est confirmée par la formation de deux phases, une colorée en brun rouge (acide acétique) et la deuxième en bleu-vert (acide sulfurique). **8**

VI.9.4.10. Les anthraquinones

Bouillir 1g de la plante pendant quelques minutes en présence de 10ml de KOH 0.5N et 1 ml d'H₂O₂ à 5%. Refroidir le mélange, filtrer puis acidifier le filtrat avec l'acide acétique. Extraire la solution acide obtenue avec 10ml de benzène. Agiter l'extrait benzénique en présence de 5ml de NH₄OH.

Une réaction positive est révélée par la formation d'une couleur rouge au niveau de la couche alcaline. **3**

VI.9.4.11. Test des coumarines

Faire bouillir à reflux 2 g de poudre dans 20 ml d'alcool éthylique on le fait bouillir pendant 15 mn puis filtrer après refroidissement. A 5 ml du filtrat rajouter 10 gouttes de la solution alcoolique de KOH à 10% et quelques gouttes d'HCl à 10 %.

VI.9.4.12. Les stérols et les tri-terpènes

Introduire dans un tube à essais 1g de poudre et 20ml d'éther. Boucher, agiter et laisser en contact pendant 24 heures. Après ce temps, filtrer et compléter à 20ml avec de l'éther.

La réaction de Liebermann-Buchard consiste à évaporer à sec dans une capsule 10ml d'extrait. Dissoudre le résidu dans 1ml d'anhydride acétique avec 1ml de chloroforme et recueillir la solution dans un tube à essais. Ajouter 1 à 2ml d'acide sulfurique concentré au fond du tube à essais à l'aide d'une pipette et ne pas agiter. La formation d'un anneau rouge-brunâtre ou violet à la zone de contact des deux liquides et la coloration verte ou violette de la couche surnageante révèlent la présence de stérols et de triterpènes.

VI.9.5. Phytochimie quantitative

VI.9.5.1. Humidité

Cette méthode analytique est basée sur le séchage complet du matériel végétal frais à une température de 80°C jusqu'à l'obtention d'un poids stable. L'humidité est le pourcentage en eau perdue après séchage par rapport à la matière fraîche.¹

a. Mode opératoire

Après l'emballage de 5g de chaque échantillon dans le papier d'aluminium pesé au paravent. Ces derniers sont placés dans l'étuve à 80°C jusqu'à séchage total. Cependant, les échantillons sont retirés et refroidis à température ambiante, puis pesés avec la même balance analytique.

b. Expression des résultats

La formule suivante exprime le taux d'humidité en (%):

$$H (\%) = [(M2-M3) / (M2-M1)] \times 100.$$

M1: La masse du papier aluminium vide en gramme.

M2: La masse du papier aluminium+ la prise d'essai avant le séchage.

M3: La masse du papier aluminium + la prise d'essai après le séchage.

H: Humidité.

VI.9.5.2. Pourcentage en matière sèche (MS%)

Il est exprimé selon la formule suivante :

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

VI.9.5.3. Détermination du rendement

Le rendement désigne la masse de l'extrait déterminé après l'évaporation du solvant. Il est exprimé, cependant, en pourcentage par rapport à la masse initiale de la plante soumise à l'extraction.

Les pourcentages en extraits ont été calculés par la formule suivante :

$$\text{rendement (\%)} = \frac{M}{M_0} \times 100$$

Où :

R= Rendement n %

M= masse en gramme de l'extrait sec résultant.

M₀= masse en gramme de matériel végétal à traité.

VII. Dosage des poly phénols totaux par colorimétrie (méthode de Folin-Ciocalteu)

Le dosage des polyphénols totaux par la méthode utilisant le réactif de Folin-Ciocalteu est décrit en **1965** par **Singleton et Rossi**. Depuis, son utilisation, il s'est largement répandu pour caractériser les extraits végétaux de diverses origines. Le réactif de Folin-Ciocalteu est un acide de couleur jaune constitué par un mélange d'acide phosphotungstique (H₃PW₁₂O₄₀) et d'acide phosphomolybdique (H₃PMo₁₂O₄₀). Il est réduit lors de l'oxydation des phénols, en un mélange d'oxydes bleus de tungstène et de molybdène. La coloration produite, dont l'absorption maximum à 765 nm est proportionnelle à la quantité de polyphénols présents dans les extraits végétaux.

Les polyphénols (PP) sont déterminés par spectrophotométrie, suivant le protocole appliqué en **2007** par **Li et ses collaborateurs**¹⁷. Ainsi, 200 µl d'extrait végétal dilué, est mélangé avec 1 ml de réactif de Folin-Ciocalteu (FCR) dilué 10 fois dans de l'eau distillée. Après 4 minutes, 800µl de carbonate de sodium (Na₂CO₃) de concentration (7.5%) ou 75g/l sont ajoutés. Après une incubation du mélange réactionnel, pendant 2 heures, à température

ambiante et à l'obscurité, l'absorbance est mesurée à 765 nm. La courbe d'étalonnage est effectuée par l'acide gallique à différentes concentrations (0-250µg/ml), dans les mêmes conditions et les mêmes étapes du dosage. Les résultats sont, ainsi, exprimés en mg' équivalent d'acide gallique par 100 g poids sec (mg EAG/100g). Toutes les mesures sont répétées 3 fois.¹⁵

VIII. Dosage des flavonoïdes totaux par la méthode de trichlorure d'aluminium

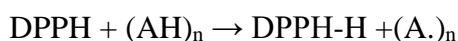
La détermination de la teneur en flavonoïdes des différents extraits de trigonelle est effectuée par la méthode de trichlorure d'aluminium (AlCl₃)^{18, 19}.

Brièvement, dans une fiole jaugée de 50ml une quantité de 100µl de chaque extrait préparé dans le méthanol pur est ajouté à 100µl d'AlCl₃ à 10% et 30ml de méthanol pur, ensuite le volume de la fiole est complété avec de l'eau distillée. L'ensemble est incubé à l'obscurité, à une température ambiante, pendant 30 minutes, ainsi la lecture se fait à 430nm. La quantification des flavonoïdes se fait en fonction d'une courbe d'étalonnage réalisée par un flavonoïde standard dite la quercétine. La teneur en flavonoïdes est exprimée en mg équivalent de quercétine par 100g d'extrait. Toutes les mesures sont répétées 3 fois.⁴

IX. Evaluation de l'activité anti-oxydante (Méthode de Di-Phényl-Picryl-Hydrazyl (DPPH))

Le diphényle picryl-hydrazyle (DPPH), un radical libre stable, violet en solution et présent à une absorbance caractéristique de 517 nm. Cette couleur disparaît rapidement lorsque le DPPH est réduit en diphényle picryl-hydrazine par un composé à propriété anti-radicalaire, entraînant, ainsi, une décoloration (l'intensité de la coloration est inversement proportionnelle à la capacité des antioxydants présents dans le milieu donneur des protons)². On peut

résumer la réaction sous la forme d'équation :



Où (AH)_n représente un composé capable de céder un hydrogène au radical DPPH (violet) pour le transformer en Diphényle picryl hydrazine (jaune). Ce qui permet de suivre la cinétique de décoloration à 517 nm.^{6,7}

Un volume de 1 ml de chaque extrait (avec dilution convenable) est incubé (30 mn) avec 5 ml d'une solution méthanolique de DPPH (33 mg/l). Les absorbances à 517 nm sont enregistrées. Les résultats obtenus pour chaque extrait testé, sont comparés à ceux obtenus pour l'Acide Ascorbique pris comme un antioxydant standard. L'activité anti-radicalaire est estimée selon l'équation suivante ¹.

$$\text{Activité anti radicalaire (\%)} = [(\text{Abs contrôle} - \text{Abs échantillon}) / \text{Abs contrôle}] \times 100$$

La concentration effective à 50%, EC50 = IC50/mg de DPPH/ml.

X. Activité antibactérienne

X.1. Les souches bactériennes utilisées

L'activité antibactérienne des trois (03) extraits de la trigonelle (*Trigonella foenum-graecum* L) est testée sur des souches référenciées appartenant à l'American Type Culture Collection (ATCC).

Tableau 2 : Souches bactériennes utilisées comme tests pour l'activité antimicrobienne.

Les bactéries testées			Gram
<i>Escherichia coli</i>	ATTC	25922	Négatif
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	ATTC	27853	Négatif
<i>Staphylococcus aureus</i>	ATCC	6538	Positif
<i>Bacillus cereus</i>	ATCC	14579	Positif

X.2. Les milieux de culture

Lors de cette expérimentation, divers milieux de culture sont utilisés pour réaliser l'activité antibactérienne.

Tableau 3 : Caractéristiques des milieux de culture utilisés

Milieu de culture	Buts d'utilisation
Gélose Muller Hinton (MH)	Etude de la sensibilité des bactéries aux agents antimicrobiens
Gélose nutritive (GN)	Repiquage des colonies
Bouillon Nutritif (BN)	Réactivation ou revivification et enrichissement des souches bactériennes

X.3. Revivification microbiologique des souches bactériennes

Il faut, surtout, savoir que pour pouvoir réussir à tester des souches bactériennes, il s'avère nécessaire et indispensable de les revivifier dans un bouillon nutritif. A cet effet, un repiquage dans des tubes contenant du bouillon nutritif à partir des milieux de conservation des souches est indispensable, avant qu'elles ne soient incubées par la suite dans une étuve à 37°C pendant 24h.

X.4. Vérification de la pureté des souches bactériennes

Il faut signaler, tout d'abord que le repiquage des souches bactériennes à tester, se fait à partir des cultures du bouillon nutritif sur un milieu de gélose nutritive (GN), suivi d'une incubation dans une étuve à 37°C pendant 24h.

X.5. Etude de l'activité antibactérienne des extraits de la trigonelle

X.5.1. Pré-enrichissement des souches bactériennes

Notons, qu'un pré-enrichissement à partir du BN à souches revivifiées, est effectué sur un milieu de gélose nutritive d'isolement pour chacune des souches à tester. Ainsi, pour avoir des colonies bien isolées pour servir à la standardisation de l'inoculum, il est utile et nécessaire, que l'ensemencement soit réalisé par la méthode des quadrants, pour ensuite incuber les boîtes de Pétri à 37°C entre 18h et 24h. Cependant, 24h reste une préférence pour avoir des colonies jeunes et en phase de croissance exponentielle.

X.5.2. Préparation des suspensions bactériennes

Une suspension bactérienne de densité équivalente au standard **0,5 de Mc Farland** (10^8 UFC.mL⁻¹) est préparée à partir d'une culture pure et jeune dont l'âge ne dépasse pas 18h.

Pour cela, il est nécessaire qu'à

- Avec une anse de platine, de racler quelques colonies bien isolées et parfaitement identiques à partir des boîtes de Pétriensemencées précédemment ;

- Déposer les colonies dans un volume d'eau physiologique stérile à 0,9% de chlorure de sodium (NaCl);

- Bien homogénéiser la suspension bactérienne;

- Réaliser une standardisation de la suspension à l'aide d'un spectrophotomètre réglé sur longueur d'onde de 625nm et la densité optique est ajustée à 0,08 – 0,10.

- Cette densité mesurée à 625nm est équivalente à 108 UFC/ml ²⁶.

- L'ajustement de l'inoculum bactérien se fait en fonction de la charge, soit par ajout de la culture si la DO est faible ou de l'eau physiologique stérile s'il est trop chargé.

- L'ensemencement doit se faire en moins de 15 min après la préparation de l'inoculum.

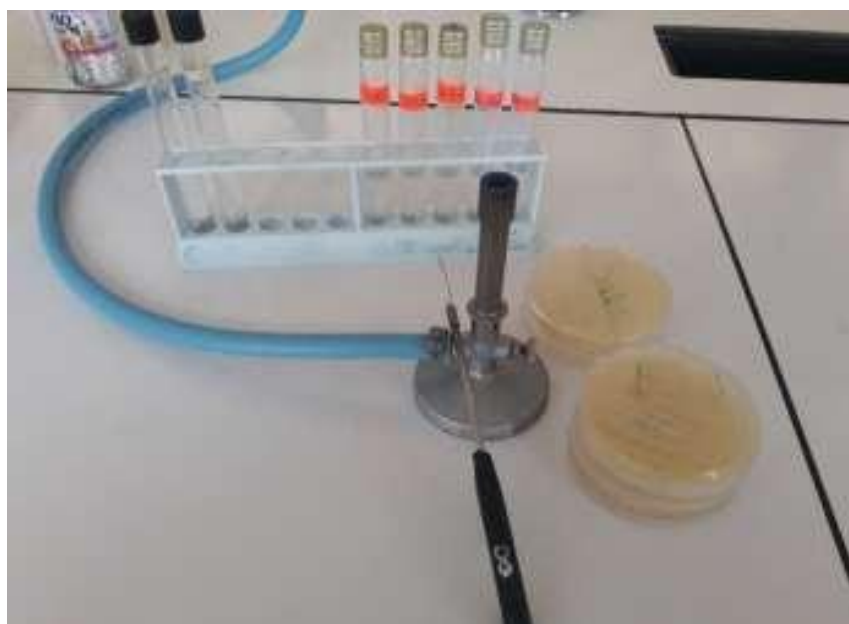


Figure 7 : Préparation des suspensions bactériennes

X.5.2.1. Protocole de l'activité antibactérienne

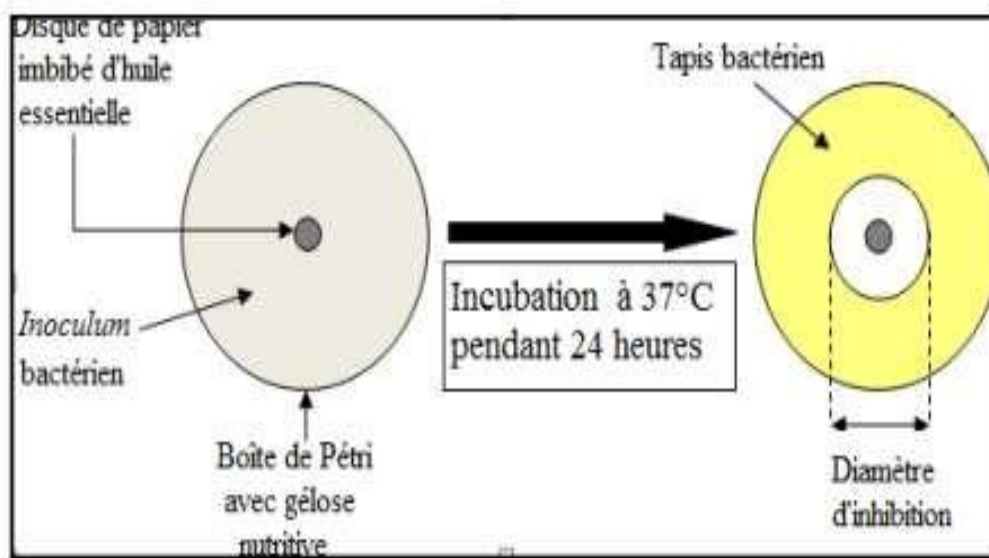


Figure 8 : Principe de la méthode de diffusion par disques ²⁷.

L'étude est réalisée par la méthode de diffusion sur gélose, conçue initialement pour les antibiotiques, par des disques imprégnés d'extraits (Figure 8), appelée aromatoگرامme ou encore méthode de disques ²¹.

Cette méthode est reconnue comme fiable et reproductible, en plus, elle constitue, surtout, une étape préliminaire à des études plus approfondies, car elle facilite d'accéder à des résultats essentiellement qualitatifs. Elle conduit, aussi, à la mise en évidence de l'effet antimicrobien des extraits et de déduire la résistance et la sensibilité des souches microbiennes

Le protocole suivi, cependant, est celui décrit par ²⁶, soit :

- Des géloses de Mueller Hinton (MH) coulées dans des boites de Pétri sont ensemencées uniformément à l'aide d'une micropipette de 100 μ l de chaque suspension bactérienne standardisée, et étalée à l'aide d'un râteau de pipette Pasteur.
- Des disques de papier Whatman stériles de 6 mm de diamètre, imprégnés avec 5 μ l d'une préparation d'extrait additionnée de DMSO à raison de 5% (v/v) sont laissées sécher pendant quelques minutes (pas trop longtemps pour éviter l'évaporation de l'extrait).

-Pour chaque souche bactérienne testée, ces disques sont déposés au milieu des boîtes de Pétri contenant les gélosesensemencées.

-D'autres disques chargés de 5 μ l de DMSO sont déposés dans des boîtes de gélose MH préalablementensemencées de chaque souche bactérienne testée, pour servir de témoins négatifs.

-Les témoins positifs sont réalisés par dépôt de disques d'antibiotiques dans des boîtesensemencées avec les suspensions bactériennes standardisées. Le test est répété deux fois (figure 9).



Figure 9 : Disposition des disques imprégnés

-L'incubation des boîtes à 37°C pendant 24h dans l'étuve.



Figure 10 : Incubation des souches.

La lecture des résultats est effectuée 24 heures après l'incubation par la mesure des diamètres des zones d'inhibition. Ainsi, tout ceci se réalise en mesurant en (mm), la moyenne des deux

diamètres perpendiculaires passant par le milieu du disque, qui sont déterminés comme un halo translucide autour du disque à l'aide d'une règle.

Cependant, suivant le diamètre de la zone d'inhibition exprimé en (mm) autour de chaque disque, la lecture des résultats est faite comme suit **20**

- Résistante (-): diamètre ≤ 8 mm.
- Modérément sensible (+): diamètre compris entre 8 et 14mm.
- Sensible (++) : diamètre compris entre 14 et 20mm.
- Extrêmement sensible (+++): diamètre > 20 mm.

Résultats et discussion

XI. Caractérisation phytochimique des graines du fenugrec

XI.1. Tests qualitatifs

Le screening phytochimique nous a permis de mettre en évidence la présence de métabolites secondaires au niveau des échantillons de la poudre des graines du fenugrec. La détection de ces composés chimiques est basée sur des essais de solubilités des constituants, des réactions de précipitation et de turbidité, et un changement de couleur spécifique. A cet effet, différentes méthodes spécifiques, sont utilisées, pour identifier ces divers groupes chimiques (composés bioactifs présents dans les graines de la trigonelle pouvant avoir diverses activités biologiques) dans les extraits méthanolique, éthanolique et aqueux brut.

Tableau 4 : Profil phytochimique des graines du fenugrec.

Composé recherché	Réactifs utilisés	Tests réalisés sur les extraits des graines de la <i>Trigonella foenum-graecum</i>		
		EAB	E. Ethanolique	E .méthanolique
Alcaloïdes	Wagner	+++	++	+++
Tanins	FeCl ₃	+++	+++	++
Flavonoïdes	Mg ⁺⁺	++	++	+++
Acide aminé	Ninhydrine	++	++	++
Amidon	Réactif d'amidon	+++	++	+++
Les composés réducteurs	Liqueur de Fehling	-	/	/
Mucilage	Alcool absolu	+	+	+
Les stérols et les terpènes	Réaction Liebermann Buchard	+	+	+
Glucosides cardiotoniques	Réaction de Keller-kiliani	/	/	/
Coumarines	KOH HCl	+++	+	+++
Saponoside	Acide sulfurique	++	+	++
Anthraquinone	NH ₄ OH à (10%)	++	++	+++

Légendes

- ✓ (+++) = Très Riche (Réactions positives).
- ✓ (++) = Riche (Réactions modérément positives).
- ✓ (+) = Trace (Réactions faiblement positives).
- ✓ (-) = Absence (Réactions négatives).
- ✓ (/) = Réactions non effectuées.

Il ressort du tableau 04 que les extraits des graines de la trigonelle sont très riches en alcaloïdes, coumarines et amidon, tanins, flavonoïdes et anthraquinones, respectivement dans l'EAB, E. Méthanolique, l'EAB, E. éthanolique et enfin l'E. Méthanolique. Alors que les saponosides et les coumarines sont à l'état de trace dans l'E. Ethanolique, par contre Les stérols et les terpènes, ainsi que le Mucilage ont donné des réactions faiblement positives ou se trouvent à l'état de traces. Cependant, les composés réducteurs se sont avérés des réactions négatives donc ils sont totalement absents de ces graines et leurs tests et ceux des Glucosides cardiotoniques ne sont pas effectués.

Ainsi, donc l'observation attentive des résultats, nous a permis de remarquer la variabilité de la composition des différents extraits des graines du fenugrec.

XI.2. Tests quantitatifs

XI.2.1. Le taux d'humidité et de la matière sèche

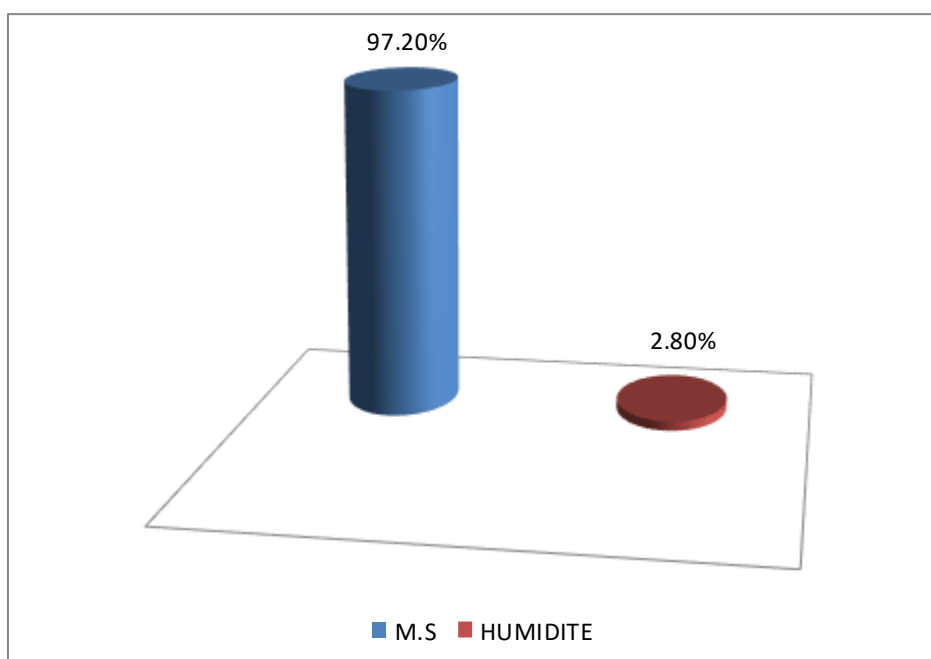


Figure 11 : Pourcentages de matière sèche et humidité des graines du fenugrec.

L'appréciation de la teneur en matière sèche repose sur la détermination du taux d'humidité contenue dans l'échantillon à analyser. Cette humidité reste un indice très important car elle donne une idée sur la qualité de l'échantillon, accélère la germination et favorise le développement des microorganismes lors du stockage.

L'analyse du taux d'humidité du *Trigonella foenum-graecum* a révélé une faible proportion estimée à 2.8 % à partir de laquelle nous avons déterminé le pourcentage en matière sèche (MS) qui est de 97,2%. La trigonelle est, donc, une plante qui contient une faible teneur en eau.

Le stockage des plantes médicinales ou leurs extraits avec une teneur élevée en eau cause sa pourriture ainsi que l'oxydation de ces molécules bioactives donc le séchage des plantes avant leur extraction est de première nécessité. A cet effet, la connaissance de telles informations permet de sécher les plantes médicinales dans des conditions qui assurent leur conservation à long terme tout en gardant leurs huiles essentielles et leurs molécules bioactives, leurs couleurs, leurs odeurs et par suite leurs qualités nutritionnelles 5.

XI.2.2. Le rendement

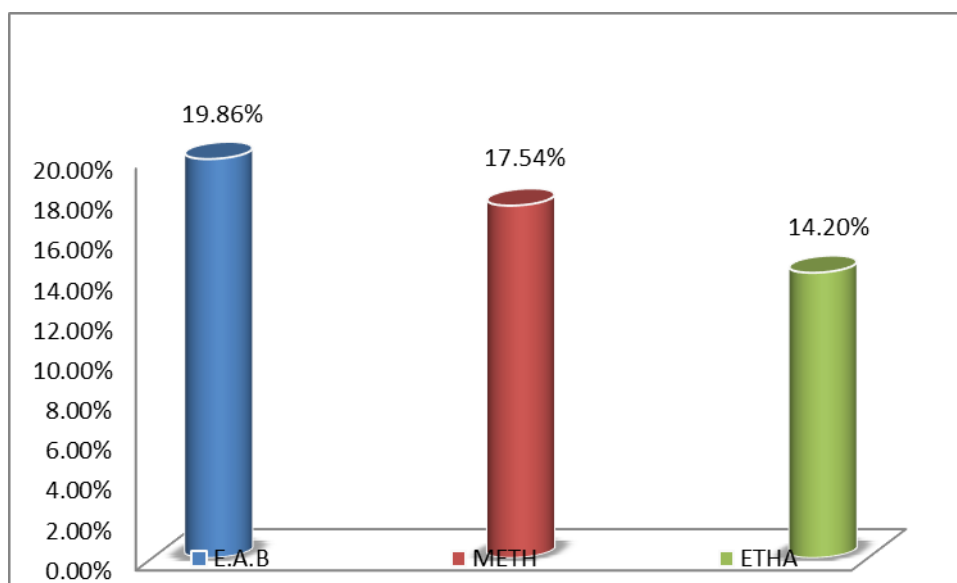


Figure 12 : Rendement des trois extraits.

Il ressort de cet histogramme, que les variations des rendements d'extraction sont observées pour chaque extrait peuvent être dues à la variabilité du solvant et/ou à la partie végétale utilisée. L'historgramme représente les résultats des rendements des différents extraits des graines de fenugrec, dont les résultats montrent, clairement, que les rendements obtenus avec l'EAB sont plus importants que ceux des E.Methn et l'E Ethan. Cependant, plusieurs auteurs ont prouvé que le rendement d'extraction des composés phénoliques varie considérablement avec la polarité du solvant utilisé ^{13, 9}. Ces variations peuvent, également, être attribuées à la différence d'affinité des composés phénoliques vis-à-vis du solvant d'extraction, à leur degré de polymérisation ou à leur engagement dans d'autres structures moléculaires formant, ainsi des complexes insolubles ³. En outre, les rendements élevés obtenus avec l'EAB peuvent être dus à la solubilité de la plupart des composés dans ce dernier ¹⁰.

XII. Dosage des polyphénols totaux par la méthode de trichlorure d'Aluminium

Tableau 5 : Absorbance des différentes concentrations en acide gallique.

Absorbance	E.A.B	E.Méthanolique	E.Ethanolique
Première	0,037	0,016	0,007
Deuxième	0,043	0,017	0,023
Moyenne	0,04	0,0165	0,015
Moyenne	0.04 ± 0.003	0.0165 ± 0.0005	0.015 ± 0.008

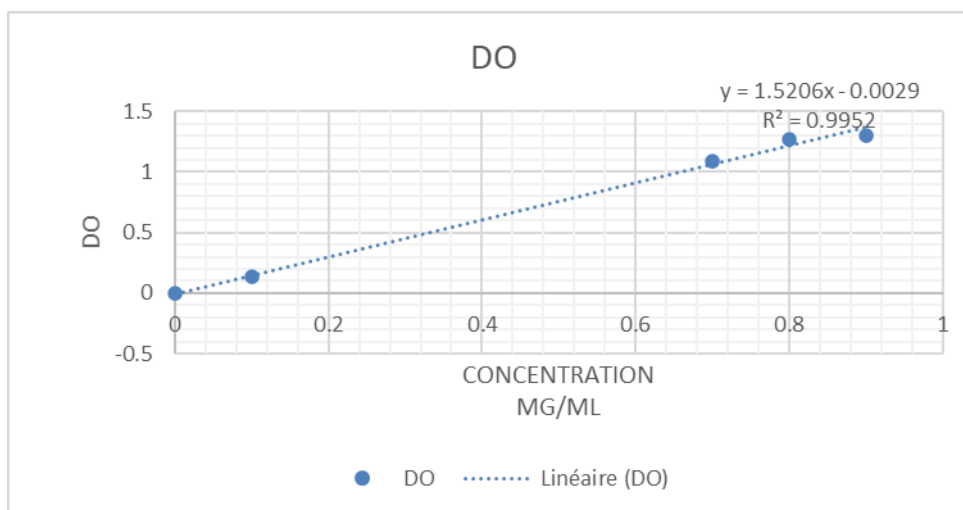


Figure 13 : Courbe d'étalonnage de l'acide gallique

Tableau 6 : Résultats du dosage des polyphénols de la trigonelle

Absorbance	E.A.B	E.Méthanolique	E.Ethanolique
Première	0.037	0.016	0.007
Deuxième	0.043	0.017	0.023
Moyenne	0.040 ± 0.003	0.0165 ± 0.0005	0.015 ± 0.008

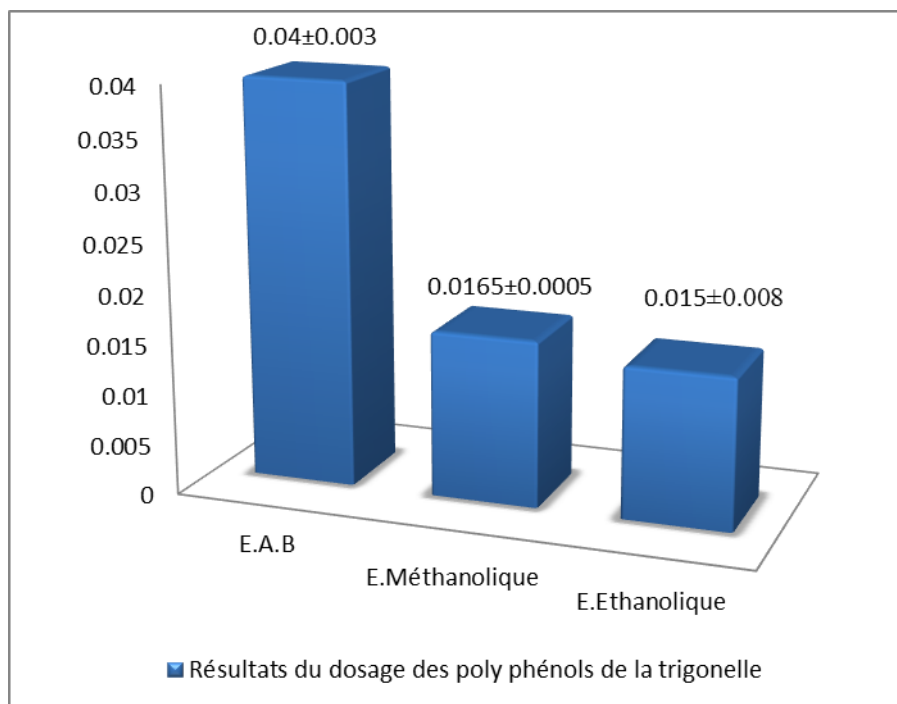


Figure 14 : Résultats des dosages des polyphénols en Meq d'AG / g de poudre de la trigonelle

Le méthanol, l'éthanol et l'eau sont utilisés séparément, généralement, pour extraire les composés phénoliques à partir de la poudre des graines de la trigonelle ou fenugrec

D'après les résultats obtenus, on constate que tous les solvants ont la capacité d'extraire les composés phénoliques totaux.

Les taux d'extraction en polyphénols totaux les plus élevés sont enregistrés par l'eau suivie par les extraits méthanoïques avec des teneurs de 0.040 mg EAG /g de poudre avec un écart type de ± 0.003 et 0.0165 mg EAG /g de poudre avec un écart type de ± 0.0005 respectivement, alors que l'extraction par éthanol a donné un taux proche du méthanol soit 0.015 mg EAG/g de poudre avec un écart type de ± 0.008 mais qui reste important du point de vue activité. En effet, différents solvants ont la capacité d'extraire divers constituants, selon, leur solubilité et leur polarité ⁶

Enfin, d'après les résultats obtenus, il ressort que l'eau reste le solvant le plus approprié pour cette extraction.

XIII. Dosage des flavonoïdes totaux par la méthode de trichlorure d'aluminium

Tableau 7 : absorbances des différentes concentrations en quercétine

Absorbance	E.A.B	E.Méthanolique	E.Ethanolique
Première	0,537	0,612	0,086
Deuxième	0,475	0,565	0,117
Moyenne	1,011	1,176	0,203
Moyenne	1.011 ± 0.031	1.176 ± 0.0235	0.203 ± 0.0155

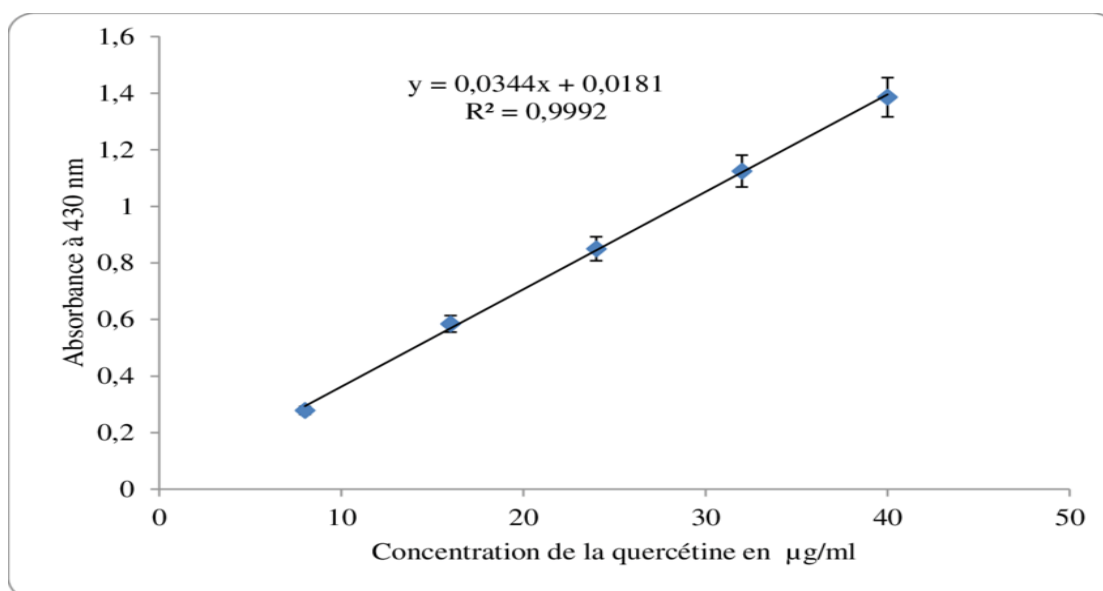


Figure 15 : Courbe d'étalonnage de la quercétine.

Tableau 8 : Résultats du dosage des flavonoïdes de la trigonelle

Absorbance	E.A.B	E.Méthanolique	E.Ethanolique
Première	0,537	0,612	0,086
Deuxième	0,475	0,565	0,117
Moyenne	1,011	1,176	0,203
Moyenne	1.011 ± 0.031	1.176 ± 0.0235	0.203 ± 0.0155

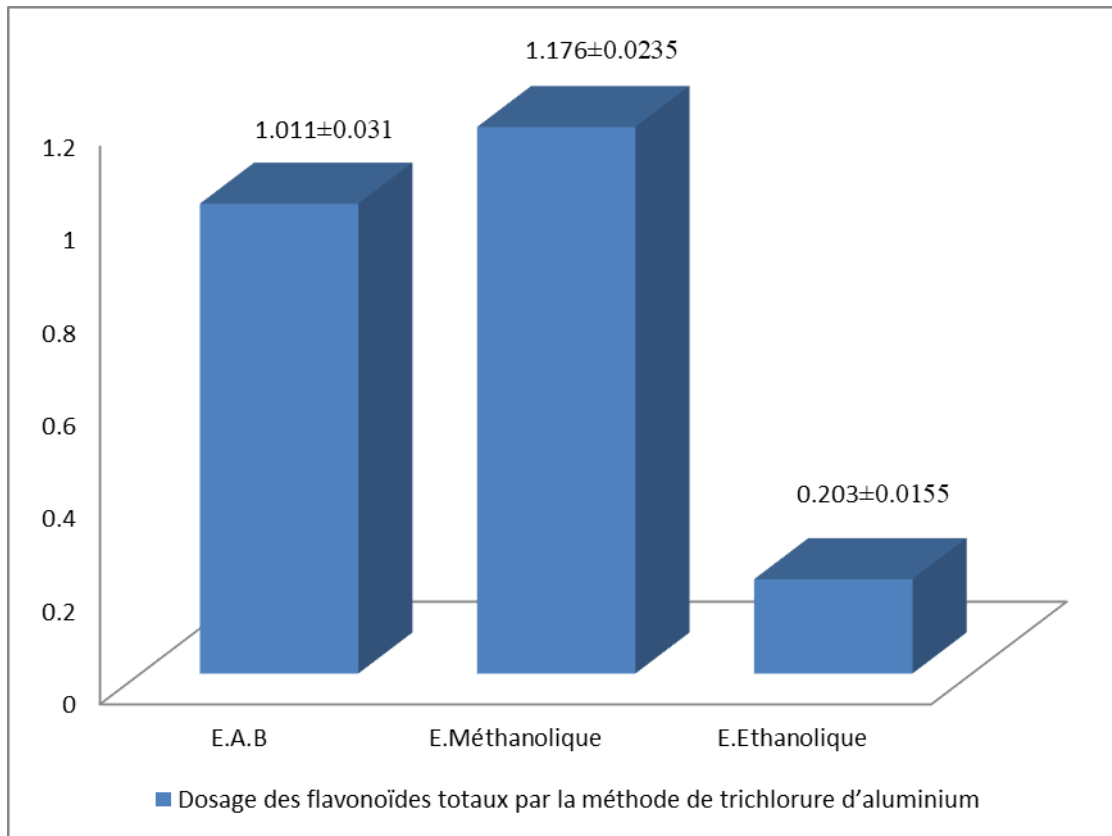


Figure 16 : Résultats du dosage des flavonoïdes en mg EQ/g de poudre de la trigonelle.

XIV. Activité antioxydante

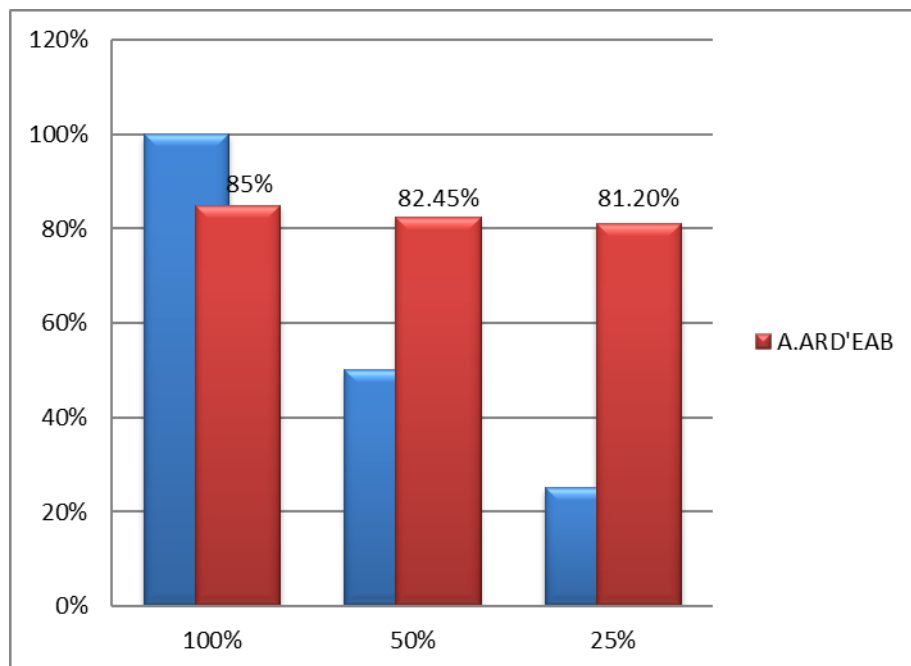


Figure 17 : Activité anti oxydante d'E.A.B

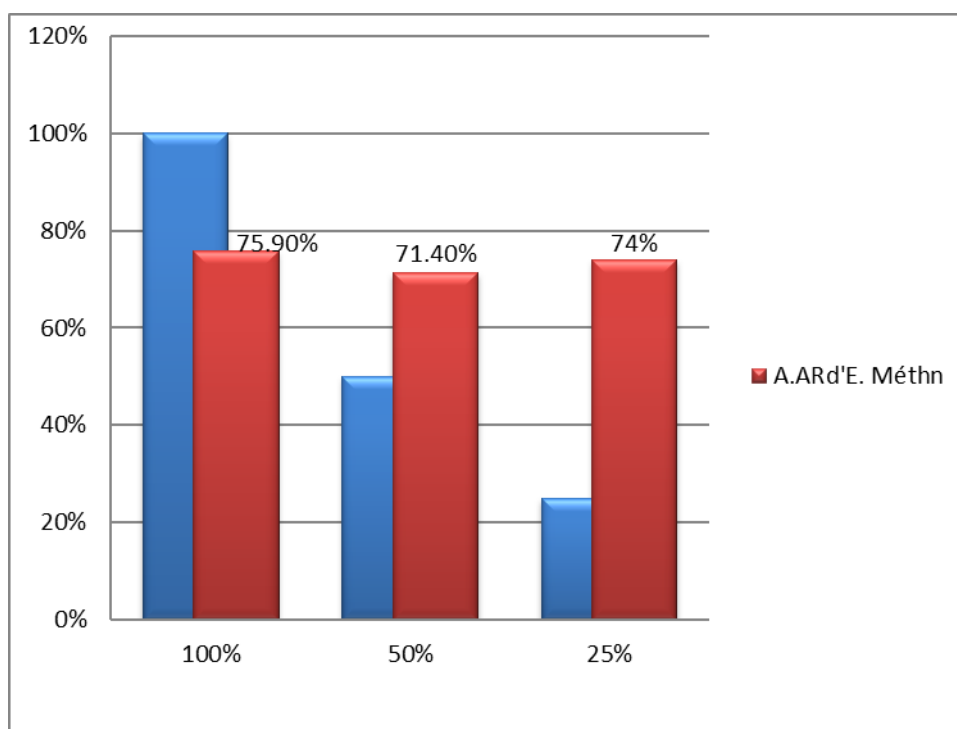


Figure 18 : Activité anti oxydante d'E.Méthn

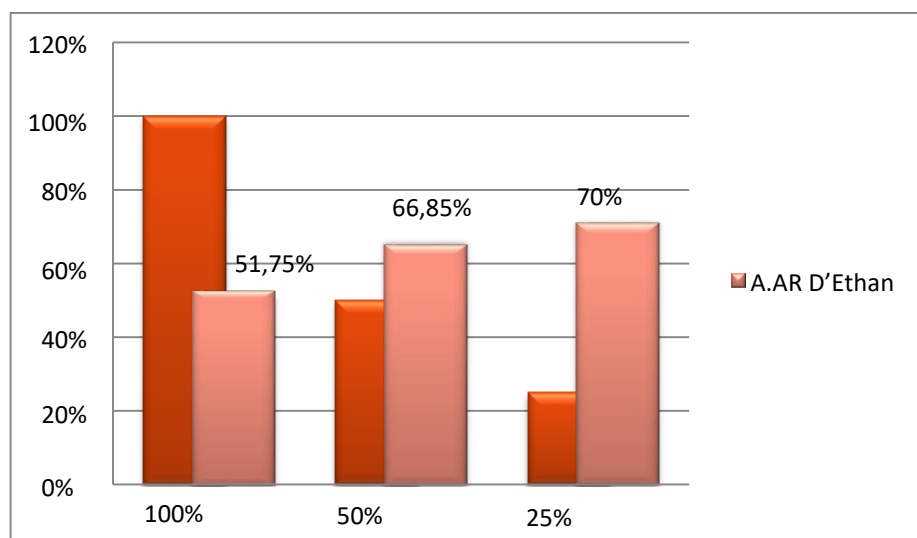


Figure 19 : Activité antioxydante de l'E.Ethanolique.

D'après les résultats obtenus, la capacité d'inhibition du radical DPPH+ par les extraits de la poudre étudiée, est de 85%, 82.45 %, et 81.2 % pour l'EAB, par contre elle est de 75.90 %, 74%, et 71% pour l'E. Methn et enfin 51,75 %, 66.85 %, 70% pour l'E.Ethn à partir d'une solution mère de 100% des différents extraits d'où des dilutions de 50 % et 25% sont réalisées.

Les résultats de l'étude statistique obtenus indiquent l'existence d'une bonne inhibition du radical DPPH+ pour les trois extraits, cependant, le meilleur reste l'E.A.B suivi par l'E.METH alors que l'E Ethn possède la capacité d'inhibition du radical DPPH la moins fiable.

Ces résultats peuvent être expliqués, par le fait que les structures chimiques des composés riches en flavonoïdes et polyphénols sont caractérisées par des effets antioxydants puissants.

Ainsi, on remarque que l'activité anti-oxydante des extraits phénoliques varie en fonction du solvant et de la dilution.

XV. L'activité antibactérienne des extraits

Pour l'évaluation de l'activité antibactérienne des extraits vis-à-vis des souches testées, nous avons utilisé la méthode des disques. Après 24 heures d'incubation, les diamètres des zones d'inhibitions obtenus avec les différents extraits sont regroupés dans le tableau **09**.

Ils ont classé le diamètre des zones d'inhibition (D) de la croissance microbienne comme suit :

- Non sensible (-) : $D \leq 8$ mm
- Sensible (+) : $9 \leq D \leq 14$ mm
- Très sensible (+ +) : $14 \leq D \leq 20$ mm
- Extrêmement sensible (+++) : $20 < D$ mm

Les résultats obtenus montrent que l'AB et l'E.Methn de trigonelle ont une activité antibactérienne bien marquée par rapport à celui de l'E.Ethn. Cette dernière est due, probablement, à leur richesse en polyphénols et leur diversité structurale ⁴. D'après ces résultats, la souche la plus sensible est *Staphylococcus aureus* G+ et *Bacillus cereus* G+ presque pour tous les extraits. Il est à signaler, qu'elles sont plus sensibles à EAB et l'extrait méthanolique qu'à l'extrait éthanolique, alors que les souches *E.coli* G-, *Pseudomonas aeruginosa* G-, sont les plus résistantes. Ces résultats sont en concordance avec ceux signalés en littérature, selon lesquelles les bactéries à Gram+ montrent la plus grande sensibilité par rapport aux bactéries à Gram- **1, 2, 8, 12**.

L'ensemble des résultats montrent qu'il y a toujours une relation entre la teneur en polyphénols totaux des extraits et leurs activités antibactériennes. En effet, l'extrait aqueux brut du fenugrec, par exemple, présente la teneur la plus élevée en composés phénoliques suivi par l'E.Ethn qui a montré une activité importante.

Alors que l'extrait Ethanolique de la trigonelle présente une teneur en PPT plus faible et donc, avec une faible activité.

Les substances bioactives (polyphénols) se manifestent par un effet inhibiteur, du fait qu'ils n'agissent pas sur la paroi bactérienne par contre ils interviennent probablement sur un mécanisme interne. Il se peut, cependant, que les protéines, ADN et ARN soient synthétisés par les polyphénols du fenugrec. Ils sont, aussi, caractérisés par une capacité importante pour éliminer un nombre considérable de toxines, en plus des facteurs de virulence microbiens telles que l'inhibition de la formation de bio films, en plus de réduire l'adhésion aux ligands hôtes et d'éliminer les toxines bactériennes, de plus ils sont capables de former une synergie avec certains antibiotiques.

XVI. Résultats de l'activité anti bactérienne

En tant que bienfait supplémentaire de cette plante médicinale, les extraits aqueux ¹², méthanolique ¹³ et d'éthanol des graines de fenugrec présentent une activité antibactérienne. Les poly phénols ont une activité antibactérienne importante, probablement en raison de leur diversité structurale. ⁶. Ces composés ont un rôle inhibiteur, sachant qu'ils n'agissent pas sur la paroi bactérienne, mais agissent plutôt sur un mécanisme interne. Les poly phénols synthétisent probablement les protéines, ADN et ARN. ¹⁶. Ils ont également la capacité de supprimer un certain nombre de facteurs de virulence microbiens telles que l'inhibition de la formation de bio films, en plus de réduire l'adhésion aux ligands hôtes et d'éliminer les toxines bactériennes, de plus ils sont capables de former une synergie avec certains antibiotiques.

Il existe plusieurs recherches menées sur le pouvoir antimicrobien des substances bioactives extraites des plantes, surtout, médicinales.

Il faut signaler que lors de cette étude menée sur les extraits de la trigonelle, il est testé l'action des extraits de cette espèce végétale vis-à-vis de quelques souches bactériennes. Cependant, l'échelle d'estimation de l'activité antimicrobienne est donnée par **Ponce et al (2003)**.

Tableau 9 : Résultats de l'activité antibactérienne et degrés de sensibilités des souches testés vis-à-vis des extraits obtenus

Souches bactériennes	E.A.B.	E.Methanolique	E.Ethanolique
Résultats obtenus des diverses testées par les différents extraits			
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 27853	Résistante diamètre≤8mm 8mm	Résistante diamètre≤8mm 7.5mm	Résistante diamètre≤8mm 7mm
<i>Staphylococcus Aureus</i> ATCC 6538	Modérément sensible 9.5 mm	Modérément sensible 11mm	Résultat négatif
<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	Résistante diamètre≤8mm 6.5mm	Résistante diamètre≤8mm 7mm	Résistante diamètre≤8mm 6.8mm
<i>Bacillus cereus</i> ATCC 14579	Résistante diamètre≤8mm 7mm	Modérément sensible 10mm	Résultat négatif

Les propriétés antibactériennes des extraits de plantes dépendent de leur composition chimique du fait que les résultats obtenus au cours de cette étude montrent que les extraits aqueux, méthanoïques et éthanolique du fenugrec L., ont exercé un effet inhibiteur sur la croissance de toutes les souches testées avec des proportions différentes dont les diamètres des zones d'inhibition sont compris entre 6.5 et 11 mm Cependant, il faut noter que l'extrait

éthanolique n'a enregistré aucune réponse avec les souches *Bacillus cereus* et *Staphylococcus aureus*.

D'après le tableau 09, la souche *Pseudomonas aeruginosa* paraît résistante, donc les trois extraits n'ont aucun effet d'inhibition sur cette souche. Alors que *Staphylococcus aureus* est modérément sensible pour deux extraits car les diamètres enregistrés sont de 9.5mm et 11mm pour E.A.B. et l'E. Méthanolique. Cependant, *E.Coli*, d'après les résultats est résistante du fait que les diamètres enregistrés sont de 6.5mm, 7mm et 6.8 mm pour respectivement les extraits aqueux, méthanolique et éthanolique. Tandis que *Bacillus cereus* est résistant pour l'aqueux et modérément sensible pour le méthanolique mais négatif pour l'éthanolique.

Les résultats obtenus confirment l'efficacité des extraits méthanolique et aqueux du fenugrec et leur pouvoir antibactérien.

Alors que, les extraits éthanolique se sont montrés négatifs sur les souches testées *Staphylococcus aureus* et *Bacillus cereus*. Ainsi, on peut dire que les substances hydrosolubles ont un effet plus faible par rapport à celles non hydrosolubles, il s'agit probablement, dans ce cas, de la capacité des molécules liposolubles de s'insérer dans les membranes des cellules bactériennes et les endommager. A cet effet, ce phénomène peut être expliqué par l'absence de l'effet antibactérien dans les tests des extraits éthanolique ³⁰.

Cette divergence, entre les différents résultats, peut s'expliquer par divers facteurs, tels que le climat, le sol...etc, qui peuvent être à l'origine de la variation de la composition chimique des plantes. Ainsi, plusieurs recherches ont mis en évidence que les plantes réagissent à l'environnement ambiant, de ce fait on assiste à une évolution de la composition chimique de leurs métabolites au cours de leur vie ³². Cependant, la maturité ou le statut phénologique de la plante au moment de la récolte sont difficiles à vérifier et à contrôler. Notons enfin, que l'activité antibactérienne reste tout le temps en relation avec la composition de la plante, en substances bioactives, qui varie en fonction de la zone géographique, de la cueillette. La maturité ou le statut phénologique de la plante au moment de la récolte sont difficiles à vérifier et à contrôler ²⁸.

Selon **Rios et Recio, (2005)**, l'activité antibactérienne est en relation avec la composition de la plante en métabolites bioactives qui varie en fonction la zone géographique de la cueillette, de la nature du solvant utilisé et de la méthode d'extraction.

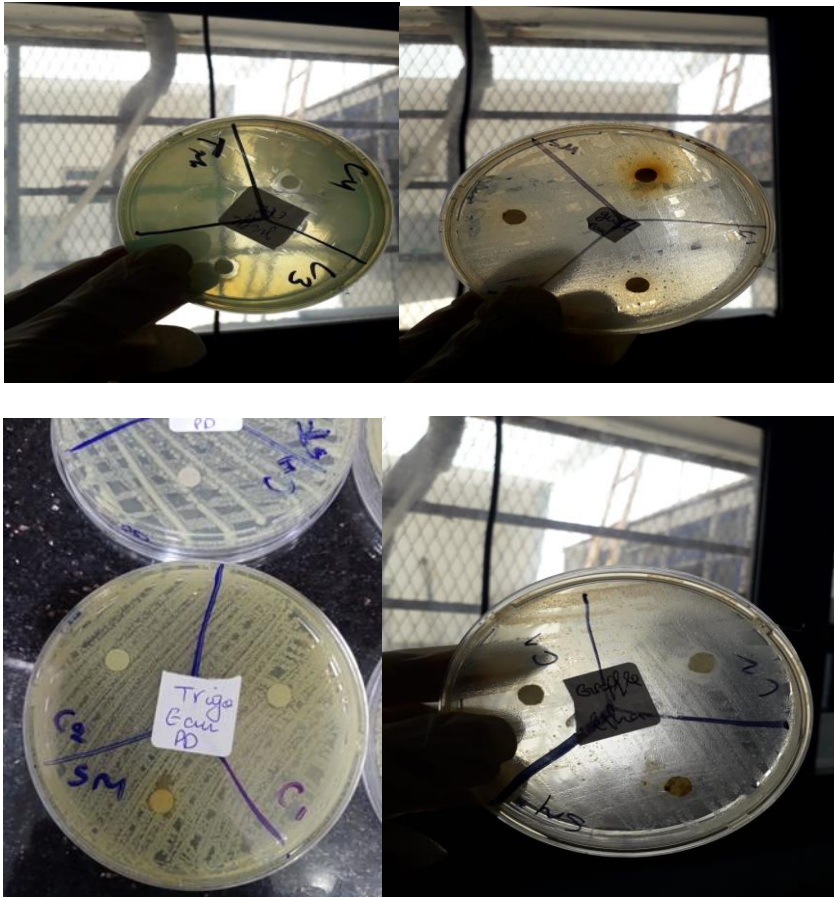


Figure 20 : activité antimicrobienne des quatre souches testées

References bibliographiques

- 1.** Prakash D., Upadhyay G., Brahma N., Singh, H.B (2007): Antioxidant and free radical scavenging activities of seeds and agri-wastes of some varieties of soybean (*Glycine max*). *Food Chemistry*. Volume 104: Pp 783-790.
- 2.** Sanchez-Moreno C.; (2002): Methods used to evaluate the free radical scavenging activity in foods and biological systems. *International Journal of Food Science and Technology*. Volume 8: 121-137.
- 3.** AFNOR., 1990. Recueil de normes françaises. Méthodes d'analyses françaises et communautaires. Aliments des animaux. Dosage de la teneur en eau. Paris.
- 4.** Aworet Samseny R-R., 2003. Contribution à l'étude phytochimique d'une plante traditionnellement utilisée comme poison d'épreuve au Gabon: le *Strychnos Icaja* Baillon (Mbundu), Loganiacée. Thèse, Université de Bamako, Faculté de Médecine, de Pharmacie Et d'Odonto -Stomatologie, Mali. Available P.17.
- 5.** Cacace J.E. ; et Mazza G. (2002) : Extraction à l'eau sulfurée des anthocyanines et d'autres composés phénoliques du cassis. Institut national de Technologie agricole. Canada pp1
- 6.** Cowan M. (2009): Plant Products as Antimicrobial Agents. *Clinical. Microbioly. Review.*; 12: 564-58
- 7.** Dlimam A.; Lamharrar A.; Kane C .; Akkad S. ; Kouhila M.(2008). Valorisation de trois plantes médicinales par séchage solaire convectif en couches minces. *Revue des Energies Renouvelables SMSTS'08 Alger* ,p 151 – 156.
- 8.** Doughari JH. ; (2006). Antimicrobial activity of *Tamarindus Indica* Linn. *Trop. Journal of. Pharm. Research* Volume 5 (2). ; 597-603.
- 9.** Ghedira K. ; Goetz P. ; Le Jeune R.(2010) : *Syzygium aromaticum* (L.) Merry. & Perry (Myrtaceae) Giroflier. Springer-Verlag France 2010, Volume 8, Pp. 37–43.
- 10.** Holley, R. A., & Patel, D. (2005): Improvement in shelf-life and safety of perishable foods by plant essential oils and smoke antimicrobials. *Food Microbiology*, 22(4) 273-292.
- 11.** Lapornik B.; Prošek M.; et Wondra AG. (2005). Comparison of extracts prepared from plant by-products using different solvents and extraction time. *Journal of Food Engineering*. Volume 71, Pp214-222

12. Mau JL.; Tsai SY .; Tseng YH et Huang SJ. ; (2005): Antioxidant properties of methanolic extracts from *Ganoderma tsugae*, Food Chemistry. Volume93, Pp641–649.
13. Pandima Devi K , Arif Nisha S. , Sakthivel R , Karutha Pandian S .(2010): Eugenol (an essential oil of clove) acts as an antibacterial agent against *Salmonella typhi* by disrupting the cellular membrane. Journal of Ethnopharmacology. Vol 130, p 107–115
14. Russell, A.; (1991). Mechanisms of bacterial resistance to non- antibiotics: Food additives and food and pharmaceutical preservatives. Journal of Applied Bacteriology, 71(3), 191-201.
15. Turkmen N, Sari F et Velioglu YS. (2006) : Effects of extraction solvents on concentration and antioxidant activity of black and black mate tea polyphenols determined by ferrous tartrate and Folin–Ciocalteu methods. Food Chemistry. 99 (4), 835-841.
16. Ulanowska, K.; Majchrzyk, A.; Moskot, M.; Jakbkiewics-Banecka, J.W.; Âgrzyn, M. Assessment of antibacterial effects of flavonoids by estimation of generation times in liquid bacterial cultures. Biologia, Volume 62, (2007): Pp. 132-137.
17. Li, H.B., Cheng, K.W., Wong, C.C., Fan, K.W., chen, F., Tian, Y. (2007). Evaluation of antioxidant capacity and total phenolic content of different fraction of selected micro-algae. Food Chemistry, 102: 771-776.
18. Bahorun, T. (1997). Substances Naturelles actives. La flore Mauricienne. Une source d’approvisionnement potentielle. Food and Agricultural Research council Mauritiass, p83-94.
19. Djeridane A., Yousfi M., Nadjemi B., Boutassouna D., Stocker P. and Vidal N., (2006): Activity of some algerian medicinal plants extracts containing phenolic compounds. Food chemistry, 97: 654-660.
20. Djabou N., Sambucus nigra L., (2006) : Une plante de la pharmacopée traditionnelle du nord de l’africain”, Thèse de magister en chimie organique appliquée, Faculté des Sciences - Département de Chimie, université Abou Bakr Belkaid - Tlemcen, 123p.
21. NOGARET A.S., (2003) : La phytothérapie : Se soigner par les plantes. Ed.Groupe Eyrolles, Paris, 191 p.
22. Bruneton, J. (2009) Pharmacognosie-Phytochimie, Plantes Médicinales. Lavoisier 4e éd, revue et augmentée, Tec & Dac-Editions médicinales internationales, Paris, 1288 p.

23. Lendvai B, Zelles T, Rozsa B, Vizi ES, (2002) : Vinca alkaloid exchanges morphological dynamics of dentric neocortical Layer 2/3 pyramidal cells. *Research Bulletin*, 59 (4) : 257-260
24. Bruneton J., (1999) : *Pharmacognosie – Phytochimie, Plantes médicinales*, édition Tec et Doc, éditions méd internationales, 1120 p. (ISBN 2-7430-0315-4).
25. Ponce A.G., Fritz R., del Valle C. & Roura S.I., (2003) : Antimicrobial activity of essential oils on the native microflora of organic Swiss chard. *Lebensm.-Wiss.u.-Technol.*36, Pp.679-684.
26. F. Haddouchi, T. M. Chaouche & N. Halla *Phytothérapie* (2016) : Screening phytochimique, activités antioxydantes et pouvoir hémolytique de quatre plantes sahariennes d'Algérie
27. E. Guinoiseau ., *Molécules antibactériennes issues d'huiles essentielles: séparation, identification et mode d'action*, Sciences du Vivant [q-bio]. Université de Corse, 2010.
28. Dethier M,(1996). *Contribution à l'étude des plantes aromatiques du Burundi*, Thèse de doctorat, Université de Montpellier II, 275 p.
29. Rios J.L. et Recio, M.C. ; (2005) : Medicinal plants and antimicrobial activity. *Journal of Ethnopharmacology* 100, 80-84
- 30.Candan F, Unlu M, Tepe B, Daferera D, Polissiou M, Sökmen A, Akpulat HA, 2003. Antioxidant and antimicrobial activity of the essential oil and methanol extracts of *Achillea millefolium* subsp. *Millefolium* Afan. (Asteraceae). *Journal of Ethnopharmacology*, 87(2-3): 215-220.
- 31.Y. Zhou, I. Vroegop-Vos, R. C. Schuurink, C. M. J. Pieterse, et S. C. M. Van Wees, « Atmospheric CO₂ Alters Resistance of *Arabidopsis* to *Pseudomonas syringae* by Affecting Abscisic Acid Accumulation and Stomatal Responsiveness to Coronatine », *Frontiers in Plant Science*, vol. 8, 2017, Consulté le : 8 avril 2022
- . 32. E. Olesen et M. Bindi, « Consequences of climate change for European agricultural productivity, land use and policy », *European Journal of Agronomy*, vol. 16, n° 4, p. 239-262, juin 2002, doi : 10.1016/S1161-0301(02)00004-7.

Conclusion

Conclusion

Après des recherches fructueuses, en quantité et en qualité, de substances bioactives dans différents extraits de plantes médicinales, en particulier leurs principes actifs, la phytothérapie a pris un énorme éventail qui continuera à prendre de l'ampleur les années à venir, grâce à la richesse du tapis vert, de la planète terre, en plantes aromatiques et médicinales dont, les propriétés biologiques sont très intéressantes et prometteuses. A cet effet, signalons qu'elles peuvent être utilisées dans de nombreuses applications et divers domaines comme en médecine en tant que traitements préventifs ou curatifs, en pharmacie où les principes actifs sont la base de divers médicaments, en cosmétologie ou produits cosmétiques et en agriculture. Cet important intérêt économique est le fruit de plusieurs recherches menées sur les activités biologiques des plantes médicinales du couvert végétal qui nous offre une source inépuisable de substances bioactives qui sont la base de la formulation de phytomédicaments qui, généralement, n'ont pas d'effets secondaires ou sont moins représentatifs par rapport aux médicaments de synthèse.

Ainsi, la présente étude porte sur la caractérisation pharmacologique de divers extraits aqueux, méthanolique et éthanolique, du fenugrec tout en mettant en exergue ses différentes activités biologiques et le dosage des polyphénols, et des flavonoïdes.

A cet effet, il est utilisé une macération de 10g de poudre de frigonelle dans 100 ml respectivement d'eau (E.A. B) d'éthanol (E.éthanolique) et de méthanol (E.Méthanolique) pour pouvoir réaliser un screening phytochimique dont les résultats de la caractérisation confirment la richesse en substances bioactives de cette plante et tout le bien qu'on pense d'elle. Ces extraits sont en général, riches en alcaloïdes, tanins, favonoïdes, acides aminés, en coumarines, saponosides et en anthraquinones.

Alors qu'il est mis en évidence toutes les valeurs, aussi, positives des divers dosages des polyphénols, flavonoïdes, qui s'avèrent très intéressantes. Tandis que les activités antioxydantes et antibactériennes sont importantes respectivement pour tous les extraits E.A. B, E, Methn, et E.Ethn .

Cependant, pour les polyphénols et les flavonoïdes, l'importance en ces éléments chez le fenugrec, leur dosage a donné respectivement 0.040 ± 0.003 , 0.0165 ± 0.0005 et 0.015 ± 0.008 Meq d'AG / g de poudre ainsi que 1.011 ± 0.031 1.176 ± 0.0235 et 0.203 ± 0.0155 Meq de Q/g de poudre de la trigonelle E. A. B, E.Méthanolique, E. Ethanolique..

L'étude de l'activité antimicrobienne, montre que tous les extraits paraissent intéressants, du fait que les résultats obtenus sont positifs sur les quatre souches testées, excepté l'E.éthanolique qui s'avère, à action négative, sur *Pseudomonas aeruginosa* et *Bacillus cereus*.

Cependant, il faut signaler que, selon les résultats obtenus, il semble que, le pouvoir antibactérien évalué par la méthode de diffusion de disque des divers extraits, existe pour les bactéries testées mais leur pouvoir reste variable selon les solvants, cas de l'extrait éthanolique pour .

✓ Suite à ces résultats qui semblent être bénéfiques, il serait souhaitable de réaliser une étude approfondie sur toutes les activités, tout en analysant par HPLC-SM, la composition de cette épice très utilisée, afin de déterminer avec fiabilité la structure des divers constituants grâce à la base de données de cet appareil.

✓ Notons qu'un essai sur rats, avec un effectif élevé, rendus diabétiques par une substance diabéto-gène, afin d'avoir des résultats plus fiables.

✓ Réaliser une étude sur l'activité antimicrobienne, ainsi que l'isolement et la caractérisation des composés actifs des différents extraits afin d'identifier les molécules responsables des activités biologiques du fenugrec.

✓ Il faut se baser un bilan biochimique complet qui serait d'un intérêt immense sur le plan pharmacologique ou pharmaco-toxicologique.

Thème : Caractérisation pharmacologique des extraits aqueux, méthanolique et éthanolique du fenugrec

RESUME

Cette étude porte sur la caractérisation pharmacologique des extraits aqueux, méthanolique et éthanolique du fenugrec, trigonelle ou *Trigonella foenum graecum*, légumineuse annuelle, qui reste, l'une des plantes médicinales et culinaires, les plus anciennes dans l'histoire. Il est réputé pour ses importantes propriétés médicinales curatives ou préventives, pour améliorer le métabolisme et la santé. A cet effet, pour le screening phytochimique différentes méthodes spécifiques, sont utilisées, pour identifier divers groupes chimiques (composés bioactifs à activités biologiques) dans les trois extraits obtenus par macération. Ainsi, ils sont très riches en alcaloïdes, coumarines et amidon, tanins, flavonoïdes et anthraquinones, respectivement dans l'EAB, E.Méthanolique, l'EAB, E.éthanolique et enfin l'E.Méthanolique. Alors qu'elle s'avère très riche en matière sèche soit 97.2% contre 2.8% d'humidité et de meilleurs rendements obtenus avec E.A.B. avec 19.56, E.Méthanolique avec 17.54% et 14.20% pour l'E.Ethaolique. Cependant, les taux d'extraction en polyphénols totaux les plus élevés sont enregistrés par l'eau suivis par les extraits méthanoïques avec des teneurs de $0.040 \text{ mg} \pm 0.003 \text{ MEAG /g}$ de poudre et $0.0165 \text{ mg} \pm 0.0005 \text{ M EAG /g}$ de poudre, alors que l'extraction par éthanol a donné un taux proche du méthanol soit 0.015 mg MEAG/g de poudre mais qui reste important du point de vue activité. Tandis que les flavonoïdes sont d'une teneur plus élevée avec E.methanolique avec 1.176 ± 0.0235 suivi par E.A.B avec 1.011 ± 0.031 et 0.203 ± 0.0155 pour E.Ethanolique. Par contre, la capacité d'inhibition du radical DPPH⁺ par les extraits de la poudre, est de 85%, 82.45 %, et 81.2 % pour l'EAB, par contre elle est de 75.90 %, 74%, et 71% pour l'E. Methn et enfin 51,75 %, 66.85 %, 70% pour l'E.Ethn à partir d'une solution mère de 100% des différents extraits d'où des dilutions de 50 % et 25% sont réalisées. Alors que, concernant l'activité antimicrobienne les résultats obtenus au cours de cette étude montrent que les trois extraits ont exercé un effet inhibiteur sur la croissance de toutes les souches testées avec des proportions différentes dont les diamètres des zones d'inhibition sont compris entre 6 mm et 11 mm. Notons que l'extrait éthanolique n'a enregistré aucune réponse avec les souches *Bacillus cereus* et *Staphylococcus aureus*.

Mots clés: Fenugrec- screening phytochimique- - matière sèche et humidité -, rendement- polyphénols-flavonoïdes – activités antioxydante, et antibactérienne.

Devant le jury :

Président :	BOUNAMOUS	Azzedine	Pr	Centre.Univ.A.Boussouf - Mila
Examinatrice:	BOUCHERIT	Hanane	M.C.B	Centre.Univ.A.Boussouf - Mila
Promoteur:	KELLAB	Rabah	M.A.A.	Centre.Univ.A.Boussouf - Mila
