REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'enseignement supérieur
et de la recherche scientifique
Université Chadli Bendjedid
El Tarf

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Biologie

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة الشاذلي بن جديد
الطارف

كلية علوم الطبيعة والحياة

قسـم العلـوم

جامعة الشاذلي بن جديد
UNIVERSITE CHADLI BENDJEDID

Mémoire de Fin d'Études

Présenté en vue de l'obtention d'un Diplôme de Master 2 Recherche en

« Biotechnologies et valorisation des plantes. »

THÈME

Enquête ethnobotanique et étude phytochimique de quelques plantes médicinales de la région de Guelma

Présenté Par : ATAILIA Hadil.

Devant le jury composé de :

Dr GHERIB Imene	**MAA**	**Président**	**UCBET**
Dr BOUZAATA Chouhaira	**MCA**	**Examinatrice**	**UCBET**
Dr Medjeldi Saida	**MCA**	**Encadreur**	**UCBET**
Dr Delimi Amel	**MCA**	**Co-encadreur**	**UCBET**

Année universitaire 2023 – 2024

قال تعالى: "وَلَقَدْ آتَيْنَا لُقْمَانَ الْحِكْمَةَ أَنِ اشْكُرْ لِلَّهِ ۚ وَمَن يَشْكُرْ فَإِنَّمَا يَشْكُرُ لِنَفْسِهِ ۖ وَمَن كَفَرَ فَإِنَّ اللَّهَ غَنِيٌّ حَمِيدٌ"

Remerciements

On remercie dieu le tout puissant de nous avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce mémoire.

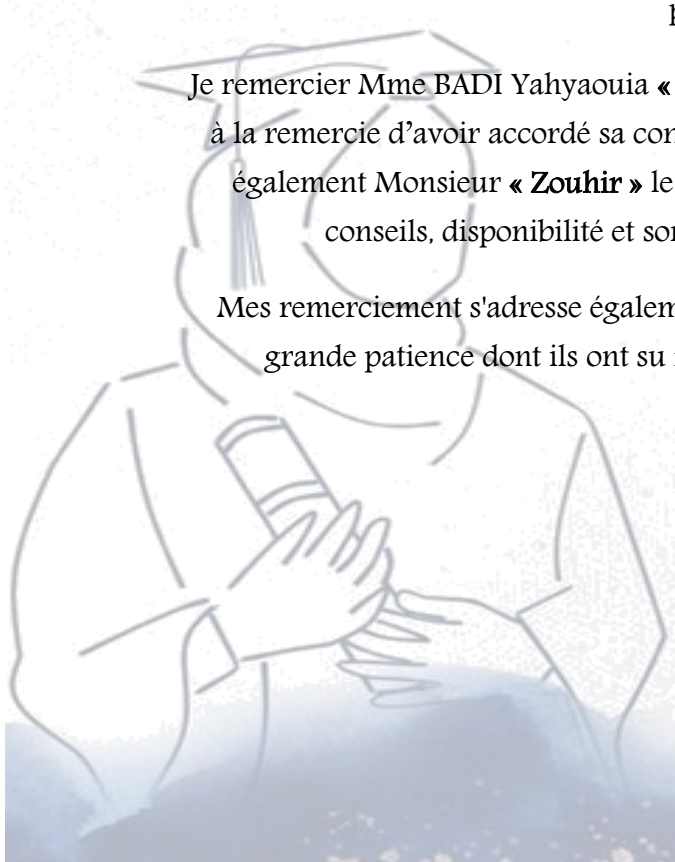
Tout d'abord, ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu avoir le jour sans l'aide et l'encadrement de **« Dr MEDJELDI Saida »**, on la remercie pour la qualité de son encadrement exceptionnel, pour sa patience, sa rigueur et sa disponibilité durant notre préparation de ce mémoire.

Mes remerciement s'adresse à également à mon Co-cadreur de thèse **« Dr DELIMI Amel »** pour son sa disponibilité, son aide pratique et son soutien moral et ses encouragements.

Ma reconnaissance va également aux membres du jury : Mme **GHERIB Imene** « MAA » à l'Université Chadli Bendjedid El Tarf pour m'avoir fait l'honneur de présider ce jury. Je remercie également l'examinatrice de ce travail, Mme **BOUZAATA Chouhaira** « MCA » à l'Université Chadli Bendjedid El Tarf pour avoir accepté d'évaluer les travaux et de faire partie de mon jury.

Je remercier Mme BADI Yahyaouia **« Hayet »** la responsable du laboratoire de chimie je tiens à la remercie d'avoir accordé sa confiance, sa disponibilité, et pour son aide ; je remercier également Monsieur **« Zouhir »** le responsable du laboratoire de phytochimie pour ses conseils, disponibilité et son aide précieuse dans la réalisation ce travail.

Mes remerciement s'adresse également à tous nos professeurs pour leurs générosités et la grande patience dont ils ont su faire preuve malgré leurs charges académiques et professionnelles.



Dédicace

Louange à Dieu seul,

Du profond de mon cœur, je dédie ce modeste travail à tous ceux qui me sont chers,

À Ma Chère Mère, À Mon Cher Papa,

Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon instruction et mon bien être. Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me portez depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours.

« Que ce modeste travail soit l'exaucement de vos vœux tant formulés, le fruit de vos innombrables sacrifices. Puisse Dieu, le Très Haut, vous accorder santé, bonheur et longue vie. »

À mes chères sœurs Noussaiba et Tasnim, et à mes chers frères Ayhem et Djaber, qui je le sais, ma réussite est très importante à leurs yeux, Que Dieu vous garde pour moi.

« À vous, mes princesses et mes princes je souhaite une vie pleine de bonheur, de joie et de réussite »

À celui qui m'a indiqué la bonne voie en me rappelant que les self-made-women et les déterminés finiront toujours par réussir leur vie, à moi-même.

À mes amis les plus proches « Roudina, Rayan », mes collègues de classe Master 2 biotechnologie et valorisation des plantes, mes enseignants et pour ceux qui m'ont donné de l'aide un jour, que Dieu vous paye pour tous vos bienfaits.

Pour finir, à tous ceux que j'aime et qui m'aiment, je dédie ce mémoire.

ATAILIA Hadil

Résumé

Dans le but de la recherche et l'exploration des principes actifs et la valorisation de nos ressources végétales**.** Nous avons réalisé un travail comprenant deux parties, la première a vise à recenser les plantes médicinales utilisées dans le traitement traditionnel du diabète à Guelma. Dans ce sens une enquête ethnobotanique a été menée sur une période de 3 mois. Cent (100) personnes ont été interviewées. L'enquête approfondie a recensé treize (13) espèces de plantes appartenant à huit (08) familles botaniques dont les plus représentées sont les *Lamiaceae*, les *Fabaceae*, les *Astéraceae*. Les espèces des plantes les plus vendues sont *Sauge officinale*, *Artemisia herba-alba* Asso, *olea europaea*, *Urospermum dalechampii* et *Zingiber officinale*. La partie de la plante la plus utilisée est les feuilles. Les recettes sont préparées essentiellement par infusion et sont administrées exclusivement par voie orale.

La deuxième partie comprend l'étude phytochimique de la plante d'*U.dalechampii* sélectionnée d'après notre enquête ethnobotanique. Le but de ce travail proprement dit est la comparaison de la performance en composés antioxydants et propriétés biologiques de plusieurs extraits de la plante (*U.dalechampii)*. L'étude a porté tout d'abord sur l'optimisation de la méthode d'extraction par macération ou Soxhlet, ainsi que l'optimisation des solvants d'extraction : H_2O (EA), 50% hydro-éthanol (EHE) et 100% éthanol (EE). L'analyse des composés phytochimiques a été déterminée par spectrophotomètre et celle de l'activité antioxydante par piégeage du radical libre 2,2-diphényl-2- picrylhydrazyl ($DPPH^{\cdot}$). L'activité antimicrobienne a été réalisée par la méthode de diffusion sur gel en employant les extraits éthanoliques (EE *Ud Feuille* et EE *Ud Racine*) et l'extrait aqueux (EA *Ud Feuille*) contre sept souches ATCC dont trois bactéries Gram (+), trois bactéries Gram (-) et une levure. Les rendements d'extraction les plus considérables sont ceux obtenus par Soxhlet F (11,21%) et ceux obtenus par macération avec l'éthanol pur (EE F) (3,51%). La teneur remarquable en polyphénols est attribuée à l'extrait (EHE F) (27 mg EAG /g MF). Les flavonoïdes et les tannins sont mieux extraits par la méthode macération avec une teneur considérable rapportée pour l'extrait (EE F) respectivement (24,1-2,5 mg EAG /g MF). L'activité antioxydante est nettement supérieure dans les extraits obtenus par macération, L'extrait éthanolique d'*U.dalechampii* a présenté une activité antibactérienne contre *Salmonella* (Diamètre = 7-8 mm).

Mots clés : enquête ethnobotanique, plantes médicinales, diabète, *Urospermum dalechampii*, composés phénoliques, activité antioxydant, activité antimicrobienne.

Abstract

For the purpose of researching and exploring active ingredients and enhancing our plant resources. We did a two-part work, the first aimed at identifying the medicinal plants used in the traditional treatment of diabetes in Guelma. In this sense, an ethnobotanical survey was carried out over a period of 3 months. One hundred (100) people were interviewed. The in-depth survey identified thirteen (13) plant species belonging to eight (08) plant families, the most representative of which are *Lamiaceae, Fabaceae* and *Asteraceae*. The best-selling plant species are Sage officinale, Artemisia herba-alba Asso, olea europaea, *Urospermum dalechampii* and Zingiber officinale. The most commonly used part of the plant is the leaves. Recipes are prepared mainly by infusion and administered exclusively orally. The second part involves the phytochemical study of the plant *U.dalechampii* selected from our ethnographic survey. The goal of this same work is to compare the performance of antioxidant compounds and the biological properties of several plant extracts (*U.dalechampii*). The study focused first of all on improving the soaking extraction method or Soxhlet, as well as improving extraction solvents: H2O (EA), 50% hydroethanol (EHE) and 100% ethanol (EE). The analysis of phytochemicals by spectrophotometer and antioxidant activity was determined by scavenging free radicals 2,2-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH). Antimicrobial activity was achieved by the gel diffusion method using ethanolic extracts (EE *Ud Leaf* and EE *Ud Root*) and aqueous extract (EA *Ud Leaf*) against seven ATCC strains, including three Gram (+), three Gram (-) bacteria and one yeast. The most considerable extraction yields are those obtained by Soxhlet F (11.21%) and those obtained by maceration with pure ethanol (EE F) (3.51%). The remarkable polyphenol content is attributed to the extract (EHE F) (27 mg EAG/g MF). Flavonoids and tannins are best extracted by the maceration method with a considerable content reported for the extract (EE F) respectively (24.1-2.5 mg EAG/g MF). The antioxidant activity is significantly higher in the extracts obtained by maceration, The ethanolic extract of *U.dalechampii* showed antibacterial activity against Salmonella (Diameter = 7-8 mm).

Keywords: ethnobotanical investigation, medicinal plants, diabetes, *Urospermum dalechampii*, phenolic compounds, antioxidant activity, antimicrobial activity.

ملخص

لغرض البحث واستكشاف المكونات النشطة وتعزيز مواردنا النباتية .قمنا بعمل يتكون من جزأين، الأول يهدف إلى تحديد النباتات الطبية المستخدمة في العلاج التقليدي لمرض السكري في قالمة. بهذا المعنى، تم إجراء مسح إثنونباتي على مدى 3 أشهر. وأجريت مقابلات مع مائة (100) شخص. حدد المسح المتعمق ثلاثة عشر (13) نوعا من النباتات التي تنتمي إلى ثماني (08) عائلات نباتية، وأكثرها تمثيلا هي Lamiaceae و Fabaceae و .Asteraceaeالأنواع النباتية الأكثر مبيعا هي Sage officinale و Artemisia herba-albaو Olea europaeaو Urospermum dalechampiiو .Zingiber officinaleالجزء الأكثر استخداما من النبات هو الأوراق. يتم إعداد الوصفات بشكل رئيسي عن طريق التسريب وتدار عن طريق الفم حصرا .يتضمن الجزء الثاني الدراسة الكيميائية النباتية لنبات U. dalechampii المختار من مسحنا العرقي. الهدف من هذا العمل نفسه هو مقارنة أداء المركبات المضادة للأكسدة والخصائص البيولوجية للعديد من مستخلصات النبات .(U. dalechampii) ركزت الدراسة أولا وقبل كل شيء على تحسين طريقة استخراج النقع أوSoxhlet ، وكذلك تحسين مذيبات الاستخراج (EA) H2O :، 50٪ هيدرو إيثانول (EHE) و 100٪ إيثانول .(EE) تم تحديد تحليل المواد الكيميائية النباتية بواسطة مقياس الطيف الضوئي ونشاط مضادات الأكسدة عن طريق كسح الجذور الحرة 2،2-ثنائي فينيل -2-بيكريلهيدرازيل .(DPPH) تم تحقيق النشاط المضاد للميكروبات من خلال طريقة انتشار الهلام باستخدام المستخلصات الإيثانولية EE Ud Leaf) و (EE Ud Rootوالمستخلص المائي (EA Ud Leaf) ضد سبع سلالات ATCC، بما في ذلك ثلاثة جرام (+) وثلاثة جرام (-) بكتيريا وخميرة واحدة. أهم غلات الاستخراج هي تلك التي تم الحصول عليها بواسطة (11.21٪) Soxhlet F وتلك التي تم الحصول عليها عن طريق النقع بالإيثانول النقي (EE) (3.51٪). (Fيعزى محتوى البوليفينول الرائع إلى المستخلص 27) (EHE F) مجم .(EAG / g MF من الأفضل استخراج الفلافونويد والعفص بطريقة النقع مع محتوى كبير تم الإبلاغ عنه للمستخلص (EE F) على التوالي 24.1-2.5)مجم .(EAG / g MF نشاط مضادات الأكسدة أعلى بكثير في المستخلصات التي تم الحصول عليها عن طريق النقع، أظهر المستخلص الإيثانولي من U. dalechampii نشاطا مضادا للبكتيريا ضد السالمونيلا (القطر = 7-8 مم) .

الكلمات المفتاحية: التحقيق العرقي، النباتات الطبية، مرض السكري، Urospermum dalechampii، المركبات الفينولية، النشاط المضاد للأكسدة، النشاط المضاد للميكروبات

Liste des figures

Figure 01	Progection globale de l'épidémiologie du diabète selon fédération internationale du diabète (Diabètes Atlas 5th Ed. 2011).	5
Figure 02	Classification des composés phénoliques (Macheix *et al.*, 2006).	17
Figure 03	Localisation géographique de la wilaya de Guelma. (DPAT, 2005).	25
Figure 04	Fiche d'enquête (Atailia, 2024)	25
Figure 05	Localisation géographique de la zone d'échantillonnage.	26
Figure 06	Diagramme pluviothermique de la région de Guelma	28
Figure 07	*Urospermum dalechampii* (C. Gerhardt Analytical Systems).	29
Figure 08	*Urospermum dalechampii* (Génial végétale, 2014- 2024).	30
Figure 09	La plante *Urospermum dalechampii*. (Atailia, 2024).	30
Figure 10	L'identification de la plante sur l'application plante Net.	30
Figure 11	Protocole de macération (Atailia, 2024).	32
Figure 12	Méthode d'extraction de Soxhlet (C. Gerhardt Analytical systems).	33
Figure 13	Extraction par Soxhlet (Atailia, 2024).	34
Figure 14	Courbe d'étalonnage de l'acide gallique pour l'analyse des polyphénols.	35
Figure 15	Courbe d'étalonnage de la catéchine pour le dosage des flavonoïdes.	36
Figure 16	La réaction des tanins en présence de la vanilline.	37
Figure 17	Profil des personnes en fonction de la tranche d'âge.	41
Figure 18	Répartition des personnes selon le sexe.	42
Figure 19	Répartition de la population selon le niveau d'instruction.	43
Figure 20	Répartition de la population selon le milieu de vie.	43
Figure 21	Origine de l'information.	44
Figure 22	Fréquence des familles botaniques.	46
Figure 23	Les plantes médicinales utilisées.	47
Figure 24	L'origine de la plante.	48
Figure 25	Parties des plantes utilisées.	48
Figure 26	Le mode de préparation.	49
Figure27	Le rendement d'extraction	50
Figure 28	Teneur en polyphénols des extraits des feuilles et des racines.	51
Figure 29	Teneur en flavonoïde des extraits des feuilles et des racines.	52
Figure 30	Teneur en tanins des extraits des feuilles et des racines.	53
Figure 31	Variation du PI% du radical DPPH en fonction des concentrations de l'extrait éthanolique (100%) de feuille.	55
Figure 32	Variation du PI% du radical DPPH en fonction des concentrations de l'extrait éthanolique de racine.	55
Figure 33	Variation du PI% du radical DPPH en fonction des concentrations de l'extrait éthanolique (50%) de feuille.	56
Figure 34	Variation du PI% du radical DPPH en fonction des concentrations de l'extrait 50% éthanol de racine.	56
Figure 35	Variation du PI% du radical DPPH en fonction des concentrations de l'extrait aqueux de feuille.	57

Figure 36	Variation du PI% du radical DPPH en fonction des concentrations de l'extrait aqueux de racine.	57
Figure 37	IC_{50} des feuilles, racines et BHT.	58

Liste des tableaux

Tableau 01	Températures moyennes mensuelles la région de Guelma (1990 - 2014).	27
Tableau 02	Classement des plantes médicinales selon leurs familles, leurs noms scientifique, vernaculaire, français et anglais.	45
Tableau 03	Classement des plantes médicinales selon le nombre de citation.	46
Tableau 04	Rendements d'extractions de deux parties de la plante.	50
Tableau 05	Activité antimicrobienne des extraits des parties de la plante d'*U.dalechampii* évaluée par le calcul du diamètre des zones d'inhibition.	59
Tableau 06	Catégories de sensibilité des bactéries à l'HE.	60

Abréviations

$AlCl_3$: Chlorure d'aluminium.

$AlCl_3$, $6H_2O$: Aluminum Chloride Hexahydrate

APG : Groupe phylogénique angiosperme

ATB : Antibiotique.

ATCC: American type culture collection.

BHT : Butylated hydroxytoluen.

CBBC : Centre de Biotechnologie de Bordj Cédria.

DO : Densité Optique.

DPPH : 2,2-Diphényl-1-picrylhydrazyle.

EA (*UdF*) : extrait aqueux (100% eau) de feuille.

EAG : Equivalent en acide gallique.

EC : Equivalent de catéchine.

EE (*UdF*) : extrait éthanolique (100%) de feuille.

EE (*UdR*) : extrait éthanolique (100%) de racine.

EHE : hydro-éthanol (50% éthanol).

$FeCl_3$: Chlorure de fer (III).

FND : Fédération nationale du diabète.

FT : Flavonoïdes totaux.

$H_3PMO_{12}O_{40}$: Acide phosphomolybdique.

$H_3PW_{12}O_{40}$: Acides phosphotungstique.

HbA1c : Hémoglobine glyquée.

HBPO : Hyper glycémie provoquée par voie orale.

HCl : Acide chlorhydrique.

IC_{50} : Concentration Inhibitrice à 50%.

KOH: Hydroxide de potassium.

MENA: Middle East and North Africa.

MF : Matière fraiche.

MH : Mueller-Hilton.

Mo_8O_{23} : Oxydes bleus de molybdène.

Na_2CO_3 : Carbonate de Sodium.

$NaNO_2$: Nitrite de sodium.

NaOH : hydroxyde de sodium.

OH : Radicale hydroxyle.

OMS : Organisation mondiale de santé.

PI% : pourcentage d'inhibition.

PPT : Polyphénols totaux.

SD : Sabouraud Dextrose.

TC : Tanins condensés.

***U.dalechampii* :** *Urospermum dalechampii.*

W_8O_{23} : Oxydes bleus de tungstène.

Table des matières

Résumé……...…i

Abstract……...……ii

ملخص……...iii

Liste des figures……...….iv

Liste des tableaux……. ……....vi

Liste des abréviations……...…ix

Liste des matières……...xi

Introduction……..…01

Partie bibliographique

Chapitre I

1. Rappel sur le diabèt……4

1.1. Définition……4

1.2. Epidémiologie……4

1.3. Physiopathologie……5

1.4. Traitement……...7

1.4.1. Les traitements non médicamenteux.....7

1.4.2. Les traitements médicamenteux.....7

2. Les plantes médicinales……..8

2.1. Ethnopharmacologie et ethnobotanique……..8

2.2. Médecine traditionnelle et phytothérapie……9

2.2.1 Médecine traditionnelle.....9

2.2.2 La phytothérapie……...……..10

3. Les plantes médicinales et le diabète……14

3.1. Utilisation des plantes dans le traitement traditionnel du diabète……14

3.2. Mécanismes d'action des plantes……..15

Chapitre II

1. Métabolite secondaire……...16

1.1.Caractéristiques des métabolites seconda ……16

1.2. Biosynthèse des métabolites secondaires……..16

1.3. Les composés phénoliques……17

1.3.1. Classifications des composés phénoliques.....17

2. Les antioxydants……...18

2.1. Classification des antioxydants……18
2.1.1. Les antioxydants naturels……18
2.1.2. Les antioxydants synthétiques……19
2.1.3. Les antioxydants enzymatiques……20
2.2. Activité anti oxydante……20
2.2.1. Aperçue général……20
2.2.2. Les techniques les plus courantes l'activité antioxydant……20
3. Les radicaux libres……21
3.1. Le radical libre……21
3.2. Caractéristiques des radicaux libres……21
3.3. Stress oxydatif……21
4. L'activité antimicrobienne……22
4.1. Généralité……22
Partie expérimentale
Chapitre I : Matériel et méthodes
1. Enquête ethnobotanique……24
1.1. Fiche d'enquête ……24
1.2. Contenu du questionnaire……24
1.3. Traitement des données……24
2. Partie expérimentale……26
2.1. Objectif de l'étude ……26
2.2. Description de la zone d'échantillonnage……26
2.3. Données climatiques ……26
2.4. Matériel végétal ……29
2.4.1. Taxonomie de la plante……30
2.4.2. Description de la plante……30
2.5. Séchage et conservation……31
2.6. Matériel au laboratoire ……31
2.6.1. Réactifs et produits chimiques ……31
2.6.2. Matériels de laboratoire ……31
3. Méthodes ……31
3.1. Préparation des échantillons……31

3.1.1. Extraction des polyphénols……...……....31

3.1.2. Extraction par macération ……..…..32

3.1.3. Extraction par Soxhlet ……..……....33

3.2. Analyse des composés phytochimiques ……...……....35

3.2.1. Dosage des polyphénols totaux ……..…..35

3.2.2. Dosage des flavonoïdes ……...…....36

3.2.3. Dosage des tanins condensés……37

3.3. Evaluation du pouvoir antioxydant ……...…38

3.3.1. Piégeage du radical libre DPPH……...…….38

3.4. Activité antimicrobienne ……..39

3.4.1. Les souches utilisées ……..……..39

Chapitre II : Résultats et discussion

1. Enquête ethnobotanique……..…..41

1.1. Description de la population des interviews……...……..41

1.2. Les plantes antidiabétiques recensées ……..44

2. Rendement des différents extraits…….50

3. Analyses phytochimiques des extraits……..51

3.1. Teneur en polyphénols totaux……...51

3.2. Teneur en flavonoïdes totaux……52

3.3. Teneur en tanins……53

4. Evaluation de l'activité antioxydant par piégeage du radical libre DPPH……54

5. Activité antimicrobienne ……..59

Conclusion ……...61

Références bibliographiques……...…..63

Annexes……....72

La valorisation des ressources naturelles est une préoccupation qui devient de plus en plus importante dans de nombreux pays. Ainsi, depuis son assemblée générale, l'OMS recommande l'évaluation de l'innocuité et de l'efficacité des médicaments à base des plantes en vue de standardiser leur usage et les intégrer dans les systèmes de soins conventionnels **(OMS, 2000)**.

Actuellement, cette médication par des plantes connaît un regain d'intérêt notable, et c'est grâce aux études scientifiques basées sur les méthodes analytiques et les expérimentations nouvelles, que le monde médical découvre de plus en plus, le bien fondé des prescriptions empiriques des plantes médicinales **(Lahsisséne *et al.*, 2009).** Parmi les disciplines scientifiques qui s'intéressent à la phytothérapie traditionnelle, l'ethnobotanique considérée comme une science qui permet de traduire le savoir-faire populaire en savoir scientifique.

Les informations ethnobotaniques recueillies dans plusieurs régions du monde estiment que plus de 1123 espèces végétales, soit plus de 725 genres appartenant à 183 familles, sont utilisées pour leurs propriétés hypoglycémiantes et anti-hyperglycémiantes **(Eddouks *et al.*, 2007).**

Les vertus médicinales et thérapeutiques des plantes sont dues à leur richesse en métabolites secondaires dits principes actifs qui agissent directement sur l'organisme **(Farag *et al.*, 1989 ; Bulduk., 2004 ; Al-Gabbiesh., 2015)**. Les recherches récentes sur les métabolites secondaires sont très poussées, particulièrement dans les domaines de la phytothérapie et de l'hygiène alimentaire, en raison de leurs diverses propriétés biologiques : antioxydant, antimicrobiennes, hypoglycémiante, anti-inflammatoires…etc. **(Leong et Shui., 2002).** En outre, ces métabolites peuvent avoir des effets physiologiques favorables dans la prévention des cancers et de nombreuses maladies chroniques, tels que les maladies cardiovasculaires **(Middleton *et al.*, 2000 ; Raja et Sreenivasulu., 2015).**

La flore algérienne, avec ses différentes espèces appartenant à plusieurs familles botaniques, reste très peu explorée tant sur le plan phytochimique que sur le plan pharmacologique **(Merzoug., 2009).**

A la lumière de ces données, le présent travail comporte deux objectifs principaux :

- Le premier vise a réalisé une enquête ethnobotanique sur les plantes médicinale anti-hyperglycémiantes dans l'une des régions de l'est l'Algérie il s'agit de la région de Guelma.

- Dans la deuxième partie et d'après les résultats de l'enquête, l'une des plantes sélectionnées il s'agit de « *Urospermum dalechampii* » a fait l'objet d'une investigation plus approfondie par une analyse quantitative de quelques principes actifs de plusieurs extraits de la partie aérienne et racinaires de la plante et enfin l'évaluation de quelques bioactives notamment l'activité antioxydant et antimicrobienne.

Partie Bibliographique

1. Rappel sur le diabète

1.1. Définition

Le diabète représente un ensemble de troubles métaboliques variés, résultant de diverses causes, et se manifestant par un niveau élevé de sucre dans le sang sur une période prolongée. Ces troubles perturbent les processus de métabolisme des glucides, des lipides et des protéines, souvent dus à un dysfonctionnement dans la sécrétion et/ou l'action de l'insuline.

Cette hyperglycémie chronique est associée, à des degrés divers, à des complications à long terme, touchant en particulier les yeux, les reins, les nerfs, le cœur et les vaisseaux sanguins. **(Haston E *et al.*, 2009).**

De définition biologique, il correspond à une hyperglycémie chronique, soit une glycémie à jeun supérieure à 1,26g/l (7mmol/l) ou une glycémie supérieure à 2g /l (11,1 mol/l) à n'importe quel moment ou lors d'une hyperglycémie provoquée par voie orale (HBPO) à deux reprises. Cette définition est fondée sur le seuil glycémique à risque de micro angiopathie, en particulier à risque de rétinopathie. **(Sachon C *et al.*, 2004).**

1.2. Epidémiologie

Le diabète sucré représente un enjeu de santé important répandu à travers le monde. Les recherches épidémiologiques ont démontré qu'il affecte de manière inégale toutes les populations et tous les âges.

Au niveau mondial, le nombre de personnes atteintes de diabète a connu une hausse spectaculaire ces dernières années. En 2011, l'Organisation Mondiale de la Santé **(OMS)** a enregistré 356 millions de diabétiques dans le monde en 2011**.**

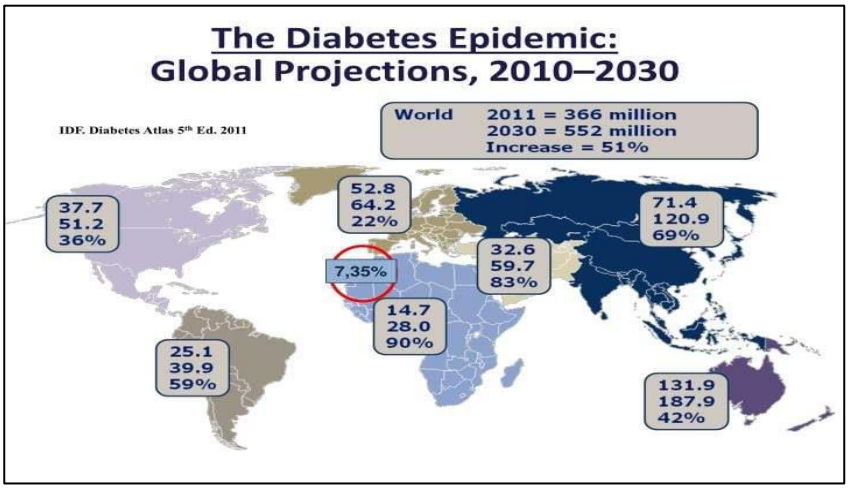


Figure 01. Progection globale de l'épidémiologie du diabète selon fédération internationale du diabète (Diabètes Atlas 5th Ed. 2011).

De même, l'Algérie fait partie des 20 pays de la région **MENA** (middle East and North Africa région), Selon la Fédération internationale du diabète (**FID**), environ 463 millions de personnes étaient atteintes de diabète dans le monde en 2019, et plus de 34,6 millions dans la région **MENA**. En 2035, ce nombre dépassera 67,9 millions.

1.3. Physiopathologie

L'insuline est l'hormone principale de l'homéostasie de glucose. Trois principales anomalies métaboliques conduisent à l'hyperglycémie dans le diabète de type 2 : l'insulinopénie relative, la résistance périphérique à l'action de l'insuline et l'augmentation de la production hépatique de glucose. Chacune de ces altérations est actuellement bien caractérisée. Leur part relative est éminemment variable selon les patients ce qui souligne l'extrême hétérogénéité physiopathologique du diabète de type 2 **(Bastard J P & Hainque B, 1995).**

Des anomalies de la sécrétion d'insuline sont observées chez les patients atteints de diabète de type 2, avec une détérioration progressive de la sécrétion d'insuline avec la durée d'évolution de la maladie **(UKPDS, 1995).**

L'insulinorésistance se définit comme un état de diminution de la réponse cellulaire et tissulaire à cette hormone en présence d'une glycémie normale au prix d'une insulinémie élevée. En effet, tant que la sécrétion β pancréatique est suffisante pour contrer la résistance à l'insuline, la glycémie reste normale ou modérément altérée. Ainsi, le syndrome métabolique se traduit biologiquement soit par une hyper insulinémie et une altération de la tolérance au

glucose, soit une évolution vers un diabète de type 2 lorsque les capacités sécrétoires du pancréas sont dépassées. Cette insulinorésistance concerne en premier lieu le foie, les muscles et les tissus adipeux. De même, la résistance de la cellule β pancréatique entraîne une altération de la sécrétion d'insuline qui précipite l'évolution vers l'hyperglycémie chronique **(Bastard J P *et al.*, 2001).**

II existe, de plus, une corrélation étroite entre la production hépatique de glucose et la glycémie à jeun, ce qui indique un rôle primordial du foie dans l'élévation glycémique du réveil. L'augmentation de la production hépatique de glucose correspond principalement à une accélération de la néoglucogenèse **(Broussolle C *et al.*, 1990).**

Le diabète de type 2 associés à l'obésité est caractérisé par l'augmentation de la concentration de glucose dans le sang, suite à une dysfonction des cellules β- pancréatiques, une élévation de la production de glucose par le foie (gluconéogenèse et glycogénolyse) et une diminution de la capture de glucose par les tissus périphériques **(Wellen K E & Hotamisligil GS, 2005).**

Dans les conditions physiologiques normales, les patients qui développent une résistance à l'insuline suite à l'obésité peuvent augmenter la sécrétion d'insuline et maintenir l'homéostasie de glucose pour une longue période, évitant le développement du diabète **(Marchetti P *et al.*, 2006)**. Au contraire, chez les patients qui subissent une dysfonction des cellules β-pancréatiques, la sécrétion d'insuline devient progressivement trop basse pour répondre à la demande des tissus périphériques **(Prentki M & Nolan C J, 2006)**. Par conséquent, la glycémie s'élève, passant de l'état normal à l'intolérance au glucose et éventuellement à la manifestation du diabète **(Chang-Chen K J, 2008).**

La gluco-toxicité et la lipo-toxicité sont les deux principaux facteurs acquis causant le dommage des cellules β-pancréatiques **(Chang-Chen K J, 2008)**. L'exposition prolongée de ces cellules à une concentration élevée en glucose stimule toutes les voies conduisant à l'augmentation de la production des radicaux libres **(les ROS : Reactive Oxygen Species)** et du stress oxydatif via la phosphorylation oxydative, la suractivation de la voie d'hexosamine et l'activation de la PKC (Protéine kinase C) **(Prentki M & Nolan C J, 2006)**. En parallèle, l'accumulation des acides gras et de leurs métabolites dans les cellules β-pancréatiques induit l'inhibition de l'expression du gène de l'insuline **(Prentki M & Nolan C J, 2006).**

De plus, les glucotoxicité- et lipotoxicité augmentent l'apoptose des cellules βpancréatiques **(Andreozzi F *et al.*, 2004).**

1.4. Traitement

Les traitements du diabète de type 2 sont de deux types, non médicamenteux (mesures hygiéno-diététiques) et médicamenteux (non insulinique et insulinique). L'objectif est la recherche d'un équilibre glycémique optimal avec un taux d'hémoglobine glyquée (HbA1c) < 7% **(American Diabetes Association Clinical Practice Recommandations) (ADACPR, 2014).**

Les études ont montré que la réduction de l'hyperglycémie chronique, attestée par le dosage de l'HbA1c, permettait une diminution des complications, principalement micro vasculaires et nerveuses, mais aussi cardiovasculaires **(UKPDS, 1998).**

1.4.1. Les traitements non médicamenteux

La réduction pondérale et la pratique régulière de l'activité physique (adaptée et contrôlée) ont un effet favorable prouvé sur le contrôle de la glycémie, ce dernier ayant un effet favorable sur l'insulinorésistance. La perte de poids et l'exercice physique régulier (adaptée et contrôlée) ont démontré un effet bénéfique sur le contrôle de la glycémie, ce qui a un impact positif sur l'insulinorésistance.

Des mesures hygiéno-diététiques doivent être mises en œuvre dès que l'HbA1c est supérieure à 6%. Une alimentation équilibrée est conseillée, avec une augmentation des apports en glucides lents et une diminution des apports en graisses saturées, des sucres rapides et de l'alcool **(ANAES, 2000).**

Une activité physique adaptée aux possibilités de chaque patient est recommandée chez le diabétique de type 2 car elle contribue à une amélioration de la situation métabolique (insulino-sensibilité, niveau glycémique, pression artérielle, profil lipidique, etc.) et pourrait être utile pour le contrôle du poids **(ANAES, 2000)**.

1.4.2. Les traitements médicamenteux

Le traitement pharmacologique actuel de l'hyperglycémie du diabétique de type 2 repose sur **(Tielmans A *et al.*, 2007) :**

- Une stimulation de la sécrétion d'insuline par des sulfamides hypoglycémiants (sulfonylurées) ou des glinides.

- Une diminution de la production hépatique de glucose par les Biguanides (metformine).

- Une augmentation de l'action de l'insuline (diminution de l'insulinorésistance) par les glitazones (ou thiazolidinediones) ou metformine.

- Un ralentissement de l'absorption intestinale de glucides alimentaires par l'acarbose.

- Une administration d'insuline (insulinothérapie) en cas d'échec du traitement non insulinique.

2. Les plantes médicinales

2.1. Ethnopharmacologie et ethnobotanique

L'ethnopharmacologie se définit comme « l'étude scientifique interdisciplinaire de l'ensemble des matières d'origine végétale, animale ou minérale et des savoirs ou des pratiques s'y rattachant, que les cultures vernaculaires mettent en œuvre pour modifier les états des organismes vivants à des fins thérapeutiques, curatives, préventives ou diagnostiques » **(Dos Santos J.R & Fleurentin J, 1990).**

La démarche ethno-pharmacologique, approche transdisciplinaire, s'intéresse aux connaissances des populations concernant la recherche, la préparation et l'utilisation de remèdes médicinaux traditionnels.

Elle peut nécessiter, dans ses premières étapes, l'intervention de l'ethnobotanique car elle partage avec cette discipline l'étude des interrelations des hommes avec leur environnement et plus particulièrement avec les plantes médicinales.

Grâce à l'ethnopharmacologie, de nombreuses substances actives a été découvertes pour l'industrie pharmaceutique. Des substances actives largement utilisées aujourd'hui dans notre médecine contemporaine proviennent des connaissances médicinales populaires et traditionnelles : anticancéreux **(vincristine, vinblastine, taxol)**, antalgiques **(morphine, aspirine)**, antipaludéens **(quinine, artémisinine)**, psychotropes **(réserpine, mescaline)** ou encore toniques et stimulants cardiaques **(digitaline, quinidine).**

La découverte de ces substances repose sur la constatation de l'efficacité de certaines plantes issues des différentes pharmacopées **(arabo-musulmanes, européennes, indiennes ou chinoises)**, mais aussi et surtout à partir des observations réalisées sur l'utilisation de plantes au sein des médecines traditionnelles **(Gurib-Fakim A, 2006).**

Ainsi, l'ethnobotanique et l'ethnopharmacologie sont essentielles pour conserver une trace écrite au sein des pharmacopées des médecines traditionnelles dont la transmission est basée sur la tradition orale.

2.2. Médecine traditionnelle et phytothérapie

2.2.1 Médecine traditionnelle

Selon l'OMS « La médecine traditionnelle est la somme totale des connaissances, compétences et pratiques qui reposent sur les théories, croyances et expériences propres à une culture et qui sont utilisées pour maintenir les êtres humains en bonne santé ainsi que pour prévenir, diagnostiquer, traiter et guérir des maladies physiques et mentales ».

En Afrique, plus de 80% de la population à recours à la médecine traditionnelle et aux plantes médicinales pour ses soins de santé primaire **(World Health Organisation, 2002/2005).**

Dans les systèmes de croyance traditionnels, le diabète est classé en trois catégories : le diabète naturel, le diabète provoqué par l'homme et le diabète ancestral **(Dos Santos J.R, Fleurentin J, 1990)**, la première catégorie est conforme à l'explication biomédicale ; la deuxième et la troisième désignent des agents causaux telle la sorcellerie ou des êtres surnaturels (des ancêtres ou une divinité). Il existerait un traitement pour chacun de ces types de diabète **(Awah PK, 2005).**

Ce sont des pratiques essentielles qui renforcent à la fois ces populations dans une approche traditionnelle. Effectivement, de nombreux professionnels de la santé ajoutent des rituels de guérison traditionnels à un traitement moderne auprès des patients hospitalisés. Alors que de nombreux professionnels de santé ne sont pas favorables à ces pratiques, d'autres les adoptent ; certains vont même jusqu'à recommander certains guérisseurs ou médicaments traditionnels.

2.2.2 La phytothérapie

L'utilisation des plantes médicinales à des fins thérapeutiques est une pratique aussi vieille que l'histoire de l'humanité puisque et depuis des millénaires, tous les peuples ont élaboré des recettes selon leur intelligence, leur génie, leur conception culturelle de la santé, de la maladie et les rapports qu'ils entretenaient avec leur environnement.

Dans les années 1930, les médecins et les pharmaciens prescrivaient ou vendaient 90% des produits à base de plantes, ce n'est qu'au court des cinquante dernières années que les médicaments conçus aux laboratoires se sont imposés. Ainsi, pendant la première guerre mondiale, on se servait encore de l'ail, de la sphaigne et des tourbières pour panser les blessures et soigner les infections **(PauI Iserin, 2001)**, l'ail était un excellent antibiotique naturel, c'était également le meilleur désinfectant disponible à l'époque.

La phytothérapie est une pratique courante en Algérie, où l'utilisation de plantes médicinales pour traiter divers maux remonte à des siècles. La phytothérapie est souvent intégrée à la médecine traditionnelle algérienne et est utilisée pour une gamme de conditions, y compris le diabète, les problèmes gastro-intestinaux, les troubles dermatologiques, les affections respiratoires, et bien d'autres.

Dans de nombreuses régions d'Algérie, les praticiens traditionnels de la phytothérapie, souvent appelés "herboristes" ou "guérisseurs", sont respectés pour leur expertise dans la sélection et la préparation des plantes médicinales. Ils utilisent souvent des recettes transmises de génération en génération pour préparer des remèdes à base de plantes.

L'échec des traitements pharmaceutiques conventionnels, surtout dans les cas des maladies chroniques, la forte incidence des effets indésirables qui leurs sont associés et l'insuffisance des infrastructures sanitaires dans les pays en voie de développement font qu'une large tranche de la population mondiale dépend essentiellement de la médecine naturelle, complémentaire ou parallèle pour se soigner **(PauI Iserin, 2001).**

2.2.2.1. Les formes de préparation et les voies d'administration des plantes

- **Formes de préparation**

Les plantes médicinales sont récoltées dans leur habitat naturel, on récolte si possible **(Leslie Taylor, 2004) :**

• **Les plantes entières :** à l'époque de leur floraison.

• **Les feuilles :** après développement complet et si possible avant la floraison.

• **Les fleurs et les rameaux fleuris :** immédiatement avant l'épanouissement total des fleurs.

• **Les racines des plantes annuelles :** à la fin de la période végétative (fin de croissance).

• **Les racines des plantes bisannuelles :** à la fin du repos végétatif de la première année et avant la reprise de la deuxième année.

• **Les racines des plantes vivaces :** au cours de leur deuxième ou troisième année, avant qu'elles ne deviennent trop dures et fibreuses (lignification).

• **Les fruits et graines :** à maturité ou très légèrement avant quand on pense sécher les fruits.

• **Les écorces d'arbre :** en hiver ou au début du printemps (ou pendant la saison sèche) ; les écorces d'arbrisseau : après la saison chaude (ou en fin de saison humide).

Plusieurs formes de préparations sont disponibles sur le marché. Ces produits contiennent habituellement diverses substances biochimiques présentes naturellement dans les plantes. Les propriétés médicinales d'une plante peuvent résulter de la présence d'un grand nombre de produits biochimiques. Les substances chimiques ayant des effets médicinaux connus sont appelés ingrédients actifs.

Le mode de préparation d'un produit phyto-thérapeutique peut avoir un effet sur la quantité d'ingrédient actif présent. Le moment et la saison de la récolte de la plante, ainsi que le type de sol où elle pousse, peuvent également influencer son efficacité**.**

Pour produire une préparation, on commence généralement par moudre les parties de la plante qui ont des propriétés médicinales. La matière végétale ainsi moulue est appelée macérât. Selon le type de plante, le macérât peut-être sécher avant d'être moulu. On le trempe ensuite dans un liquide pour en extraire les ingrédients actifs. Ce liquide est appelé solvant, et il existe plusieurs méthodes pour effectuer cette opération **(Leslie Taylor, 2004).**

- **Infusions :**

Macérât : habituellement des feuilles, des grains ou des fleurs séchées.

Solvant : eau.

On réalise une infusion en versant de l'eau bouillante ou presque bouillante sur le macérât sécher. Le thé est probablement l'une des formes d'infusion les plus connues. On peut laisser reposer l'infusion sous un couvercle de quelques minutes à plusieurs heures, selon la plante qu'on emploie et la concentration que l'on désire obtenir.

- **Décoctions :**

Macérât : généralement des racines et de l'écorce.

Solvant : eau.

On fabrique les décoctions en mélangeant le macérât et le solvant à température ambiante. On chauffe ensuite lentement le mélange ou on le fait bouillir pendant un laps de temps variable. D'une part, on ne peut préparer de décoction lorsque la chaleur détruit les ingrédients actifs. D'autre part, la chaleur peut accentuer les effets de certains ingrédients actifs. On ne peut pas se servir de micro-ondes pour ce type de préparation.

- **Macération aqueuse :**

On maintient la plante médicinale fragmentée dans l'eau froide, au frais, pendant 12 à 24 heures, on remue de temps en temps, on filtre, à utiliser dans les 6 heures.

- **Teintures :**

Macérât : n'importe quelle matière végétale moulue.

Solvant : concentrations variables d'eau et d'alcool ou d'autres solvants comme le vinaigre ou la glycérine.

Pour fabriquer les teintures, on trempe le macérât dans le solvant, puis on le presse pour en faire sortir le liquide. Les solvants formés de plusieurs substances permettent d'extraire les ingrédients actifs du macérât avec plus d'efficacité que l'eau seule. Pour améliorer le processus de préparation, on peut laisser le mélange reposer plus longtemps ou l'exposer à la lumière du soleil ou à la chaleur. Bien que les teintures soient plus puissantes que les infusions ou les décoctions, leur puissance peut varier. La puissance d'une teinture est habituellement traduite par le rapport macérât-solvant.

- **Extraits (liquides et solides) :**

Macérât : n'importe quelle matière végétale moulue.

Solvant : concentrations variables d'eau et d'alcool ou d'autres solvants comme le vinaigre ou la glycérine.

Bien que les extraits soient semblables aux teintures, ils sont plus concentrés parce que l'alcool (ou l'autre solvant) est enlevé par distillation, une opération qui peut se faire à chaud ou à froid. Les extraits liquides ont été distillés jusqu'à ce que la plus grande partie de l'alcool ait disparu. Les extraits solides ont été distillés jusqu'à ce que tous les liquides aient disparu.

- **Les voies d'administrations :**

Pour ces modes de préparation, il existe plusieurs méthodes d'utilisation **(Leslie Taylor, 2004) :**

• La voie orale : c'est la voie la plus utilisée.

• Lotion : à application sur la peau.

• Inhalation : des vapeurs chaudes émanant du liquide de préparation.

• Bain ou lavement.

2.2.2.2. Précautions d'emploi

Certaines plantes contiennent des principes actifs qui peuvent être extrêmement puissants, d'autres sont toxiques à faible dose. Le fait que l'on n'utilise que des plantes ne signifient pas que cela est sans danger.

La pharmacologie reconnaît l'action bénéfique de certaines plantes et s'attache donc à extraire le principe actif. La consommation « brute » de la plante induit la consommation d'autres produits contenus dans la plante que le principe actif, ne permettant ainsi pas de connaître la dose exacte de principe actif ingéré entraînant un risque de sous-dosage ou de surdosage. Pour certains médecins phytothérapeutes, les autres principes vont atténuer les effets secondaires en entrant en interaction**.**

Il est à noter que la composition d'une plante peut varier d'un spécimen à l'autre, dépendant du terrain, des conditions de croissance, d'humidité, de température, d'ensoleillement, de même, il ne faut pas utiliser des plantes d'origine douteuse puisque les facteurs de pollution, la cueillette et les méthodes de conservation, de stockage… peuvent altérer les propriétés des

plantes. Il convient aussi d'éviter les plantes sèches vendues sous sachet transparent car la lumière altère en partie leurs propriétés **(Leslie Taylor, 2004).**

3. Les plantes médicinales et le diabète

3.1. Utilisation des plantes dans le traitement traditionnel du diabète

Au cours de ces dernières années, l'étude ethnobotanique des plantes utilisées comme antidiabétiques a suscité un grand intérêt. De nombreux travaux de synthèse ont été publiés dans des revues spécialisées dans le domaine des plantes médicinales et diabète **(Journal of Ethnopharmacology, Phytomedicine, Phytotherapy Research, Journal of Natural Product, Diabetes Care, Journal of Medicinal Plants Research, Phytomedicine, …).**

Ils montrent le grand intérêt que porte l'utilisation traditionnelle des plantes antidiabétiques dans le monde.

Plusieurs enquêtes ethno pharmacologiques et ethnobotaniques ont été menées à travers le monde pour recenser les plantes antidiabétiques utilisées dans les différentes pharmacopées traditionnelles.

Dans ce contexte, plus 1123 espèces de plantes recensées par les ethnopharmacologies, sont expérimentées contre le diabète de type 2. Ces plantes représentent 725 genres et 183 familles **(Marles R.J & Farnsworth N.R, 1995)**.

Ces plantes, recensées, sont généralement présentées dans des tableaux qui résument le nom scientifique de la plante, la famille, les noms vernaculaires utilisés dans la région étudiée, la partie utilisée (plante entière, partie aérienne, tige, racines feuilles, fruits, etc.), parfois le principe actif (alcaloïdes, glycosides, saponosides, flavonoïdes, etc.), les méthodes de préparation traditionnelle (infusion, décoction, macération, etc.), les animaux utilisés pour les tests (rats, souris, lapins, chiens, chat, etc.), la voie d'administration (orale, intra péritonéale, intra-vineuse, sous cutanée, etc.), le type de diabète et l'agent diabétogène (alloxane, Streptozotocine, etc.), le nombre de citation et les références bibliographiques.

En Algérie, la liste des plantes médicinales utilisées pour les diabétiques est très longue, mais quelques plantes sont ubiquitaires à travers le royaume, et sont les plus utilisées dans le traitement du diabète dont principalement on cite : *Trigonella foenum-graecum, Olea*

europaea, Nigella sativa, Salvia officinalis, Origanum vulgare, Allium cepa et Artemisia absinthium, Cinnamomum verum, Opuntia ficus-indica, Rosmarinus officinalis, Mentha spp.

3.2. Mécanismes d'action des plantes

Une très grande variété de mécanismes est impliquée dans la baisse du niveau de glucose dans le sang. Ceci est dû à la grande variété de classes chimiques des constituants hypoglycémiants provenant des plantes. Certains de ces composés se révèlent véritablement hypoglycémiants et pourraient avoir un potentiel thérapeutique, alors que d'autres produisent simplement une hypoglycémie comme effet parallèle de leur toxicité, particulièrement hépatique **(Jarald E *et al.*, 2008)**.

L'activité antidiabétique des plantes peut dépendre de plusieurs mécanismes **(Kashikar V.S & Kotkar T, 2011) (Singh U *et al.*, 2012)** :

- Réduction de la résistance à l'insuline ;

- Stimulation de la sécrétion d'insuline à partir des cellules β ou/et inhibition du processus de dégradation de l'insuline ;

- Apport de quelques éléments nécessaires comme le Calcium, le Zinc, le Magnésium, le Manganèse et le Cuivre pour les cellules β ;

- Régénération ou/et réparation des cellules pancréatiques β lésées ;

- Effet protecteur de la destruction des cellules β ;

- Augmentation du nombre de cellules β dans les îlots de Langerhans ;

- Inhibition de la réabsorption rénale du glucose ;

- Inhibition de la β-galactosidase, α-glucosidase et α-amylase ;

- Prévention du stress oxydatif, qui peut être impliqué dans le dysfonctionnement des cellules β ;

- Stimulation de la glycogenèse et de la glycolyse hépatique ;

- Diminution des activités du cortisol.

1. Métabolite secondaire

Un métabolite secondaire est une molécule organique produite par les organismes vivants qui n'est pas directement impliquée dans les processus de croissance, de développement ou de reproduction de ces organismes. Contrairement aux métabolites primaires, tels que les acides aminés, les glucides, et les lipides, qui sont essentiels au métabolisme de base et aux fonctions cellulaires **(Rahman *et al.*, 2015).**

1.1. Caractéristiques des métabolites secondaires

a. Non essentiels pour la survie

Ils ne sont pas indispensables à la survie immédiate de l'organisme mais confèrent un avantage sélectif dans l'environnement naturel.

b. Diversité chimique

Ils présentent une grande variété de structures chimiques et de fonctions biologiques.

c. Production spécifique

Leur production est souvent spécifique à certaines espèces, types de cellules, ou phases de développement.

1.2. Biosynthèse des métabolites secondaires

La biosynthèse des métabolites secondaires suit souvent des voies métaboliques spécifiques, dérivées des voies métaboliques primaires. Voici comment elle se fait généralement :

a. Précurseurs primaires

Les métabolites secondaires sont souvent synthétisés à partir de métabolites primaires. Par exemple, les acides aminés, les acides gras et les sucres servent de précurseurs.

b. Enzymes spécifiques

Des enzymes spécifiques, souvent codées par des gènes de régulation spécialisés, catalysent les réactions qui convertissent les précurseurs primaires en métabolites secondaires (**Rahman *et al,* 2009).**

c. Voies métaboliques

Ces réactions se déroulent dans des voies métaboliques complexes et bien régulées, par exemple :

- La voie de l'acide shikimique pour les composés phénoliques.
- La voie du mévalonate pour les terpénoïdes.
- La voie de l'acide malonique pour les flavonoïdes.

d. Régulation

La production de métabolites secondaires est souvent régulée par des facteurs environnementaux (lumière, température, stress) et des signaux intracellulaires.

1.3. Les composés phénoliques

Les composants phénoliques sont des métabolites secondaires caractérisés par la présence d'un cycle aromatique portant des groupements hydroxyles libres ou engagés avec des glucides. Ils peuvent être trouvés dans toutes les parties des végétaux, y compris les racines, les tiges, les feuilles, les fleurs, les pollens, les fruits, les graines et le bois, et ils participent à de nombreux processus physiologiques, tels que la croissance cellulaire, la rhizogenèse, la germination des graines et la maturation des fruits.

Les principaux composants phénoliques sont les acides phénoliques (acide caféique, acide hydroxy cinnamique, acide férulique, acide...), les flavonoïdes, les coumarines et les tanins. Ces composés présentent plusieurs activités biologiques : anti- inflammatoires, inhibiteurs enzymatiques, antioxydants, anti radicalaires, antimicrobiens et vasoconstricteurs **(Djemai, 2008).**

1.3.1. Classifications des composés phénoliques

Squelette carboné	Classe	Exemple	Origine (exemples)
C_6	Phénols simples	Catéchol	Nombreuses espèces
C_6-C_1	Acides hydroxybenzoïques	*p*-hydroxybenzoïque	Épices, fraise
C_6-C_3	Acides hydroxycinnamiques Coumarines	Acide caféique Scopolétine	Pomme de terre, pomme, Citrus
C_6-C_4	Naphtoquinones	Juglone	Noix
C_6-C_2-C_6	Stilbènes	Resvératrol	Vigne
C_6-C_3-C_6	Flavonoïdes Isoflavonoïdes	Quercétine, cyanidine Daidzéine	Fruits, légumes, fleurs soja, pois
$(C_6$-$C_3)_2$	Lignanes	Pinorésinol	Pin
$(C_6$-$C_3)n$	Lignines		Bois, fruits à noyau
$(C_6$-C_3-$C_6)n$	Tanins condensés		Raisin, kaki

Figure 02. Classification des composés phénoliques (Macheix *et al.*, 2006).

2. Les antioxydants

Les antioxydants sont des substances chimiques capables de réduire les rancissements et de retarder la peroxydation lipidique sans affecter les propriétés sensorielles et nutritionnelles du produit alimentaire. Ils garantissent la qualité et prolongent la durée de conservation du produit. L'antioxydant alimentaire idéal doit également être soluble dans les graisses, efficace à faible dose, non toxique, sans coloration, odeur ou saveur indésirable, résistant aux processus technologiques et stable dans le produit fini **(Antonovich *et al.*, 2002).**

2.1. Classification des antioxydants

Il existe plusieurs antioxydants synthétiques et quelques composés naturels (comme le tocophérol, l'acide ascorbique et le bêta-carotènes) qui sont officiellement autorisés à être utilisés dans l'alimentation. Il s'est également avéré nécessaire de les inclure dans les produits pharmaceutiques et cosmétiques afin d'éviter leur dégradation. Cependant, des études toxicologiques ont considéré que certains antioxydants synthétiques présentaient un risque.

De nombreux industriels et scientifiques se concentrent sur la recherche de nouveaux antioxydants naturels. Des milliers de publications dans la littérature concernant les antioxydants naturels et leur impact sur l'organisme humain peuvent être consultées **(Kanoun, 2011).**

2.1.1. Les antioxydants naturels

Les antioxydants naturels se trouvent dans de nombreux aliments à base de végétaux et d'animaux. Ils jouent un rôle essentiel dans la protection de nos cellules contre les dégâts causés par les radicaux libres. Parmi ces antioxydants naturels, on distingue :

- **L'acide ascorbique (vitamine C) :** Il joue un rôle dans la protection contre les maladies Cardiovasculaires et le vieillissement cellulaire. Parmi les aliments riches en vitamine C sont : les agrumes, les kiwis, les fraises.
- **Les tocophérols (vitamine E) :** La vitamine E joue un rôle crucial dans la prévention des dommages causés par l'oxydation des membranes cellulaires **(Traber, 1999).** Parmi les aliments riches en vitamine E en distingue Les noix, les graines, les huiles végétales et les épinards contiennent cette substance.
- **Les polyphénols :** Les polyphénols présentent des effets positifs en tant qu'antioxydants et anti-inflammatoires pour la santé **(Rizvi, 2009).** Sont des substances telles que les

flavonoïdes présents dans les fruits, les légumes et le thé. Les anthocyanes présents dans les baies et les cerises, et les catéchines présents dans le thé vert.

- **Sélénium :** Le sélénium joue un rôle essentiel en tant que cofacteur des enzymes antioxydants et joue un rôle essentiel dans la prévention du stress oxydatif **(Rayman, 2000).** On retrouve cet oligo-élément dans les noix du Brésil, les poissons, la viande et les œufs.
- **Les caroténoïdes :** Ces caroténoïdes possèdent des propriétés antioxydants et sont liés à la santé oculaire et cardiovasculaire **(Krishnaswamy, 2005).** Englobe le bêta-carotène (contenu dans les carottes, les patates douces), la lutéine (dans les épinards, les kales) et le lycopène (dans les tomates).
- **L'acide alpha-lipoïque :** est un antioxydant qui se dissout dans l'eau et les graisses. Il renforce les défenses antioxydants de l'organisme en régénérant d'autres antioxydants tels que la vitamine C, la vitamine E et le glutathion.

2.1.2. Les antioxydants synthétiques

Ce sont des substances fabriquées en laboratoire afin de présenter des caractéristiques antioxydants similaires à celles des antioxydants naturels. Voici quelques illustrations d'antioxydants artificiels fréquemment employés :

- **Le BHA (Butylhydroxyanisole)** est un antioxydant artificiel qui est employé dans de nombreux produits alimentaires et cosmétiques afin de prévenir l'oxydation des graisses et des huiles par l'oxydation **(Williams, 2002**).
- **Le BHT (Butylhydroxytoluène) :** est un autre antioxydant artificiel couramment employé dans le secteur alimentaire afin de prolonger la durée de conservation des aliments contenant des matières grasses **(Kahl, 1993).**
- **TBHQ : Tert-Butylhydroquinone** Un antioxydant artificiel appelé TBHQ est employé dans les aliments transformés afin de prévenir la rancidité des graisses et des huiles **(Jin, 2004). Le propyl gallate** est un autre antioxydant artificiel employé dans les aliments afin de prévenir l'oxydation des graisses et de maintenir les saveurs stables (**Ash, 2004).**
- **Acide éthylène diamine tétra acétique (EDTA) :** L'EDTA est une substance chimique synthétique qui sert d'antioxydant dans les aliments et les produits cosmétiques afin de prévenir la dégradation due aux métaux lourds **(Bjørklund, 2019).**

2.1.3. Les antioxydants enzymatiques

Les enzymes présentes dans l'organisme sont appelées antioxydants enzymatiques, et elles jouent un rôle essentiel dans la neutralisation des radicaux libres et la protection contre le stress oxydatif. Voici quelques exemples d'enzymes antioxydants et de leurs rôles :

- **Dismutase de super oxyde (SOD) :** D'autres enzymes telles que la catalase et la glutathion peroxydase neutralisent le radical super oxyde en peroxyde d'hydrogène grâce à cette enzyme. Les mitochondries, le cytosol et les espaces extracellulaires renferment la SOD.
- **Le peroxyde d'hydrogène :** est décomposé par la catalase en eau et en oxygène, ce qui permet de réduire les dommages oxydatifs causés par ce peroxyde. L'essentiel de sa présence se trouve dans les peroxysomes cellulaires.
- **Le coenzyme Q10 (CoQ10) :** la CoQ10 joue également un rôle essentiel en tant qu'enzyme clé dans la chaîne de transport des électrons de la mitochondrie, malgré son statut d'antioxydant est primaire, ce qui permet de maintenir le potentiel redox et de réduire la production de radicaux libres.

2.2. Activité anti oxydante

2.2.1. Aperçue général

Les composés les plus utilisés en tant qu'antioxydants synthétiques sont le carotène (provitamine A), l'acide ascorbique (vitamine C), le tocophérol, la quercétine, la rutine et le picnogénol. Tous les structures des antioxydants soit d'origine naturelle ou de synthèse renferment des structures hydroxy phénoliques. Ces structures ont la capacité à piéger les radicaux libres tels que les groupements hydroxyles (OH) et les superoxydes (O2**) (Antonovich *et al.*, 2002).**

2.2.2. Les techniques les plus courantes l'activité antioxydant

L'activité antioxydant est évaluée par plusieurs méthodes telles que :

- **Le test du 2,2-Di-Phényl-1-Picryl-Hydrazyl (DPPH).**
- **L'ABTS (2,2'-azinobis- [3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid).**
- **FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power).**
- **ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity (Rahman *et al.*, 2009).**

3. Les radicaux libres

3.1. Le radical libre

Un radical libre est une molécule ou un atome qui contient un ou plusieurs électrons non appariés dans son orbite externe. Ces électrons non appariés rendent les radicaux libres extrêmement réactifs, car ils cherchent à s'apparier avec d'autres électrons, ce qui peut provoquer des réactions chimiques rapides et parfois destructrices **(Balouiri *et al.*, 2016).**

3.2. Caractéristiques des radicaux libres

a. Réactivité Chimique

Les radicaux libres sont hautement réactifs en raison de leurs électrons non appariés. Ils peuvent facilement interagir avec d'autres molécules, provoquant des réactions en chaîne qui peuvent endommager les cellules et les tissus.

b. Formation

Les radicaux libres peuvent être formés par plusieurs processus naturels et environnementaux, y compris :

- Les processus métaboliques normaux dans le corps (comme la respiration cellulaire).
- L'exposition aux radiations, à la pollution, aux produits chimiques toxiques et au tabagisme. - Les réactions de l'organisme à des infections ou inflammations.

c. Types de Radicaux Libres

Les radicaux libres les plus couramment rencontrés dans les systèmes biologiques incluent :

- **Radical hydroxyle (•OH) :** Très réactif et peut causer des dommages importants à toutes les classes de macromolécules cellulaires, y compris les glucides, les lipides, les protéines et les acides nucléiques.
- **Anion superoxyde (O_2) :** Peut donner naissance à d'autres espèces réactives de l'oxygène (ERO) plus réactives.
- **Radical peroxyle (ROO)** et **Radical alkoxyle (RO) :** Formés lors de la dégradation des peroxydes lipidiques.
- **Radical nitrique (NO) :** Peut réagir avec l'oxygène ou d'autres radicaux libres pour former des espèces réactives de l'azote (ERON), comme le peroxynitrite ($ONOO^-$) **(Rahman *et al.*, 2015).**

3.3. Stress oxydatif

On parle de stress oxydatif lorsqu'elle pour le système antioxydant n'arrive pas à éliminer le cumul de Radical libre.

En temps normal, l'organisme dispose de systèmes antioxydants endogènes, comme les enzymes superoxyde dismutase (SOD), catalase (CAT) et glutathion peroxydase (GPx), qui neutralisent les espèces réactives d'oxygène (ERO) qui préviennent les dommages cellulaires. Cependant, lorsque la production des ERO dépasse les capacités de défense antioxydant, un déséquilibre se produit, conduisant à un stress oxydatif. Ce stress provoque des altérations des structures cellulaires, telles que l'oxydation des lipides membranaires, la modification des protéines et les dommages à l'ADN, pouvant entraîner des dysfonctions cellulaires et contribuer au développement de diverses pathologies, notamment les maladies cardiovasculaires, neurodégénératives et cancéreuses **(Phaniendra, 2015).**

4. L'activité antimicrobienne

4.1. Généralité

Les bactéries sont des micro-organismes unicellulaires classés parmi les procaryolass car ils ne possèdent pas de membrane nucléaire. Ce caractère les distingue des autres organismes unicellulaires classés parmi les eucaryotes (champignons, algues, protozoaires). Les bactéries ont généralement un diamètre inférieur à 1µm. On peut les voir au microscope optique, à l'état frais ou après coloration. Leur forme peut être sphérique (Cocci), en bâtonnet (bacilles), incurvée (vibrions) ou spiralée (spirochètes). Les détails de leur structure ne sont visibles qu'en microscopie électronique **(Nauciel & Vildé, 2005).**

Le terme "agent antimicrobien" désigne toute substance utilisée pour détruire les micro-organismes ou empêcher leur croissance, y compris, agents antibactériens. Les agents antimicrobiens sont utilisés depuis des décennies pour traiter les maladies transmissibles et prévenir les infections **(CCE, 2001**). Le mode d'action de ces agents sur les bactéries, peuvent être : bactériostatique, lorsque la substance inhibe la multiplication des bactéries ou bactéricides : lorsque la substance détruit totalement les bactéries.

Partie expérimentale

1. Enquête ethnobotanique

L'enquête ethnobotanique implique un travail sur le terrain qui nous a permis d'entrer en contact direct avec la population de la commune étudiée. Cela nous a permis d'évaluer les connaissances des populations locales et leurs relations avec les plantes.

1.1. Fiche d'enquête

Une enquête ethnobotanique réalisé dans l'une des régions du pays (Fig. 03) ; a été mené au à moyen de fiche d'enquête ; contenant une série de questions sur usage traditionnel des plantes médicinales pour traiter le diabète, que nous avons renseigné auprès des riverains d'une des régions de l'Est algérien (Guelma) ; où un nombre de 100 personnes ont été interrogé et choisis aléatoirement et ce pendant une période de 3 moins.

Nous avons élaboré ce questionnaire nous-mêmes en fonction de nos objectifs de recherche (figure 04).

1.2. Contenu du questionnaire

Le formulaire du questionnaire de l'enquête (Annexe 1) est divisé en deux parties permettant de recueillir des informations concernant la personne.

- L'information :

- Age, Sexe, Niveau scolaire, Milieu de vie, état de santé.

- L'information sur les plantes :

- Nom des plantes : nom vernaculaire.
- Parties utilisées : tiges, racines, feuilles, grains, partie aérienne ;
- Mode de préparation : décoction, macération, infusion, poudre ;
- Mode d'utilisation : interne, externe ;
- Origine de plantes : cultivé, sèche ;
- Origine d'information : utilisé, lecture, expérience des autres ;
- Efficacité de la plante : efficace, faible, meilleure que les médicaments.

1.3. Traitement des données

Les informations consignées sur les fiches d'enquêtes ont été traitées et enregistrées dans le logiciel Excel (Microsoft office). L'analyse des données a impliqué l'utilisation de méthodes simples de statistiques descriptives.

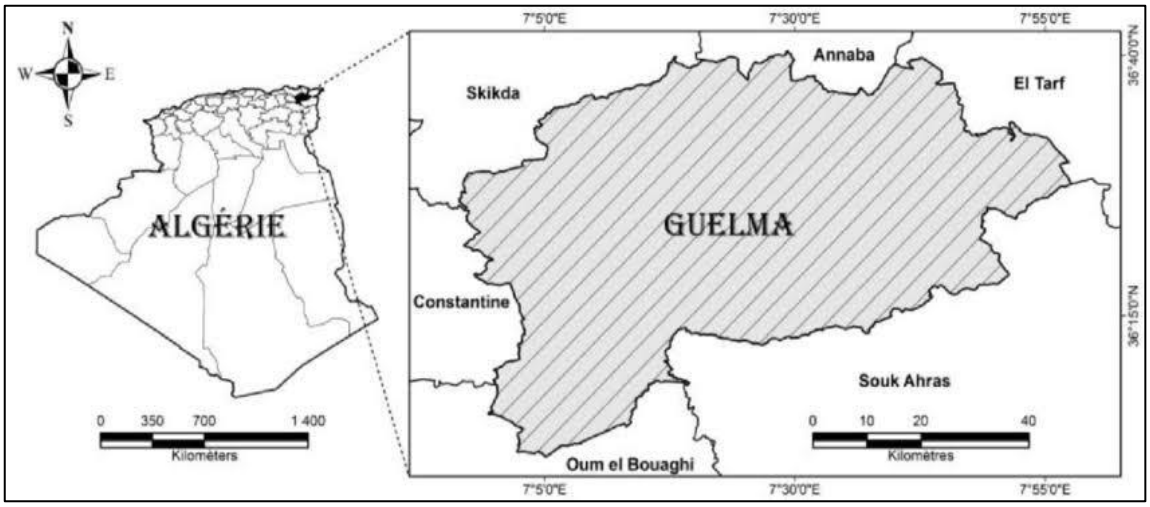


Figure 03. Localisation géographique de la wilaya de Guelma. (DPAT, 2005).

Enquête ethnobotanique à propos des plantes médicinales utilisées dans le traitement traditionnel du diabète à Guelma

FICHE ENQUETE ETHNOBOTANIQUE

Profil de personne :

Age : A1 : (20-30) ☐ A2 : (30-40) ☐ A3 : (40-50) ☐ A4 : (50-60) ☐ A5 : > 60 ans ☐

Sexe : Masculin ☐ Féminin ☐

Niveau scolaire : Non scolarisé ☐ Scolarisé ☐

Milieu de vie : Rural ☐ Urbain ☐

L'état de santé : Diabétique ☐ sein ☐

Les plantes médicinales : utilisées pour traiter le diabète

Plante	Partie utilisées						Mode de préparation				Mode d'utilisation		Origine de plante	
	Entière	Feuilles	Fruit	Fleurs	Graines	Racines	décoction	infusion	macération	poudre	interne	externe	cultivé	sèche

Origine de l'information : utilisée ☐ lecture ☐ expérience des autres ☐

Efficacité de la plante : faible ☐ efficace ☐ meilleure que les médicaments ☐

Figure 04. Fiche d'enquête (Atailia, 2024).

2. PARTIE EXPERIMENTALE

2.1. Objectif de l'étude

L'objectif de notre travail vise à faire une analyse quantitative de quelques métabolites secondaires existants dans la partie aérienne et racinaires de l'une des plantes sélectionnées dans l'enquête ethnobotanique réalisée auparavant sur les plantes antidiabétiques il s'agit de la chicorée amère.

Dans cette deuxième partie on illustre le matériel et les méthodes utilisés dans les différentes étapes de notre travail expérimental. Nous avons entamé cette partie par une préparation de différents extraits de la plante, ensuite la détermination quantitative des composés actifs dans les extraits de la plante étudiée et en fin leur l'application, par l'évaluation des activités antioxydant et antimicrobienne.

2.2. Description de la zone d'échantillonnage

L'échantillonnage a eu lieu dans l'Est de la wilaya de Guelma. Située à l'extrémité Est de la zone tellienne au niveau de la commune de Boukamouza (Figure, 05).

Figure 05. Localisation géographique de la zone d'échantillonnage.

2.3. Données climatiques

a. Température

La température est l'un des facteurs les plus importants du climat. Elle agit sur les répartitions d'eau qui s'opèrent par le phénomène de l'évapotranspiration. Les données des températures moyennes mensuelles mesurées au niveau de la station de Guelma **(1990 - 2014)**, sont consignées dans le tableau. **(Meddour, 2010)**.

Tableau 01. Températures moyennes mensuelles la région de Guelma (1990 - 2014).

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Jui	Août	Sep	Oct	Nov	Déc
T (C°)	9,04	9,95	13,26	16,44	21,01	25,87	29,54	29,56	25,1	20,44	14,35	10.14

Les températures moyennes mensuelles les plus élevées sont observées pendant la période allant de juin à octobre, avec des températures variant de 20 à 27,51°C. Par contre les températures les plus basses (9 à 12,47°C) sont observées pendant la période hivernale (décembre à mars) avec un minimum enregistré pendant le mois de janvier 9,76°C.

b. Les précipitations

Les précipitations désignent tout type d'eau qui tombe de ciel, sous forme liquide ou solide. Elle représente un facteur climatique très important qui conditionne l'écoulement saisonnier et par conséquent le régime des cours d'eau **(Dajoz, 2000)**.

Les pluies qui tombent en Algérie sont orographiques et torrentielles. Elles varient selon l'altitude.

Divers facteurs contribuent à déterminer les zones de précipitations en Algérie, en particulier l'orientation des chaînes de montagnes et la direction des vents dominants porteurs d'humidité. Sur tout le littoral et le Tell, la direction des vents, pendant la saison pluvieuse, est franchement Nord - Ouest Avec une fréquence moyenne de 50 fois par an, ce sont les vents du Nord - Ouest qui apportent les précipitations hivernales.

c. Le diagramme ombrothermique

Le diagramme ombrothermique de **Bagnouls et Gaussen** nous permet de mettre en évidence la période sèche et humide de notre zone d'étude **(Bagnouls et Gaussen, 1957)**. Un mois est biologiquement sec lorsque le rapport précipitation (P) sur température (T) est inférieur à 2 (P/T<2). Sur la base de l'équation P = 2T, nous avons réalisé le diagramme ombrothermique de la région de Guelma.

Selon **Bagnouls et Gaussen**, une période sèche est due aux croisements des courbes de température et des précipitations. Cette relation permet d'établir un histogramme pluviométrique sur lequel les températures sont portées à une échelle double des précipitations.

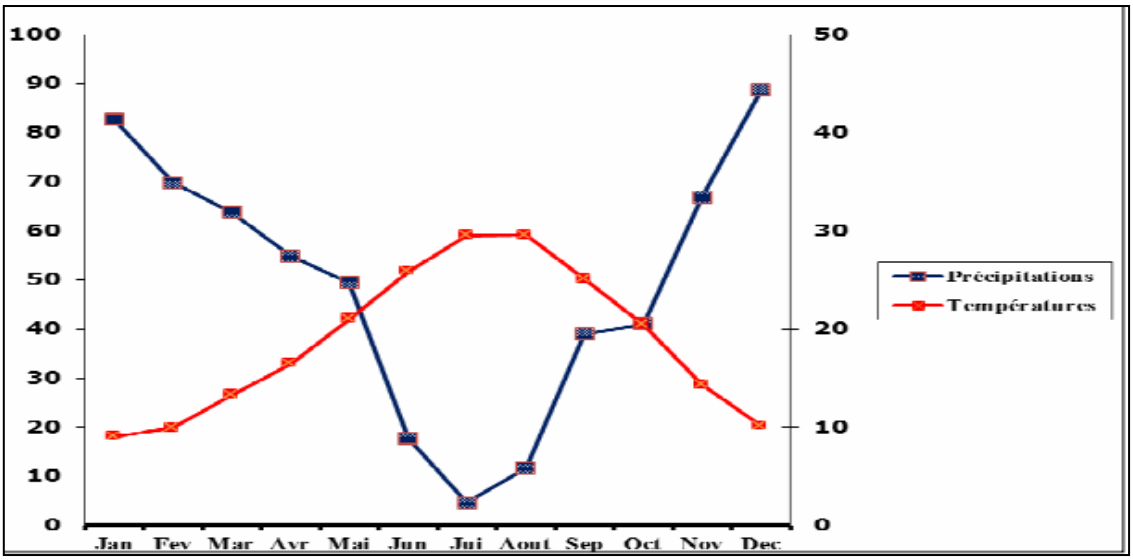


Figure 06. Diagramme pluviothermique de la région de Guelma

L'analyse du diagramme (Figure 06) montre que la période sèche est d'environ 05 mois. Elle s'étend du mois de juin jusqu'à le mois d'octobre, tandis que la période humide s'étend du mois de novembre jusqu'au mois de mai.

La détermination de cette période est d'une grande importance pour la connaissance de la période déficitaire en eau.

2.4. Matériel végétal

Les parties aériennes et racinaires (feuilles et racines) de la plante *Urospermum dalechampii L.* La plante appartient à la famille des *Asteraceae*, au genre *Urospermum* et à l'espèce *Urospermum dalechampii* (figure 07). Utilisée comme matériel végétal pour notre expérimentation.

Le nom *Urospermum dalechampii* provient du mot grec « **ouro** » qui signifie une queue et « **sperma** » la semence, une graine. *Dalechampii* vient du nom d'un botaniste français, jacques d'alchamps **(Beloued, 1998)**. En Méditerranée, le genre *Urospermum* est représenté uniquement par deux espèces : *Urospermum dalechampii* et *Urospermum picroides*. Selon **(Mauric, 2000)** les noms vernaculaires d'*U.dalechampii* sont :

- **Français** : Urosperme de Daléchamps, Chicorée amère.
- **Anglais** : Golden-fleece.
- **Arabe** : Belrhem,بلرهم Ras el hanechراس حنش, Arg ben dahman عرق بن دحمان.

Figure 07. *Urospermum dalechampii* (C. Gerhardt Analytical Systems).

2.4.1. Taxonomie de la plante

Selon **(Bayer *et al.*, 1990)** la classification d'*Urospermum dalechampii* est la suivante

Règne : *Plantae* ;

Sous-règne : *Tracheobionta* ;

Division : *Magnoliophyta* ;

Classe : *Magnoliopsida* ;

Sous-classe : *Asteridae* ;

Ordre : *Asterales* ;

Famille : *Asteracea* ;

Genre : *Urospermum* ;

Espèce : *Urospermum dalechampii*.

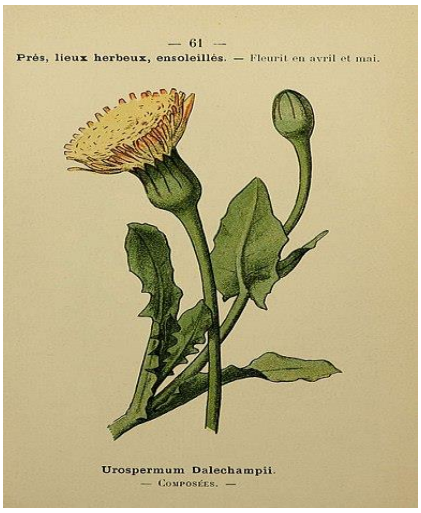


Figure 08. *Urospermum dalechampii* (Génial végétale, 2014- 2024).

2.4.2. Description de la plante

U. dalechampii est une plante vivace, dressée de 40cm de hauteur, velue à tige isolée. Les feuilles basales, disposées autour de la tige, sont découpées, tandis que les supérieurs sont entiers. Ses fleurs sont de couleur jaune pâle à sommet finement denté et à contour pourpré. Les fruits (akènes) sont noirs, spatulés à bec, surmontés d'une aigrette de soies pulmeuses d'un blanc rougeâtre. Floraison abondante pendant tout le printemps **(Bayer *et al.*, 1990)**

Figure 09. La plante *Urospermum dalechampii*. (Atailia, 2024).

2.5. Séchage et conservation

Le matériel végétal recueilli a été séché à une température ambiante (40°C) dans étuve pendant 24h, puis en utilisant un broyeur électrique. Ensuite, on tamise la poudre obtenue à l'aide d'un tamis. La poudre finale obtenue est stockée séparément jusqu'à ce qu'elle soit utilisée.

2.6. Les manipulations aux Laboratoires

Toutes les manipulations se rapportant aux extractions et aux dosages ont été réalisées aux Laboratoires de Biochimie et de Chimie de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie de l'Université Chadli Bendjedid d'El Tarf.

2.6.1. Réactifs et produits chimiques

- **Solvant organiques :** éthanol, eau distillée.
- **Acide /Base :** Acide chlorhydrique (HCl à 70%), vanilline à 4%.
- **Etalon (composés phénoliques) :** Acide gallique, Catéchine.
- **Réactifs :** DPPH, Folin-Ciocalteu.
- **Sels :** carbonate de sodium (Na_2CO_3), chlorure d'aluminium ($AlCl_3$), nitrite de sodium ($NaNO_2$), hydroxyde de sodium (NaOH).

2.6.2. Matériels de laboratoire

Entonnoir, les cuves, papier filtre, papier d'aluminium, Baro magnétiques, la hotte, portoir, cône bleu et jaune, pipette pasteur, Erlenmeyer, les micropipettes, les éprouvettes, les béchers, les tubes Eppendorf, broyeur, le spectrophotomètre, balance de précision, agitateur et le vortex (annexe X).

3. Méthodes

3.1. Préparations des échantillons

Le végétal a été séché. On peut effectuer un broyage fin des feuilles et un autre des racines séchées en utilisant un broyeur électrique. Ensuite, on tamise la poudre obtenue à l'aide d'un tamis. La poudre finale obtenue est stockée séparément jusqu'à ce qu'elle soit utilisée.

3.1.1. Extraction des polyphénols

L'objectif de l'extraction est de libérer les phénols totaux présents dans les structures vacuolaires par rupture du tissu végétal et par diffusion. Ces composés sont isolés par le

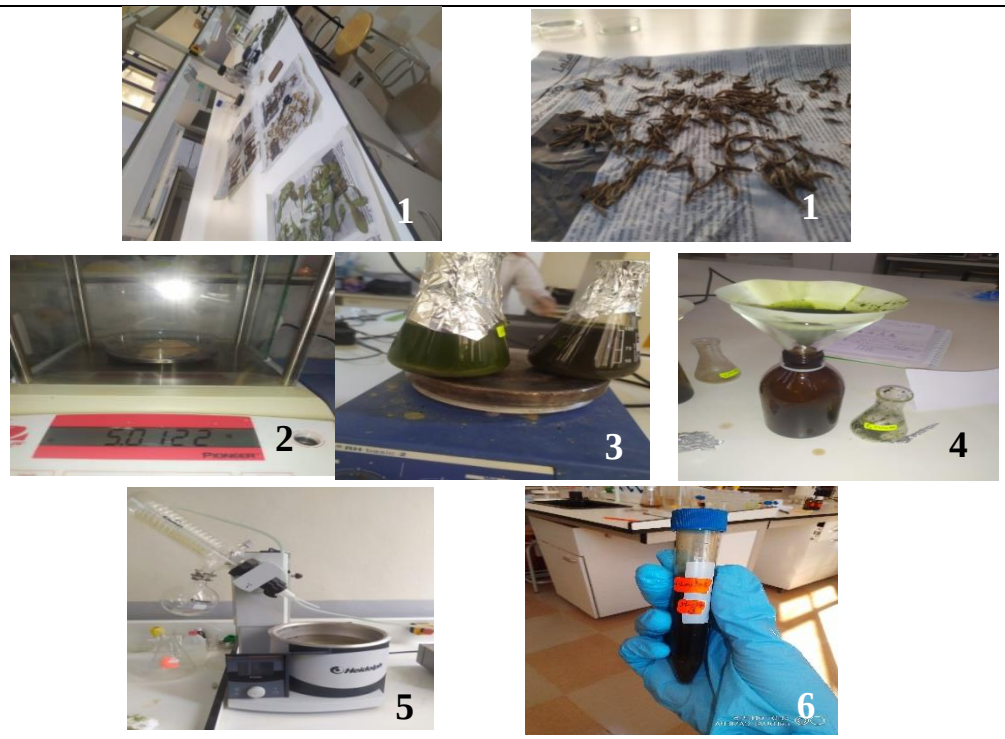
procédé solide-liquide en s'inspirant des méthodes décrites par plusieurs auteurs entre autres **(Atanosova et Ribarova, 2009).**

3.1.2 Extraction par macération

a. Protocole

Trois méthodes ont été employées : une avec 100% d'éthanol, une avec 50% d'éthanol et 50% d'eau distillée, et une autre avec 100% d'eau distillée.

Chaque échantillon (feuilles / racines) est placé à raison de : 5g de végétale dans deux erlenmeyers séparés, avec 50ml de solvant utilisé, Les macérations sont effectuées sous agitation continue et à température ambiante durant 24 heures, après filtration, Les filtrats sont ensuite évaporés à sec en utilisant l'évaporateur rotatif.



1. séchage. 2. Balance. 3. Macération. 4. Filtration. 5. Rota vapeur. 6. extrait

Figure 11. Protocole de macération (Atailia, 2024).

3.1.3 Extraction par Soxhlet

a. Principe

Une pièce de verrerie appelée extracteur de Soxhlet est employée dans le domaine de la chimie analytique et de la chimie organique pour extraire en continu un composé chimique présent dans une poudre solide. Le concept est identique à celui de toute extraction. Il est nécessaire d'effectuer un nombre considérable d'extractions successives afin d'obtenir une séparation adéquate.

L'extracteur de Soxhlet est une machine spécialement développée pour extraire en continu des substances solide-liquide

Il est nécessaire de porter à ébullition le solvant puis de le condenser avec le condenseur à boules dans le réservoir à siphon, qui contient le solide à extraire dans une cartouche de papier épais. Le solvant et le produit à extraire sont en contact dur.

Lorsque le solvant s'accumule dans le réservoir, puis lorsque le solvant atteint un niveau spécifique, il commence à s'accumuler dans le siphon et retourne dans le ballon en entraînant la substance dissoute.

Selon **Penchev (2010**), ce cycle est répété à plusieurs reprises en fonction de la facilité avec laquelle le produit se diffuse dans le solvant.

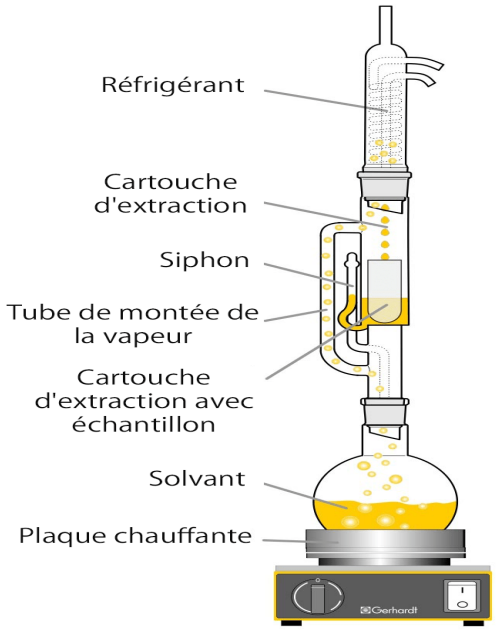


Figure 12. Méthode d'extraction de Soxhlet (C. Gerhardt Analytical systems).

b. Protocole

Une cartouche contenante 20g de poudre de racine ou bien de feuille d'*U.dalechampii,* est placée dans le Soxhlet, avec un réfrigérant et le ballon contenant 250ml de solvant d'extraction, à savoir le méthanol. Lorsque le solvant est chauffé, il s'évapore, se condense dans le réfrigérant, retombe dans l'extracteur, solubilisant les principes actifs et retourne dans le ballon de récupération. Cette opération est répétée à plusieurs reprises jusqu'à ce que la plante soit complètement épuisée (épuisement pour 6 cycles). Le délai de traitement varie en fonction du solvant utilisé. Pour obtenir les différents extraits le solvant et les matières solubilisées sont éliminés du ballon en utilisant le Rota-vapeur.

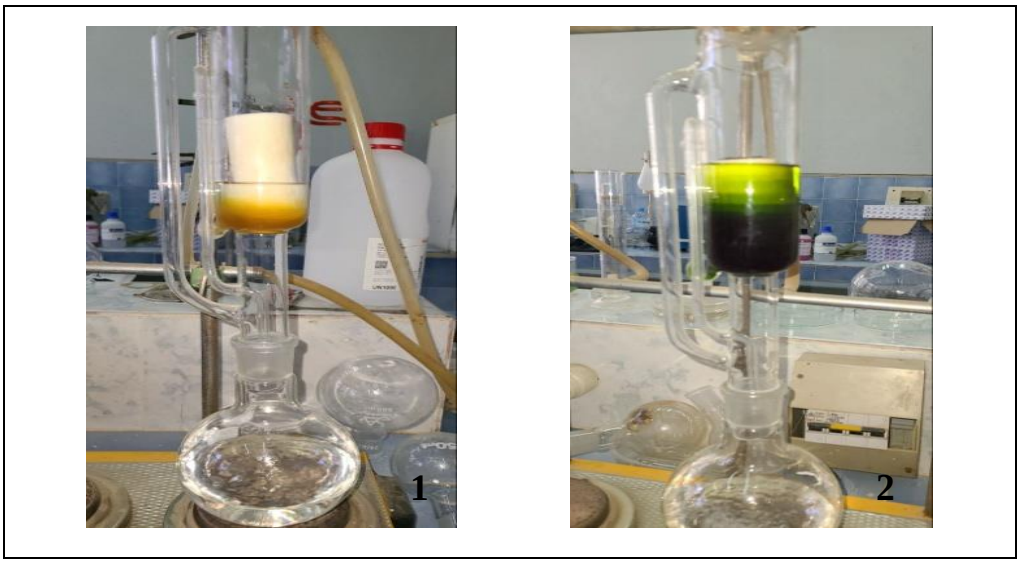


Figure 13. Extraction par Soxhlet (Atailia, 2024).

3.2. Analyse des composés phytochimiques

3.2.1 Dosage des polyphénols totaux

a. Principe

Une réaction d'oxydoréduction est à la base de ce dosage. Le réactif de Folin-ciocalteu est un acide de couleur jaune constitué par un mélange d'acides phosphotungstique (H_3 PW_{12} O_{40}) et d'acide phosphomolybdique (H_3 PMO_{12} O_{40}). Il est réduit au cours de l'oxydation des phénols en un mélange d'oxydes bleus de tungstène (W_8 O_{23}) et de molybdène (Mo_8 O_{23}). Cette coloration bleue dont l'intensité est proportionnelle aux taux de composés phénoliques présents dans le milieu donne un maximum d'absorption entre 700 et 750 nm.

b. Protocole

Le dosage des polyphénols est réalisé selon la méthode de **Dewanto *et al*., (2002)** reprise et modifiée par **Medjeldi *et al*., (2018).** A 100 µl d'extrait (dilution appropriée) ou de standard, on ajoute 400 µl du réactif de Folin-ciocalteu (dilué 10 fois dans de l'eau ultra pure). Le mélange réactionnel est agité, puis après 5 mn, la couleur bleue apparue est intensifiée et stabilisée par l'ajout de 500 µl de sodium ($Na_2 CO_3$) à 7.5 %. Après agitation au vortex, le mélange est incubé pendant 1h à l'obscurité et à température ambiante.

La densité optique (DO) est mesurée à λ=725 nm, à l'aide d'un spectrophotomètre **(JENWAY 6300) (annexe 03)**. Le tube « blanc » ne contenant pas d'extrait, sert à ajuster le zéro de l'appareil.

La quantification des polyphénols est réalisée à partir d'une gamme étalon d'acide gallique en concentrations finales (2,5 à 10 µg/ml) en milieu aqueux.

Les teneurs en polyphénols sont exprimées en mg d'équivalent d'acide gallique par gramme de matière fraiche (mg EAG/g MF).

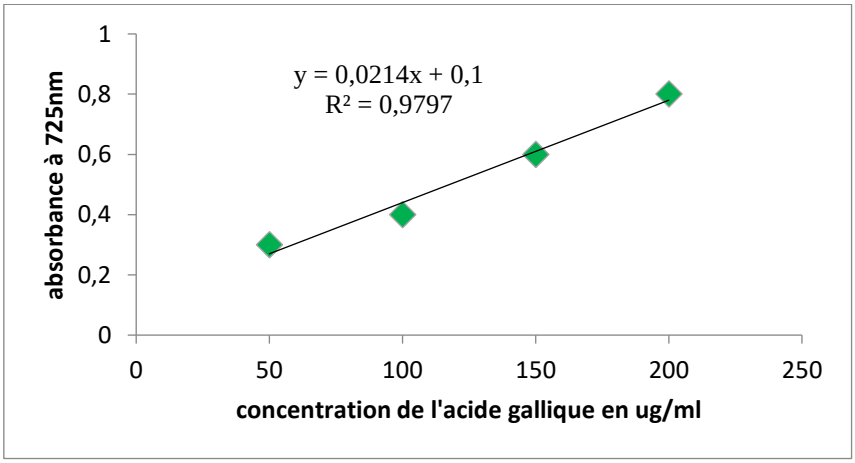


Figure 14. Courbe d'étalonnage de l'acide gallique pour l'analyse des polyphénols.

3.2.2. Dosage des flavonoïdes

a. Principe

La formation d'un complexe entre les flavonoïdes et le chlorure d'aluminium est à la base de ce dosage spectrophotométrique.

b. Protocole

Le dosage des flavonoïdes est effectué selon la méthode rapportée par **Medjeldi *et al.*, (2018).** Une prise de 100 µl d'échantillon convenablement dilué est mélangée à 400 µl d'eau distillée et 30 µl de $NaNO_2$ (5%). Après 5 mn de repos, on ajoute 60 µl d'une solution d'$AlCl_36H_2O$ (10%) fraichement préparée puis après 6 mn d'incubation, on ajoute 200 µl de NaOH (1M). Le mélange réactionnel est ajusté à 1 ml avec de l'eau distillé. Après une incubation de 1 h à l'obscurité, la lecture de l'absorbance est faite à 510 nm contre le tube « blanc » dans lequel l'extrait est remplacé par le solvant d'extraction.

Une gamme étalon de catéchine à des concentrations finales allant de 12,5 à 100µg/ml est utilisée pour la quantification des flavonoïdes.

Les teneurs en flavonoïdes sont exprimés en milligramme d'équivalent de catéchine par gramme de matière fraiche (mg EC/g MF) (figure 29).

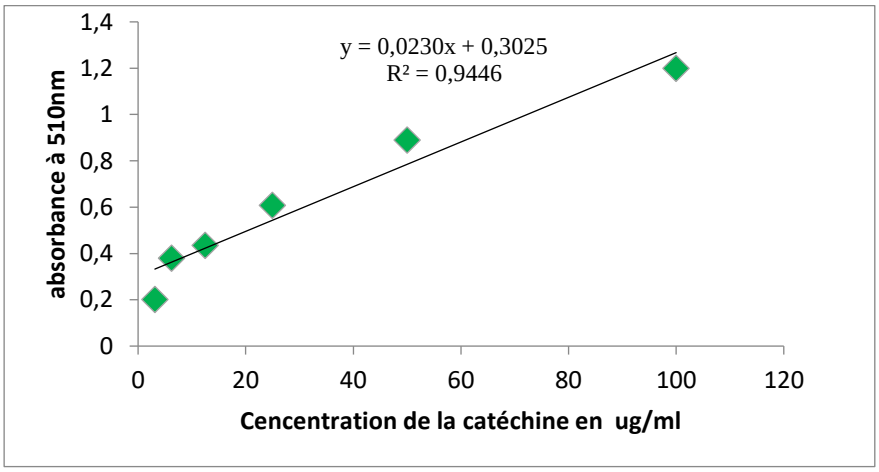


Figure 15. Courbe d'étalonnage de la catéchine pour le dosage des flavonoïdes.

3.2.3 Dosage des tanins condensés

a. Principe

En présence d'acide concentré, les tanins condensés se dépolymérisent et en réagissant avec la vanilline, se transforment en anthocyanidols de couleur rouge spécifique, mesurable par spectrophotométrie.

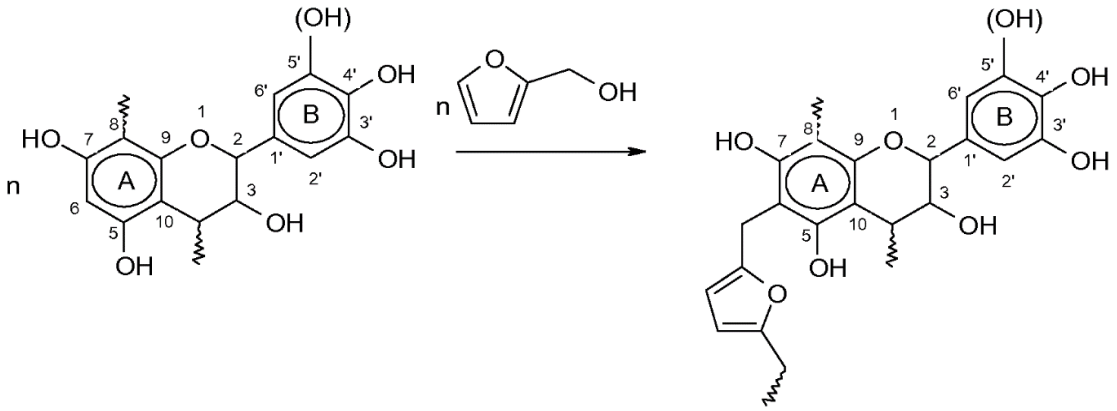


Figure 16. La réaction des tanins en présence de la vanilline.

b. Protocole

Les tanins condensés sont analysés par la méthode colorimétrique **(Medjeldi *et al.*, 2018).** Une prise de 100 µl de l'extrait convenablement dilué est mélangée avec 600 µl de vanilline (4%) fraichement préparé et 300 µl de HCL concentré. La solution obtenue est homogénéisée par agitation, puis maintenue au repos pendant 30 mn à l'obscurité. L'absorbance est mesurée à 500 nm.

La gamme étalon est préparée avec à des concentrations finales de catéchine allant de 12,5 à 100 µg/ml (figure 15).

Les teneurs en tanins sont exprimées en milligramme d'équivalent de catéchine par gramme de matière sèche (mg EC/g MF) (figure 30).

3.3. Evaluation du pouvoir antioxydant

3.3.1 Piégeage du radical libre DPPH

Cette méthode est décrite par plusieurs auteurs entre autres**, (Iwashima *et al.*, 2005 ; Rigane *et al.*, 2011 ; Medjeldi *et al.*, 2018).** C'est une technique avantageuse du fait qu'elle soit indépendante, simple et rapide.

a. Principe

Le DPPH *(2,2 diphényl-1 picrylhydrazyl) est un radical stable qui absorbe dans le visible entre 515 à 520 nm. Le test consiste à faire réagir le DPPH de coloration violette avec des molécules dites « antioxydants » afin de mesurer leur capacité à le réduire en DPPH-H de

coloration jaune. Ce changement de couleur reflète le pouvoir de l'extrait végétal à piéger ce radical. Le phénomène peut donc être suivi par spectrophotométrie visible.

b. Protocole

L'estimation de l'activité anti radicalaire est déterminée selon la méthode décrite par **El-Haci *et al.*, (2011)** avec quelques modifications. A 975 µl d'une solution méthanolique de DPPH à (4%) sont ajoutés 25 µl de l'extrait à différentes concentrations. Après agitation vigoureuse, le mélange est gardé à l'obscurité pendant 1h. L'absorbance est mesurée à 517 nm en se référant à un témoin sans extrait. Le méthanol est utilisé comme blanc.

Expression de l'activité anti radicalaire

Elle est exprimée en pourcentage d'inhibition qui est calculé selon la formule suivante :

$$\mathbf{PI\%} = [(\mathbf{DO}_{\text{témoin}} - \mathbf{DO}_{\text{extrait}}) / \mathbf{DO}_{\text{témoin}}] \times 100$$

PI% : **pourcentage** d'inhibition
$DO_{témoin}$: Absorbance de la solution témoin (DPPH)
$DO_{extrait}$: Absorbance de la solution antioxydant (extrait)

La régression linéaire de la courbe : $PI\% = f [C_{extrait}]$ permet de déterminer l'IC_{50} qui correspond à la concentration en extrait responsable de l'inhibition de 50% de radical DPPH* L'IC_{50} est exprimée en unités de concentration de l'extrait.

3.4. Activité antimicrobienne

L'activité antibactérienne a été testée avec l'extrait aqueux de la feuille et l'extrait éthanolique de la feuille et de la racine de la plante d'*U.dalechampii* (FE-FS-RS). La manipulation a été effectuée au Centre de Biotechnologie de Bordj Cédria (CBBC), Laboratoire des Substances Bioactives.

3.4.1 Les souches utilisées

L'extrait mentionné ci-dessus a été testé contre trois souches gram-positif (*Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Lysteria monocytogenes* ATCC 192195, *Streptomyces mirabilis*), trois souches gram-négatifs (*Klebsiella pneumoniae* ATCC 4352, *Salmonella* ***DAB*** *560*, *Escherichia coli* ATCC 25922).

a. Protocole

La méthode appliquée est celle de la diffusion sur gel d'agar décrite par **Medjeldi *et al.*, (2018,2021)** avec quelques modifications. Brièvement, une suspension microbienne de chacune de ces souches (quelques colonies prélevées à partir d'une culture fraîche de 24h, sur milieu (Luria-Bertani) dans 10 ml d'eau physiologique) a été préparée. Chacune de ces suspensions a été parfaitement agitée au vortex et ajustée ***par dilutions successives*** jusqu'à atteindre une turbidité lue au densimètre donnant un dénombrement de 10^6 à 10^7 UFC (Unité Formant Colonie) / ml. Sept boites de pétrie préalablement coulées avec la gélose nutritive dont six avec le milieu MH (Mueller-Hilton) pour les bactéries et une avec le milieu SD (Sabouraud Dextrose) pour la levure ont été ensemencées avec chacune des suspensions adéquates. Des puits ont été creusés à l'aide de pipettes Pasteur (ou à défaut en utilisant les cônes de pipette automatique).

Les fonds des puits ont été tapissés d'agar mou (8 g/L) pour empêcher toute dispersion de l'échantillon ; 50 µL de l'extrait aqueux, à une concentration convenable, ont été ajoutés dans les puits. Après séchage, les boites de pétrie ont été incubées toute une nuit à 37°C. Le solvant d'extraction (eau stérile) a été utilisé comme contrôle négatif, tandis que la tétracycline et la nystatine (30 µg /puits) ont été utilisées comme contrôles positifs respectivement pour les bactéries et la levure.

L'apparition d'une zone d'inhibition autour des puits indique la présence d'une activité antibactérienne de l'extrait. Pour plus de certitude, l'expérience a été répétée une deuxième fois et le résultat correspond à la moyenne des deux valeurs ± l'écart type.

Exemple de préparation d'une dilution décimale ou au dixième : 1/10

Matériel :

• Un tube de diluant de 9 ml (eau distillée ou eau physiologique)

• Une pipette automatique P1000 avec cônes stériles

• Un vortex (facultatif)

Réalisation :

• Homogénéiser la suspension microbienne à prélever (agitation par mouvements circulaires pendant 10 secondes environ ou à l'aide d'un vortex).

• Ouvrir et flamber l'ouverture du tube.

• Prélever 1 ml de suspension à l'aide de la pipette automatique (Ne pas introduire la pipette dans la suspension de plus de 1 cm).

• Flamber et refermer le tube.

• Ouvrir le tube de 9 ml de diluant, flamber l'ouverture, y introduire le volume prélevé (sur la paroi sans toucher le liquide). Éviter tout contact entre la pipette contenant l'inoculum et le diluant stérile.

• Flamber et refermer le tube, jeter la pipette souillée dans le bac à eau de Javel.

1. Enquête ethnobotanique

1.1. Description de la population des interviews

Notre étude avait concerné 100 personnes habitent en Guelma.

a. Age

Les extrêmes d'âges des personnes variaient entre 20 et 80, la majorité d'entre eux (53 soit 39%) appartenait à la tranche d'âge (50-60 ans).

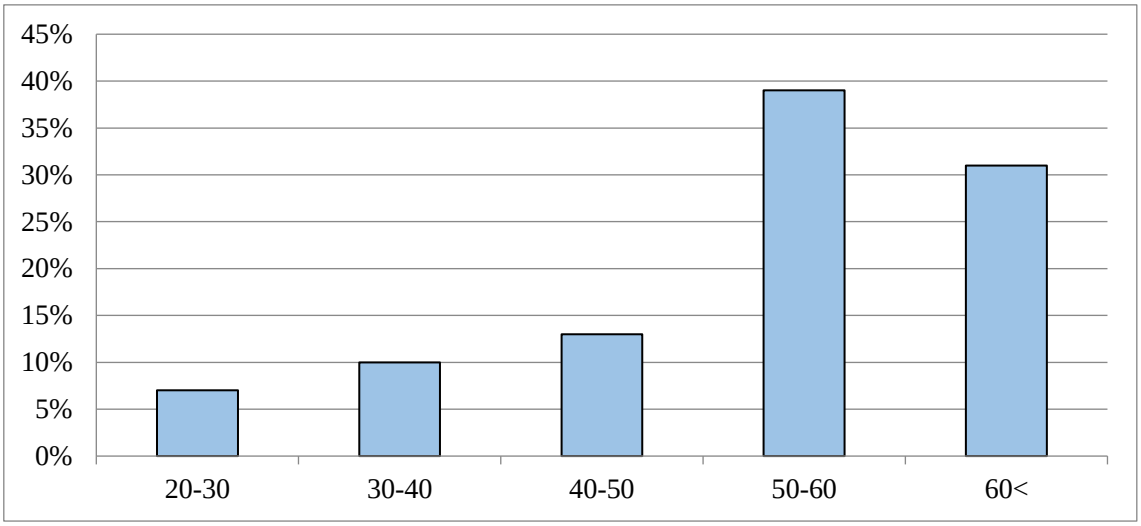


Figure 17. Profil des personnes en fonction de la tranche d'âge.

Selon **Anyinam (1995**), l'expérience accumulée et transmise d'une génération à l'autre est généralement la source de la connaissance des propriétés et des usages des plantes médicinales. La transmission de ce savoir est aujourd'hui menacée car elle n'est pas toujours garantie.

b. Sexe

On remarque que les hommes représentaient 59% de la population étudiée, par rapport à 41% des femmes (figure 18).

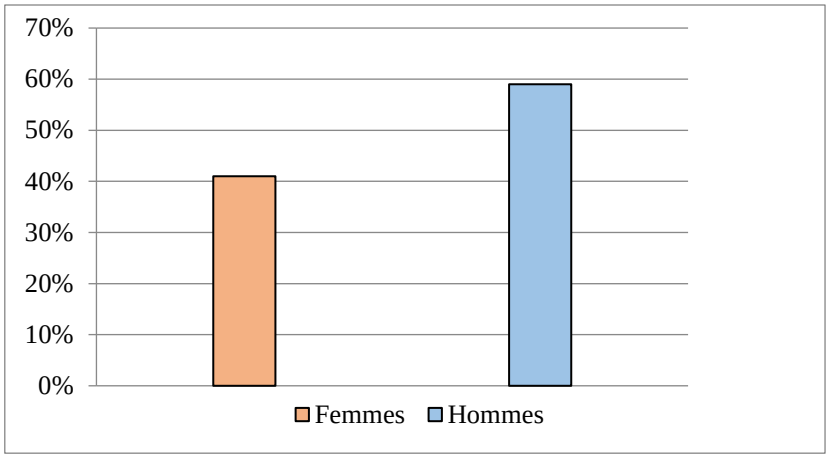


Figure 18. Répartition des personnes selon le sexe.

Cela peut être expliqué, par le nombre important d'interlocuteurs hommes, rencontrés lors des différentes enquêtes sur terrains. En effet, ces derniers étaient plus accessibles et disposés à répondre au questionnaire.

Néanmoins, d'autres travaux ethnobotaniques réalisés à l'échelle nationale et internationale révèlent que les femmes sont plus détentrices du savoir phytothérapeutique traditionnel. Notamment, les travaux en Algérie de **Bakiri et ses collaborateurs (2016)**, dans la région de M'sila et ceux de **Benkhnigue et ses collaborateurs (2011)** au Maroc dans la région de Mechraâ Bel Ksiri où le savoir-faire des plantes médicinales, reviens en premier lieu aux femmes.

c. Niveau d'étude

Concernant le niveau d'instruction, 52 % de la population n'était pas scolarisée, et 48% des personnes sont scolarisées.

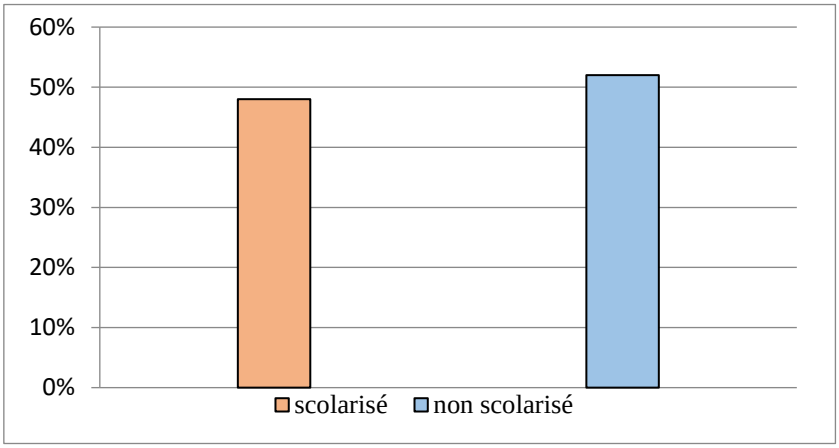


Figure 19. Répartition de la population selon le niveau d'instruction.

Sur la totalité des usagers de la médecine traditionnelle, les analphabètes dominent avec un pourcentage de 52%. Ce pourcentage d'utilisation est non négligeable chez les personnes ayant scolarisées (48%).

Ces résultats sont similaires à ceux obtenus par **Benkhnigue *et al.*, (2012)**, **Benlamdini *et al.*, (2014)**, **Kadri *et al.*, (2018)** dont les analphabètes avaient un taux de plus de 60%, 41% et 39% respectivement, alors que les universitaires avaient un taux inférieur à 06%, 9% et 08%, respectivement.

d. Milieu de vie

La majorité de la population étudiée (51%) appartenait au milieu rural.

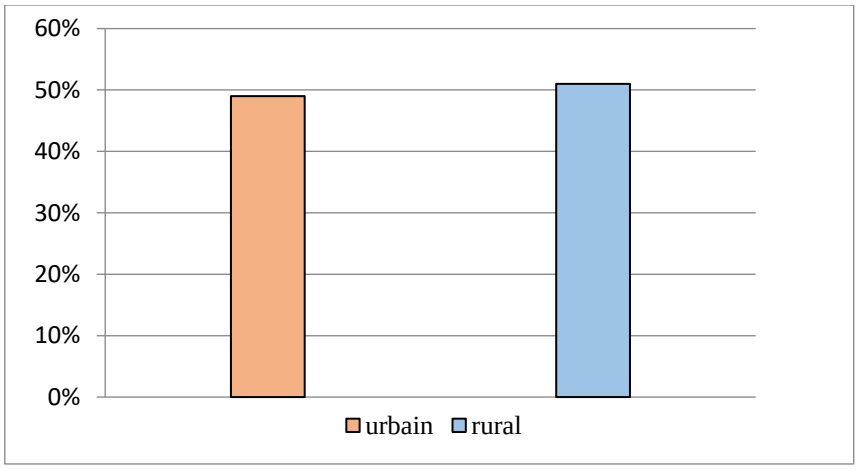


Figure 20. Répartition de la population selon le milieu de vie.

La participation des membres de la communauté rurale à l'interaction avec les plantes et les herbes médicinales a contribué à plusieurs facteurs, dont : **Les raisons religieuses:** où la fidélité à Allah est mentionnée et où un facteur lié à la doctrine religieuse dans la guérison est mentionné, la présence des noms d'herbes dans le Coran a poussé les citoyens à se fier à elle alors qu'il n'y a pas d'avantage pour ce qui a été protégé par le coran (l'olive, l'olivier, le raisin, le sarrasin, les oignons...). **Causes sociales :** les herbes médicinales ont contribué à guérir un certain nombre de maladies selon leur point de vue. **Les raisons économiques :** la pauvreté et la baisse du revenu individuel en échange de la réduction des médicaments vendus en pharmacie. **Motifs culturels :** les biens culturels jouent un rôle important dans la définition de l'infrastructure actuelle de la société rurale, fondée sur la préservation des coutumes et des traditions, où les herbes et les plantes médicinales sont considérées comme un héritage culturel des ancêtres qui doit être préservé **(Ahmidouche. S, 2018).**

e. Source de l'information sur les plantes

La majorité des personnes (89%) sont utilisés ces plantes, (8%) lecteur et (3%) par des expériences des autres.

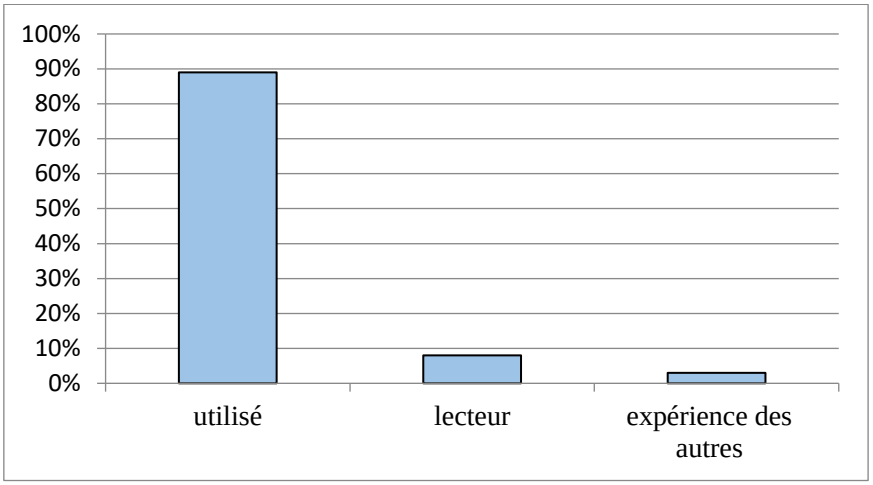


Figure 21. Origine de l'information.

1.2. Les plantes antidiabétiques recensées

Les informations ethnobotaniques recensées confirment la diversité des plantes médicinales utilisées pour le traitement du diabète dans cette région. L'inventaire des plantes est présenté dans deux tableaux.

Répartition des plantes selon la classification APG

Le tableau (1) regroupe par ordre alphabétique les familles, les noms scientifiques, vernaculaires, en français et en anglais des plantes médicinales recensées sur la base du système **APGIII** (Groupe Phylogénie angiospermes) **(APG III, 2009)**.

Tableau 02. Classement des plantes médicinales selon leurs familles, leurs noms scientifique, vernaculaire, français et anglais.

	Famille (APGIII)	Nom scientifique	Nom vernaculaire	Nom français	Nom anglais
1	Apiacées	*Coriandrum sativum*	المعدنوس Maednous	Coriandre	Coriander
2		*Cuminum cyminum*	كمون Kammoun	Cumin	Cumin
3		*Lepidium satioum*	حب رشاد Hab rchad	Cresson alénois	Garden cress
4	Astéracées	*Artemisia herba-alba Asso*	الشيح Chih	Armoise blanche	White mugwort
5		*Urospermum*	عرق بن دحمان، راس	Chicorée amère	Golden-

		dalechampii	حنش Ras hnech		fleece
6	Burseracées	*Boswellia carterii*	لبان Louban	Oliban/ encens vra	Frankincense olibanum-tree
7	Fabacées	*rigonella foenum-graecum*	الحلبة Helba	Fenugrec	Fenugreek
8	Lamiacées	*Salvia officinalis*	ميرامية Miramia	Sauge officinale	Garden sage
9		*Thymus vulgaris*	الزعتر Zaater	Thym	Thyme
10		*Rosmarinus officinalis*	اكليل الجبل Iklil eldjbel	Romarin	Common Rosemary
11	Lauracées	*Cinnamomum cassia Blume*	القرفة Qarfa	Cannelle	Cinnamon
12	Oléacées	*Olea europaea*	الزيتون Zitoun	Olivier	Olive
13	Zingibéracées	Zingiber officinalle	زنجبيل Zandjabil	Zingiber	Ginger

Les données collectées ont permis de recenser treize (**13**) espèces de plantes appartenant à huit (**08**) familles botaniques dont les plus représentées sont *les Lamiacées*, *les Apiacées* et *les Astéracées* (figure 22).

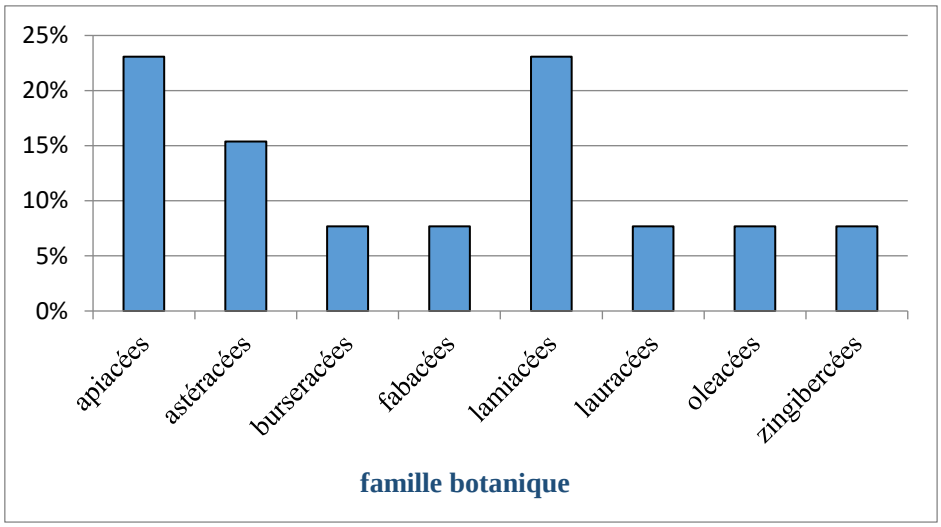


Figure 22. Fréquence des familles botaniques.

Répartition des plantes selon la fréquence d'utilisation

Le tableau (2) présente des informations sur l'utilisation de ces plantes (origine, parties utilisées, modes de préparation) selon le nombre de citation.

Tableau 03. Classement des plantes médicinales selon le nombre de citation.

N	Nom commun	Nom vernaculaire	Origine	Partie utilisée	Mode de préparation
1	Sauge officinale	ميرامية	Sèche	Feuilles	Décoction, macération
2	Armoise blanche	الشيح	Sèche, Cultivée	Feuilles	Décoction, infusion
3	Olivier	ورق الزيتون	Cultivée	Feuilles	Décoction, infusion
4	Chicorée amère	عرق بن دحمان	Cultivée	Racines	Macération
5	Zingiber	زنجبيل	Sèche	Racines	Infusion
6	Fenugrec	الحلبة	Sèche	Grains	Décoction, macération
7	Romarin	اكليل	Cultivée	Feuilles	Décoction, infusion
8	Thym	زعتر	Cultivée, Sèche	Feuilles	Décoction, infusion
9	Cresson alénois	حب رشاد	Sèche	Grains	Décoction
10	Oliban, encens vrai	لبان	Sèche	Grains	Décoction, infusion, direct
11	Cumin	كمون	Sèche	Grains	Direct, infusion
12	Euphorbe	معدنوس	Cultivée	Plante entière	Infusion
13	Cannelle	قرفة	Sèche	Ecorces	Décoction

a. Les plantes utilisées

Les espèces les plus vendues par les personnes étaient essentiellement représentées par *Sauge officinale*, *Artemisia herba-alba* Asso, *Olea europaea*, *Urospermum dalechampii* et *Zingiber officinale.*

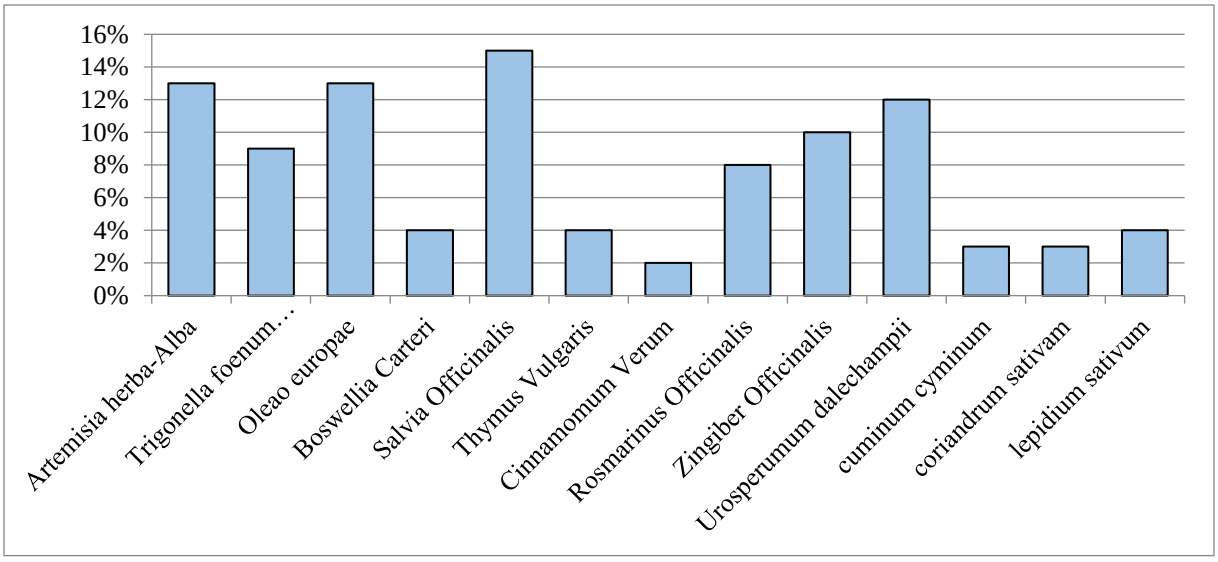


Figure 23. Les plantes médicinales utilisées.

b. L'origine de la plante

Sur 80 plantes, 79% d'entre elles sont spontanées plutôt que cultivées avec un pourcentage de 21%, Cela est dû à leurs disponibilités durant toute l'année. D'où on peut dire que la population de ces communes utilise le plus les plantes spontanées (Figure 24). Ce résultat confirme celui obtenu par **Lazli *et al.*, (2019)**. **Ndjouondo *et al.*, (2015)** (**Cameroune**), montrent que les plantes les plus couramment utilisées sont les plantes spontanées (54,54 %) et secondairement les plantes cultivées (33,33 %) et l'utilisation des adventices est minoritaire (12,12%).

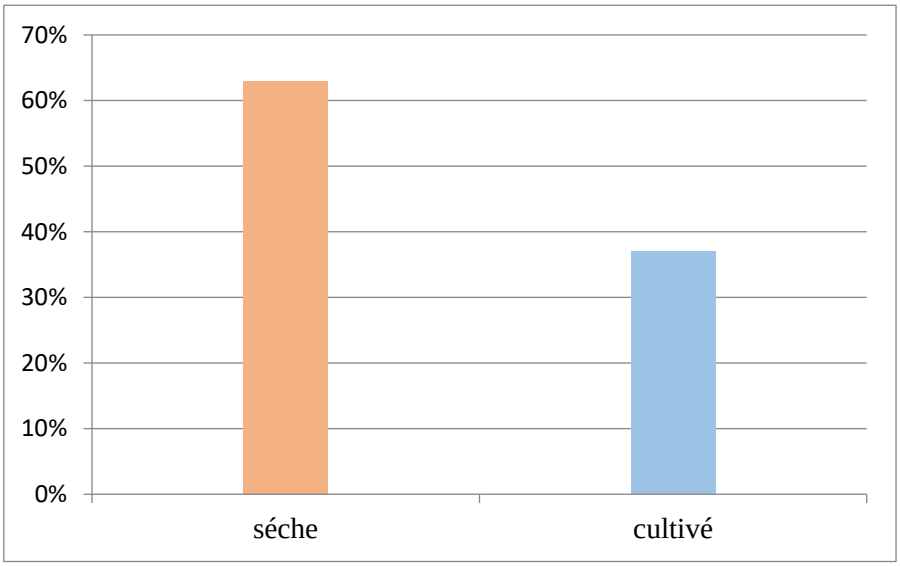


Figure 24. L'origine de la plante.

a. Les parties utilisées et mode de préparation

Les parties des plantes les plus utilisées sont les feuilles, les racines, les grains et la plante entière **(Figure 25).** Les recettes sont préparées essentiellement par infusion **(Figure 26)**.

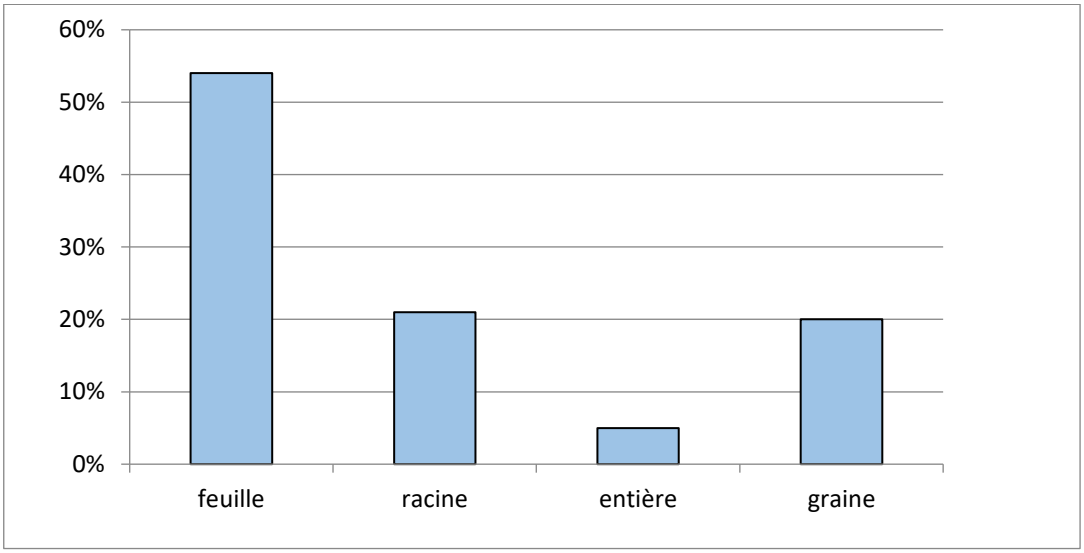


Figure 25. Parties des plantes utilisées.

Nos résultats se concordent avec plusieurs travaux antérieurs sur plusieurs d'autre plantes médicinales où la feuille reste la partie la plus utiliser **(Mehdioui et Kahouadji, 2007 ; Ould El Hadj *et al*., 2003).**

Hammoudi (2015), signale que la partie aérienne est la plus utilisée et plus précisément les feuilles et les tiges pour les trois espèces *Salvia chudaei* Batt & Trab, *Teucrium polium geyrri* Maire et *Deverra scoparia* Coss & Dur. Selon cet auteur, les utilisateurs ont tendance à arracher la plante entière au lieu de s'intéresser uniquement à la partie souhaitée (principalement les feuilles).

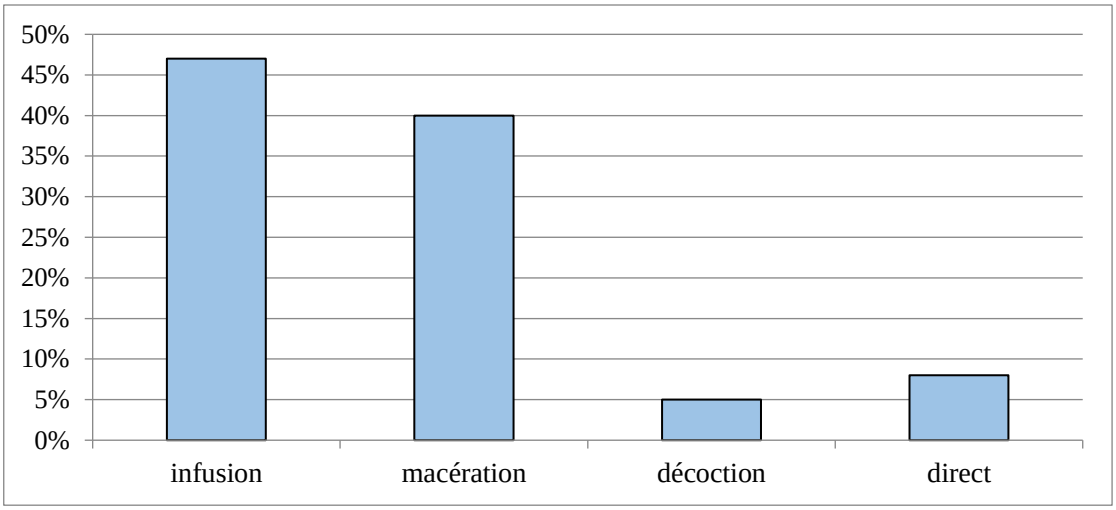


Figure 26. Le mode de préparation.

D'après, les travaux réalisés par **Benkhnigue et ses collaborateurs (2011)**, sur les plantes médicinales au Maroc, la décoction et le cataplasme sont les deux modes de préparation des plantes médicinales les plus utilisables avec un taux respectivement de 26,80 % et 25,25 %.

Aussi, une enquête ethnobotanique dans le nord-est de l'Algérie, a confirmé l'effet antidiabétique des infusions ou décoctions d'*Artemisia Herba-alba* Asso. **(Hamza *et al.*, 2010).**

2. Rendement des différents extraits

Le rendement d'extraction exprimé en pourcentage, est égal au rapport entre le poids de l'extrait et le poids du matériel végétal initial. Les valeurs déterminées pour les différents extraits avec les deux méthodes d'extraction **(macération et Soxhlet)** sont présentées au tableau 04.

Tableau 04. Rendements d'extractions de deux parties de la plante.

Matériel végétale	Extraits	Rendements %
Racine	Extrait aqueux	1.95%
	Extrait 50% éthanol	1.32%
	Extrait éthanolique	3.22%
	Extrait éthanolique (Soxhlet)	9.74%
Feuille	Extrait aqueux	2.79%
	Extrait 50% éthanol	2.15%
	Extrait éthanolique	3.51%
	Extrait éthanolique (Soxhlet)	11.21%

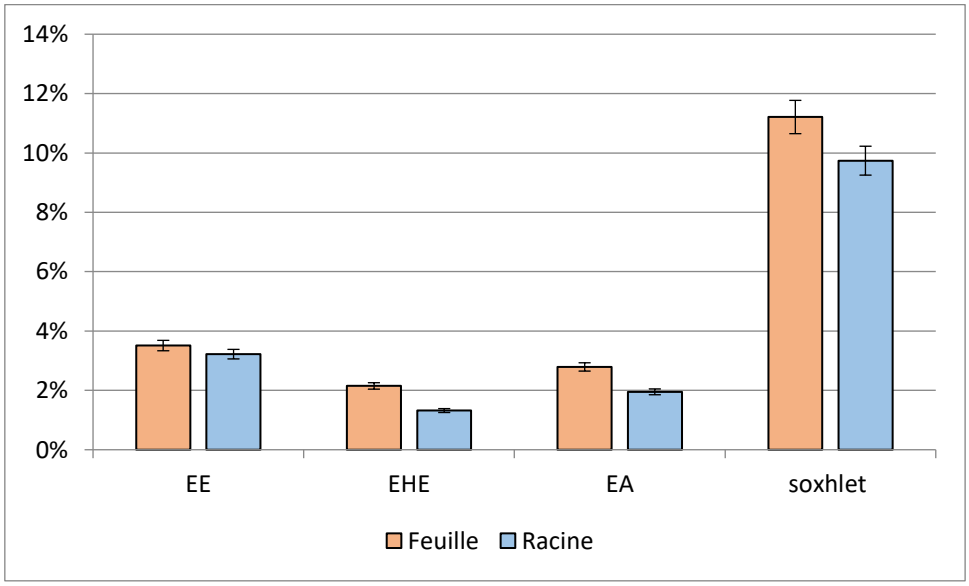


Figure 27. Répartition de rendement de déférents extraits

On remarque alors que l'extraction éthanolique (Soxhlet) est plus rentable dans les deux parties de la plante que les autres extractions. De plus, les feuilles sont la partie qui offre le meilleur rendement.

Ces résultats ne sont pas en accord avec ceux trouvés par **Beddou, (2015)** sur Rumex vesicarius L. (*polygonaca*) et Anvillea radiata Coss et Dur (*Asteraceae*), qui a rapporté que l'eau distillée est le solvant qui a donné le rendement le plus élevé en substances actives. L'extraction des composés est plus importante en utilisant l'eau comme solvant d'extraction, cela pourrait s'expliquer par la forte polarité de l'eau, ce qui lui a permis d'extraire une large gamme de substances **(Bonnaillie et al., 2012).**

3. Analyses phytochimiques des extraits

Les analyses quantitatives des polyphénols totaux, des flavonoïdes et des tanins sont déterminées à partir des équations de la régression linéaire de chaque courbe d'étalonnage.

3.1. Teneur en polyphénols totaux

La teneur en phénols totaux est déterminée à partir de l'équation de la régression linéaire de la courbe d'étalonnage de l'acide gallique d'équation (**y= 0.0214x + 0.1)**. Le coefficient de régression de cette droite (**R^2= 0.9797)** étant proche de **1 (Figure 14)**, ceci prouve la fiabilité de cette courbe dans la détermination des phénols totaux. Les résultats sont exprimés en milligramme équivalent acide gallique par gramme de matière fraiche (mg EAG /g MF). Les valeurs calculées sont illustrées sur **figure 28**.

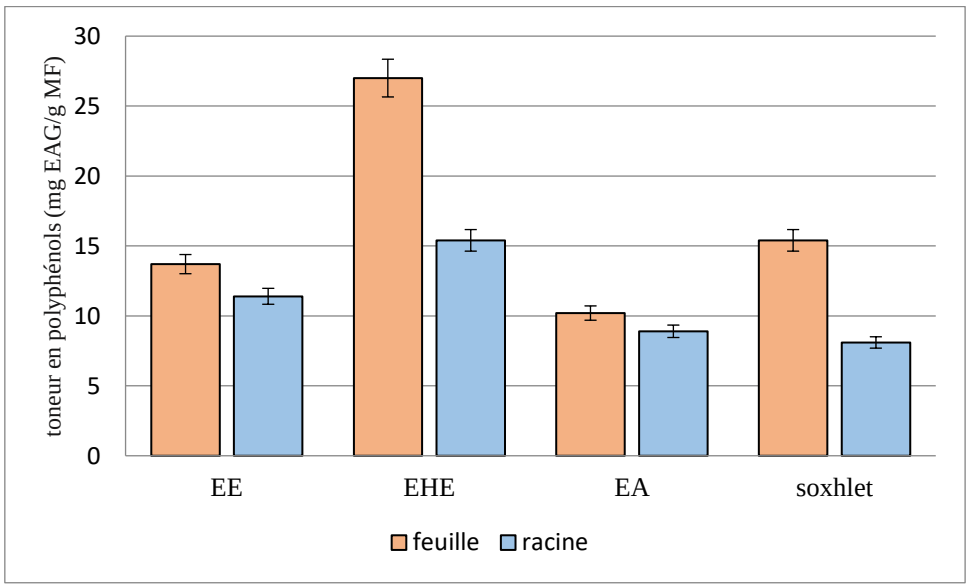


Figure 28. Teneur en polyphénols des extraits des feuilles et des racines.

On remarque d'une part que les feuilles sont plus riches en polyphénols totaux que les racines et ceci pour les deux méthodes d'extraction **(macération et Soxhlet)**. D'après les résultats **(tableau 04 et figure 28)** On remarque que la teneur en PPT la plus élevée (27 mg EAG /g MF) ne correspond pas au rendement d'extraction le plus élevée qui est celui avec le Soxhlet. Par ailleurs, on remarque que : il en est de même pour les racines où on observe que le rendement le plus élevée (Soxhlet) ne correspond à la meilleure teneur en PPT.

D'autre part, la teneur en PPT la plus élevée que ce soit pour les feuilles ou les racines est obtenue avec 50% éthanol.

3.2. Teneur en flavonoïdes totaux

La teneur en flavonoïde totaux est déterminée à partir de l'équation de la régression linéaire de la courbe d'étalonnage tracée avec la catéchine d'équation (**y= 0,0230x+0,3025)** avec (**R_2 = 0,9446)** (figure 15).

Les résultats est exprimé en milligramme équivalent de catéchine par gramme de masse fraiche (mg EC /g MF). Les valeurs calculées sont représentées sur **Figure 29**.

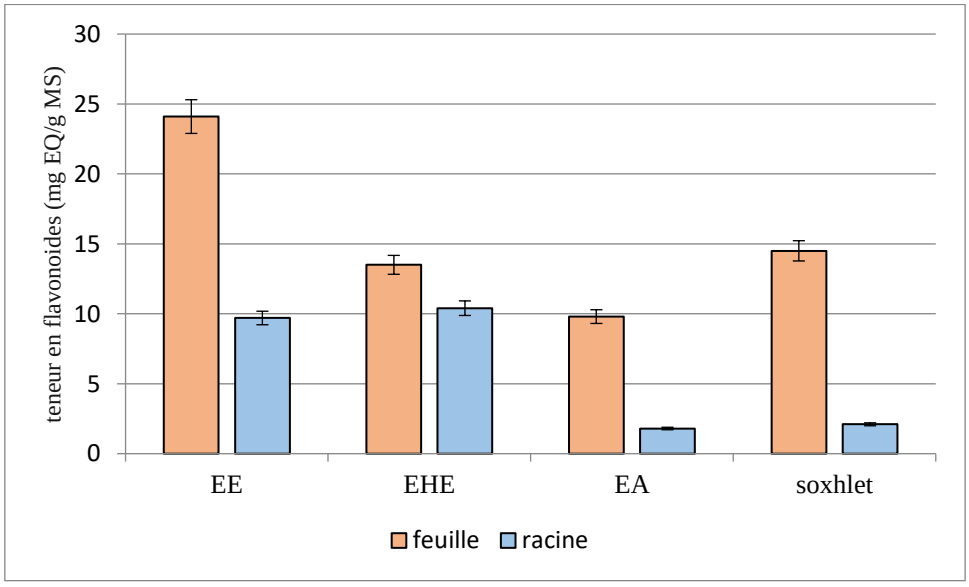


Figure 29. Teneur en flavonoïde des extraits des feuilles et des racines.

En se référant à la teneur en flavonoïde les résultats montrent que la teneur la plus élevée en flavonoïde attribuée aux feuilles.

Par ailleurs, la teneur la plus élevée en flavonoïdes concernant les feuilles est obtenue avec l'extrait éthanolique (100%) (24.1 mg EC /g MF) alors que la teneur la moins élevée est obtenue avec l'extrait aqueux (9.8 mg EC /g MF).

Concernant les racines, on remarque que l'extraction des flavonoïdes est meilleure avec le solvant d'éthanol (100% ou 50%) (9.7 – 10.4 mg EC /g MF) qu'avec l'eau et Soxhlet.

Ces résultats rejoignent ceux trouvés par **Djeridane *et al.*, (2006)** et **(2007)** sur *Artemisia campestris* (*Asteraceae*), qui ont rapporté que l'éthanol aqueux est le meilleur solvant d'extraction des flavonoïdes.

3.3. Teneur en tanins

La teneur en tanins des extraits est déterminée à partir de l'équation de la régression linéaire de la courbe d'étalonnage tracée avec la catéchine d'équation (**y= 0,0230x+0,3)** avec (**R_2 =0,9446)** (figure 15).

Le résultat est exprimé comme dans le cas des flavonoïdes en (mg EC /g MF). Les valeurs des taux en tanins chez les deux plantes et dans les quatre extraits sont présentés ci- dessous (Figure 30).

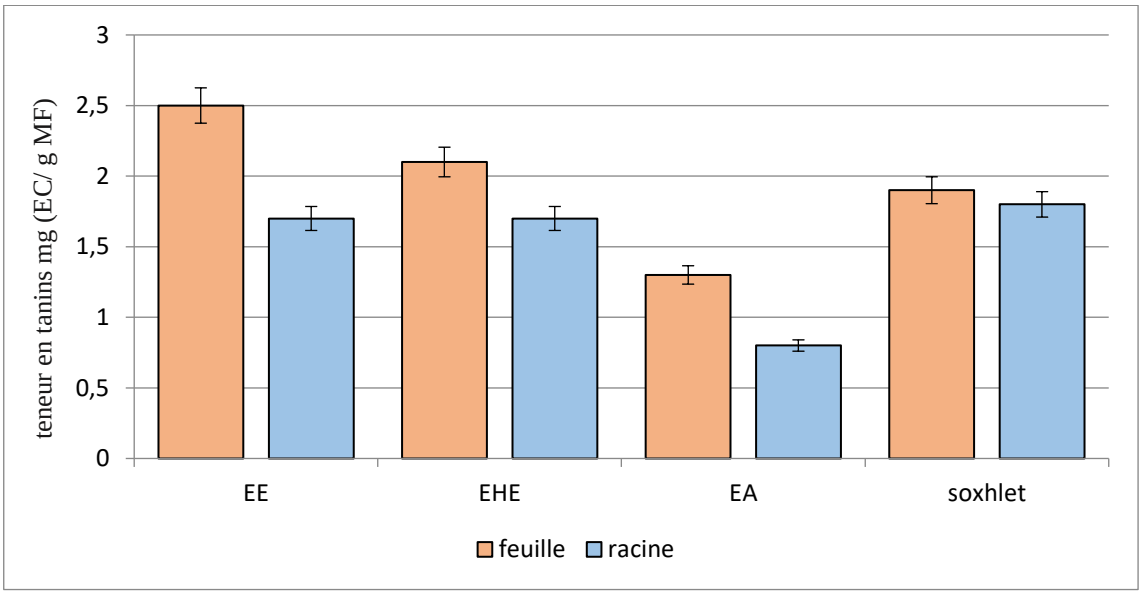


Figure 30. Teneur en tanins des extraits des feuilles et des racines.

Il ressort de ces résultats que la feuille est légèrement plus riche en tanins que la racine. Par ailleurs, aussi il semble que le meilleur rendement en tanins et en flavonoïdes est présenté

par l'éthanol pur (2.5 mg EC /g MF). Par contre le meilleur rendement des racines est réalisé avec le Soxhlet, l'éthanol pur et l'éthanol 50% entre (1.8 – 1.7 mg EC /g MF).

Il a été constaté que, l'extrait éthanolique (100%) est le meilleur solvant d'extraction des tannins condensés dans les feuilles qui a donné une teneur de (2.5 mg EC /g MF) en moyenne, tandis que la plus faible teneur en tanins a été enregistrée avec l'extrait aqueux avec une valeur de (1.3 mg EC /g MF) (Tableau 04).

Au vu des résultats obtenus, il ressort que, l'extraction des composés phénoliques est une étape cruciale pour la valorisation des principes actifs. Elle dépend à la fois du solvant d'extraction et de la nature de l'organe étudié. Pour cela, la sélection d'un système de solvant approprié reste l'une des étapes les plus importantes dans l'optimisation d'extraction des polyphénols, des flavonoïdes et d'autres composés antioxydants **(Zhao *et al.*, 2006)**.

Une étude menée par **El-Amier *et al.*, (2016)** sur une espèce du même genre (*Urospermum picroides)* a montré que la teneur en phénols totaux, en flavonoïdes et en tanins de la partie aérienne, est de 19,34 mg/g, 8,28 mg/g et 17,11 mg/g respectivement. Ces valeurs sont nettement supérieures à celles trouvées avec la partie aérienne d'*U.dalechampii* étudiée.

4. Evaluation de l'activité antioxydant par piégeage du radical libre DPPH

L'activité antioxydant des différents extraits vis-à-vis du radical DPPH, a été évaluée spectrophotométriquement en suivant la réduction de ce radical qui s'accompagne par son passage de la couleur violette à la couleur jaune mesurables à 517 nm. (**Rahmoni & Reghis, 2016)**. Ce radical est l'un des substrats le plus utilisé pour l'évaluation rapide et directe de l'activité antioxydant en raison de sa stabilité en forme radicalaire et la simplicité de l'analyse **(Bozin *et at.*, 2008).**

Le pourcentage d'inhibition de ce radical est calculé selon la formule indiquée dans la partie **(Matériel et Méthodes)**. La diminution de l'absorbance du radical DPPH à **517nm** induite par les antioxydants, est une indication de leur capacité de réduction.

Le paramètre définit la concentration efficace de l'extrait qui causse la perte de 50% de l'activité du radical DPPH. L'effet antioxydant d'un extrait végétal est d'autant plus élevé que la valeur en IC_{50} est plus faible.

L'IC_{50} des extraits de chaque plante est estimée à partir de l'équation de régression linéaire de la courbe : pourcentage d'inhibition **(PI)** en fonction des concentrations de l'extrait (Figures 31, 32, 33, 34, 35, 36).

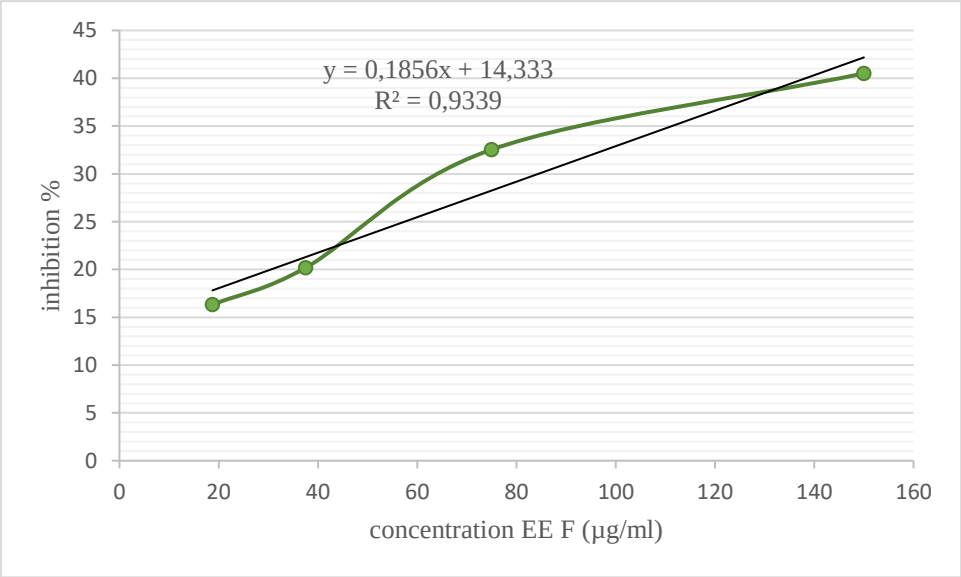


Figure 31. Variation du PI% du radical DPPH en fonction des concentrations de l'extrait éthanolique (100%) de feuille.

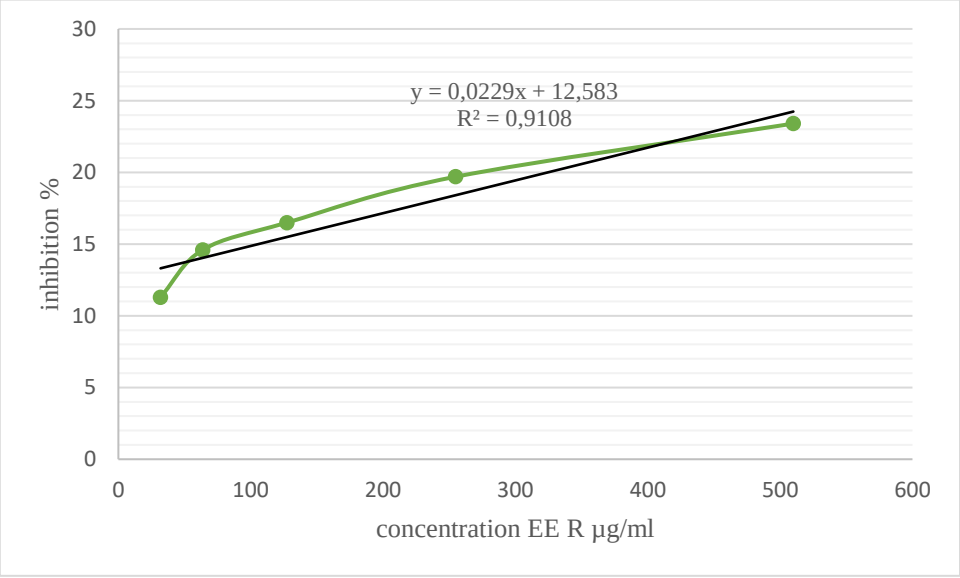


Figure 32. Variation du PI% du radical DPPH en fonction des concentrations de l'extrait éthanolique (100%) de racine.

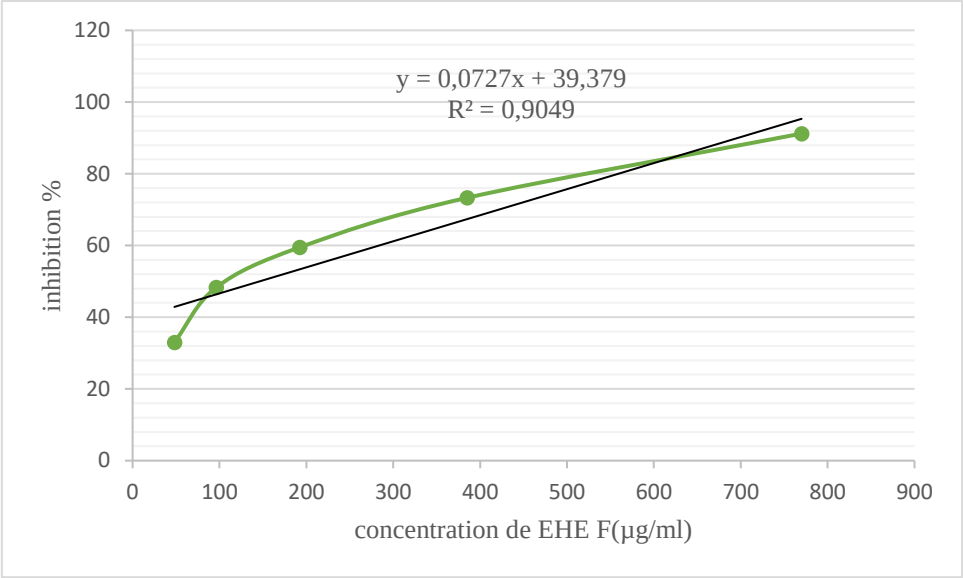


Figure 33. Variation du PI% du radical DPPH en fonction des concentrations de l'extrait éthanolique (50%) de feuille.

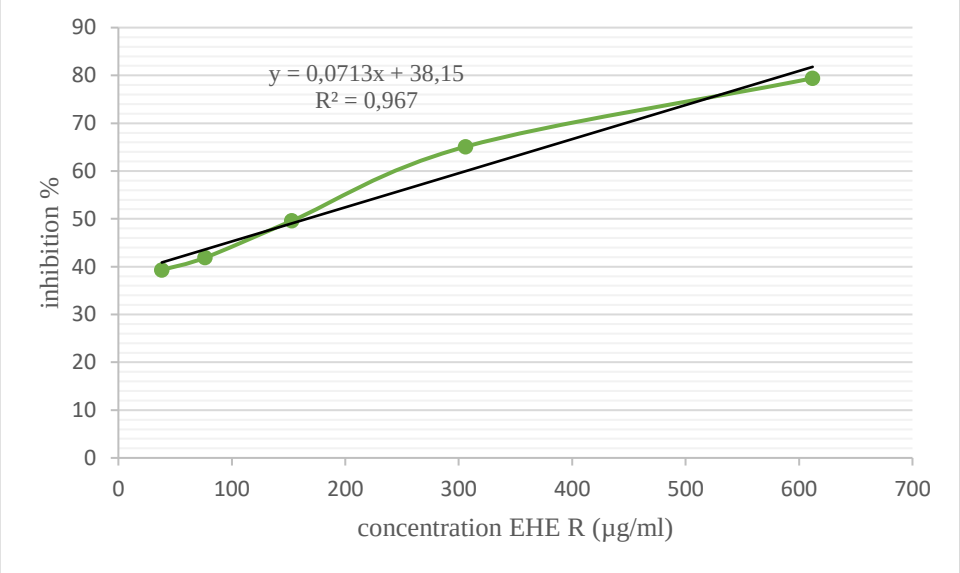


Figure 34. Variation du PI% du radical DPPH en fonction des concentrations de l'extrait 50% éthanol de racine.

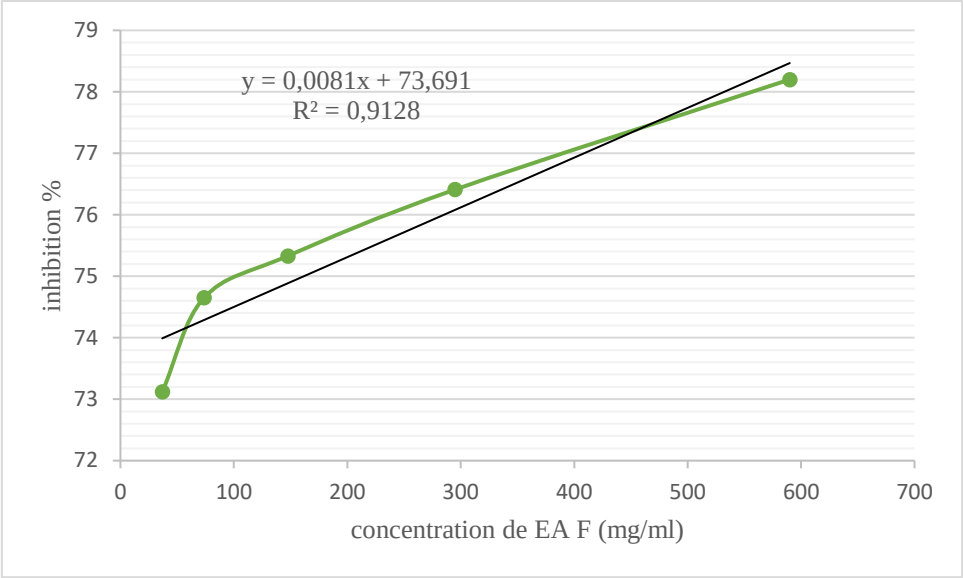


Figure 35. Variation du PI% du radical DPPH en fonction des concentrations de l'extrait aqueux de feuille.

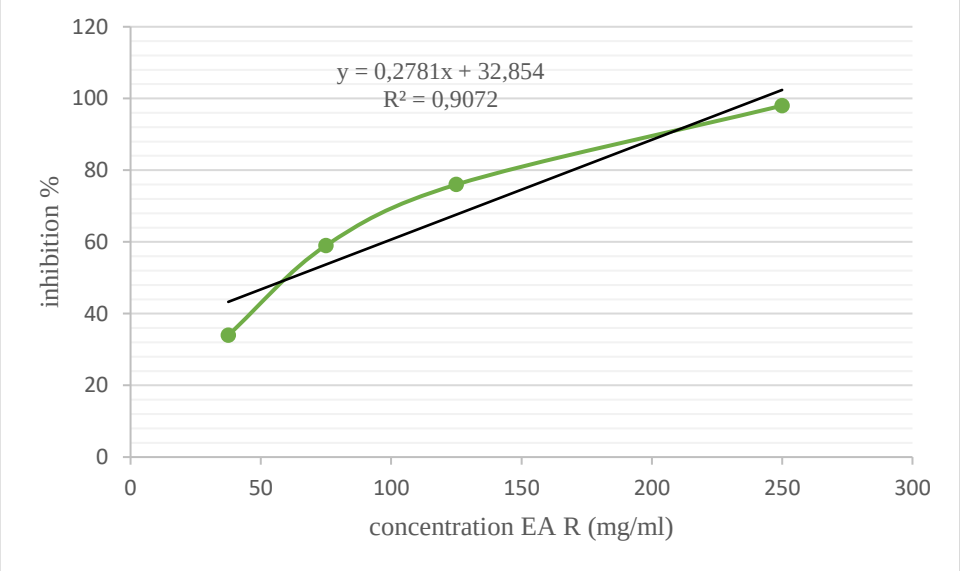


Figure 36. Variation du PI% du radical DPPH en fonction des concentrations de l'extrait aqueux de racine.

On remarque pour les extraits des feuilles (EE, EHE, EA) que les valeurs IC_{50} respectivement entre (192,17 - 146,09 – 384,21 µg/ml) et (1633,9 – 166,19 – 616,54 µg/ml) pour la racine.

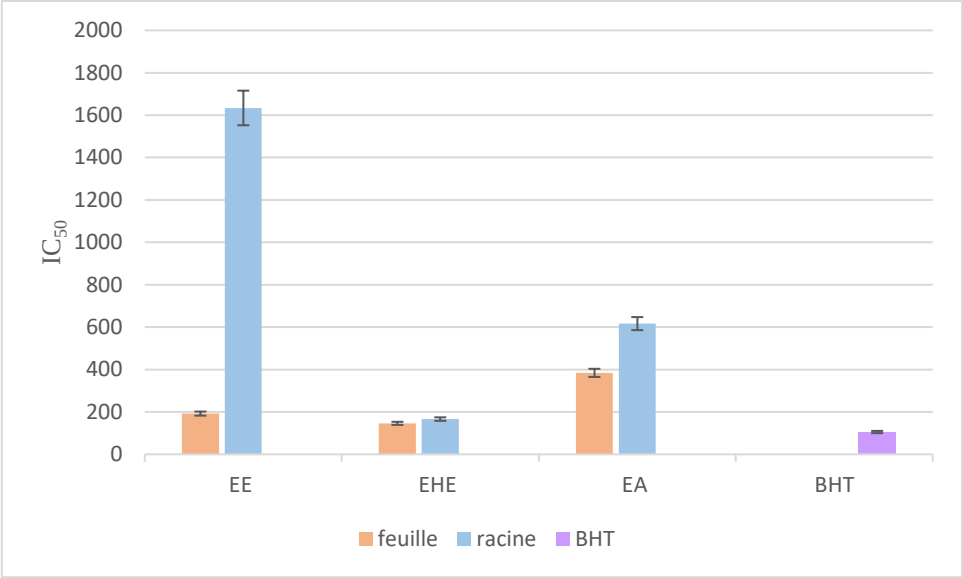


Figure 37. IC_{50} des feuilles, racines et BHT.

Une étude menée par **El-Amier *et al.*, (2016)** sur une espèce d'*Urospermum picroides* a montré une IC_{50} de la partie aérienne, de l'extrait méthanolique qui est de 2780 µg/ml. Cette valeur est nettement supérieure à celle trouvée avec l'extrait méthanolique d'*U.dalechampii* (IC_{50} de 1920 µg/ml).

5. Activité antimicrobienne

Tableau 05. Activité antimicrobienne des extraits des parties de la plante d'*U.dalechampii* évaluée par le calcul du diamètre des zones d'inhibition.

Diamètres des zones d'inhibition de la croissance (DZIC) microbienne (mm)			
Souches microbiennes	**EA (*UdF*)**	**EE (*UdF*)**	**EE (*UdR*)**
Bactéries Gram (+)			
Staphylococcus aureus	—	—	—
Lysteria monocytogenes	—	—	—
Streptomyces mirabilis	—	8	8
Bactéries Gram (-)			
Klebsiella pneumoniae	—	—	6
Salmonella	8	7	7
Escherichia coli 25902	—	—	—
Levure			
Candida. albicans	—	—	—

La méthode utilisée est celle de diffusion sur gel d'agar ;

EA (*UdF*) : extrait aqueux de feuille ;

EE (*UdF*) : extrait éthanolique de feuille ;

EE (*UdR*) : extrait éthanolique de racine ;

(—) : pas d'activité antimicrobienne ;

5.1. La lecture

Une fois le diamètre de la zone inhibitrice déterminé, l'étude qualificative de la catégorie des huiles essentielles a été faite selon **Ponce et *al.* (2003)** comme le montre le Tableau 06.

Tableau 06. Catégories de sensibilité des bactéries à l'HE.

Catégories	Diamètre de la zone inhibitrice (mm)	Présentation
Résistante	≤ 6	-
Sensible	7 – 9	+
Très sensible	10 – 15	++

Les résultats de l'activité antimicrobienne (voir Tableau 05), on constate que les deux extraits éthanolique (EE) des feuilles d'*U.dalechampii* (*UdF*) et des racines (*UdR*) et l'extrait aqueux (EA) des feuilles (*UdF*) ont exercé un effet inhibiteur vis-à-vis de *salmonella* et *S.mirabilis* qui ont montré des diamètres de zones d'inhibition respectivement de 7 et 8 mm

García-Ruiz et son équipe (**2008**), ont noté que les plantes appartenant à la même famille devraient présenter des activités antimicrobiennes comparables car ces plantes possèdent des constituants actifs semblables.

En effet, une étude menée par **Kurdelas et ses collègues (2010)** sur l'activité antibactérienne des différents extraits de *Baccharis darwinii* (*Asteracées*), révélait que l'extrait methanolique n'a montré aucune activité antibactérienne (MIC > 1000 µg / ml), l'extrait etheropetrolique n'a montré qu'une activité marginale (MIC ≥ 1 000 µg / ml) et l'extrait dicloromethanique a montré une très faible activité contre seulement deux bactéries (MIC = 750 µg / ml) et une activité marginale ou nulle contre le reste des bactéries testées.

Nos résultats concordent également avec ceux d'autres travaux précédents, qui ont signalé que certains extraits de plantes médicinales (appartenant à différentes familles) n'ont montré aucune activité antibactérienne vis-à-vis des bactéries à Gram (+) et à Gram (-) **(Ali-Shtayeh *et al.*, 1998 ; Essawi & Srour, 2000 ; Karaman *et al.*, 2003 ; Guesmi & Boudabous, 2006).**

En conclusion, il est à noter que notre étude a pour but d'identifier les plantes médicinales utilisées dans le traitement traditionnel du diabète à Guelma. Dans ce sens une enquête ethnobotanique a été menée sur une période de 3 mois. Cent (100) personnes ont été interviewées. L'inventaire des plantes médicinales est résumé dans un tableau qui contient la famille botanique, les noms scientifique, vernaculaire, français et anglais.

L'enquête approfondie a recensé treize (13) espèces de plantes (*Sauge officinale, Artemisia herba-alba Asso, Olea europaea, Urospermum dalechampii, Zingiber officinale, rigonella foenum-graecum, Rosmarinus officinalis, Thymus vulgaris, Lepidium satioum, Boswellia carterii, Cuminum cyminum, Coriandrum sativum et Cinnamomum cassia Blume)* appartenant à huit (08) familles botaniques (*Apiacées, Astéracées, Burséracées, Fabacées, Lamiacées, Lauracées, Oléacées et Zingibéracées*). Les parties des plantes les plus utilisées sont les feuilles, les racines, les grains et la plante entière. Les recettes sont préparées essentiellement par infusion et sont administrées exclusivement par voie orale.

La plante d'*Urospermum dalechampii* a été sélectionnée d'après l'enquête pour une investigation phytochimique plus approfondie par une étude de la teneur des différents principes actifs (polyphénols, flavonoïdes, tannins condensés), et évaluation de l'activité antioxydant et antibactérienne de différents extraits de notre plante.

Dans cette recherche, trois solvants par macération (éthanol 100% EE, éthanol 50% EHE et eau distillée EA) et un seul extrait par Soxhlet (éthanol 100%). Le meilleur rendement a été obtenu avec l'extrait éthanolique (100%) par Soxhlet de la feuille. L'analyse phytochimique a montré que l'extrait éthanolique (50%) est le meilleur extracteur des phénols totaux, tandis que l'extrait éthanolique possède la capacité d'extraire plus de tannins et de flavonoïdes. La feuille d'*U.dalechampii* a montré les teneurs les plus élevées en ces composés.

L'évaluation, in vitro, de l'activité antioxydant des différents extraits bruts d'*U.dalechampii* a été réalisée par le piégeage du radicale 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl (DPPH). Ces extraits ont présenté des activités anti radicalaires et anti oxydantes intéressantes, dépendantes du contenu en polyphénols totaux et en flavonoïdes. Pour l'activité piéger du radical DPPH, le meilleur résultat a été enregistré par l'extrait aqueux d'*U.dalechampii*.

Le pouvoir antimicrobien des différents extraits d'*U.dalechampii* a été recherché sur 6 souches bactériennes et une souche levuriennes en utilisant la méthode des disques. L'extrait

éthanolique d'*U.dalechampii* a présenté une activité antibactérienne contre Salmonella (diamètre = 7-8 mm).

-A-

ADACPR (American Diabetes Association Clinical Practice Recommendations)**.** Diabetes Care **2014** ; 37, suppl.1 : S5-13.

Ali-Shtayeh M. S., Yaghmour R. M. R., Faidi Y. R., Salem K. et Al-Nuri M. A. (1998). Antimicrobial activity of 20 plants used in folkloric medicine in the Palestinian area. Journal of Ethnopharmacology. 60 (3) : 265-271.

ANAES (l'Agence Nationale d'Accréditation et d'Evaluation en Santé), **2000**. Stratégie de prise en charge du patient diabétique de type 2 à l'exclusion de la prise en charge des complications. Service des Recommandations et Références Professionnelles. Paris; ISBN:2-910653-73-0.

Andreozzi F, D'Alessandris C, Federici M, Laratta E, Del Guerra S, Del Prato S, Marchetti P, Lauro R, Perticone F, Sesti G. Activation of The Hexosamine Pathway Leads to Phosphorylation of Insulin Receptor Substrate-1 On Ser307 and Ser612 and Impairs the Phosphatidylinositol 3- Kinase/Akt/Mammalian Target of Rapamycin Insulin Biosynthetic Pathway in RIN Pancreatic Beta-Cells. Endocrinology **2004**;145(6): 2845-2857.

Askun T., Tumen G., Satil F. etAtes M. (2009). In vitro activity of methanol extracts of plants used as spices against Mycobacterium tuberculosis and other bacteria. Food Chemistry. 116(1) :289-294.

Atanosova, A., Atanasova, M et Ribarova, F. 2009. Phénols Et Flavonoïdes Totaux Dans Les Extraits Secs Des Feuilles Des Bouleaux Argentes Bulgares (Betula Pendula). Revue De Génie Industriel, Vol. 4, Pp 21-25.

Awah PK. Treating diabetes in Cameroon: A comparative study in medical Anthropology. PhD Thesis **2005**. University of Newcastle upon Tyne.

-B-

Bagnouls et Gaussen, (1957). BAGNOULS 220. F and GAUSSEN H. (1957). — Les climats écologiques et leur classification, Annls, Geogr., 66 :193-220.

Bastard J P, Hainque B. Mécanismes D'action Cellulaire De L'insuline Et Insulino-Résistance Périphérique. Sang Thromb Vaiss 1995 ;7 :365-374.

Bastard J P, Vigouroux C, Capeau J. Syndrome Métabolique Ou Syndrome D'insulinorésistance. Encycl Méd Chir, Endocrinologie-Nutrition **2001** ;10 :1-7.

Bayer E., Buttler K., Finkenzeller X., Grau J. (1990). Guide De La Flore Méditerranéenne. Paris : Delachaux Et Niestlé, p236.

Beddou F. (2015). Etude Phytochimique Et Activités Biologiques De Deux Plantes Médicinales Sahariennes Rumex Vesicarius L. Et Anvillea Radiata Coss. Et Dur. Thèse De Doctorat En Biologie Cellulaire Et Biochimie. Université Abou Beker Belkaid. Faculté Des Sciences De La Nature Et De La Vie Et Science De La Terre Et De L'univers.

Beloued A. (1998). Etymologie Des Noms De Plantes De Bassin Méditerranéen. Alger : Office Des Publications Universitaire, p87.

Benkhnigue, O., Zidane, L., Fadli, M., Elyacoubi, H., Rochdi, A., & Douira, A. (2010). Etude ethnobotanique des plantes médicinales dans la région de Mechraâ Bel Ksiri (Région du Gharb du Maroc). Acta botánica barcinonensia, 191-216.

Benlamdini, N., Elhafian, M., Rochdi, A., & Zidane, L. (2014). Étude floristique et ethnobotanique de la flore médicinale du Haut Atlas oriental (Haute Moulouya). Journal of applied biosciences, 78, 6771-6787.

Bijal, A., & Bhumika, D. (2015). Antibacterial Activity and Phytochemical Screening of Different Parts of Moringa oleifera Against Selected Gram Positive and Gram-Negative Bacteria. International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences, 7(3), 421–425.

Bonnaillie C., Salacs M., Vassiliova E., Saykova I. (2012). Etude de l'extraction de composés phénoliques à partir de pellicules d'arachide (Arachis hypogaea L.). Revue de génie industriel, 7 : 35-45.

Bozin, B., Mimica-Dukic, N., Simin, N., Aneckov, G.2006. Charaterization of the volatile composition of essential oil of some Lamiaceae species and the antimicrobal and antioxidant activities of the entire oils; J. Agris. Food Chem ; 54 :1822-1828.

Broussolle C, Orgiazzi J, Noël G. Physiopathologie Du Diabète Non Insulinodépendant : Données Actuelles Et Conséquences Thérapeutiques. La Revue De Médecine Interne1990 ; XI (2) :143- 148.

-C-

Capet F, Debaillie R, Tafforeau J, Van-Oyen H. Situation Actuelle et Eléments pour le développement d'une Politique de Santé : diabète épidémiologie. CROSP **1999**;19 (1-12):27-28.

Chang-Chen K J, Mullur R, Bernal-Mizrachi E. Beta-Cell Failure as A Complication of Diabetes. Rev. Endocr. Metab. Disord. **2008** ;9(4) : 329-343.

Charbonnel B, Cariou B. Diabète non insulinodépendant : indications thérapeutiques. Médecine thérapeutique **1997** ;3. hs :103-11.

Commission des Communautés Européennes. (2001). Propositions de la commission en matière de lutte contre la résistance antimicrobienne (Vol. 885). Bruxelles

-D-

Dajoz, R. (2000). Précis D'écologie : Cours Et Exercices Résolus. 7émé Edition. Paris : Dunod.

Dewanto, V. Wu, X., Adom, K. et Liu, RH. 2002. Thermal Processing Enhances The Nutritionnel Value Of Tomatoes By Increasing Total Antioxidant Activity.*J Agr Food Chem* 50 :3010-3014

Dos Santos J.R, Fleurentin J. L'ethnopharmacologie : une approche pluridisciplinaire. Actes du 1er colloque Européen d'Ethnopharmacologie, Metz 22-25 mars **1990**. Société Française d'Ethnopharmacologie.

-E-

Eddouks M, Ouahidi M.L, Farid O, Moufid A, Khalidi A, Lemhadri A. L'utilisation des plantes médicinales dans le traitement du diabète au Maroc. Phytothérapie **2007** ;5 :194-203.

El-Amier Y.A., Al-hadithy O.N., Abdullah T.J. (2016). Antioxydant and antimicrobial activity of different extracts obtained from aerial parts of Urospermum picroides (L.) F.W. from Egypt. Journal of Advanced Chemical Sciences, 2(3): 299-301.

El-Haci, IA et Atik- Bekkara, F. 2011. Antioxydant activity of stems and leaves organic fractions of Ecballium elaterium L. Annals of biological Research, 2(3) :327-332.

Essawi T. et Srour M. (2000). Screening of some Palestinian medicinal plants for antibacterial activity. Journal of Ethnopharmacology. 70 (3): 343-349.

-F-

Falleh H., Ksouri R., Abdelly C. (2007). Activité antioxydante et contenu on polyphénols dans les différents organes de l'artichaut sauvage, Cynara cardunculus. Revue des Régions Arides, 1: 341-344.

Farag R.S., Daw F.M., Hewed and El- Baroty A. (1989). Antimicrobial activity of some Egyption spice essential oils. J. Food Prot., 52: 665-667.

-G-

García-Ruiz A., Bartolomé B., Martínez-Rodríguez A. J., Pueyo E., Martín-Álvarez P. J. et Moreno-Arribas M. V. (2008). Potential of phenolic compounds for controlling lactic acid bacteria growth in wine. Food Control. 19(9) :835-841.

Guesmi A. et Boudabous A. (2006). Activité antimicrobienne de cinq huiles essentielles associées dans les échantillons de thalassothérapie. Revue des Régions Arides.1: 224-230.

Gurib-Fakim A. Medicinal plants: Traditions of yesterday and drugs of tomorrow. Molecular Aspects of Medicine **2006**; 27:1- 93.

-H-

Haston E, Richardson J E, Stevens P F, Chase M W, Harris D J. The Linear Angiosperm Phylogeny Group (LAPG) III: a linear sequence of the families in APG III. Botanical Journal of the Linnean Society **2009**;(161):128-131.

-I-

Iwashima, M., Mori, J., Ting, X., Matsunaga, T., Shinoda, D., Saito, H et Ayashi, T.2005. Antioxydant And Antiviral Activities of Plastoquinones from The Brown Alga Saragassum

Micracanthum and A New Chromene Derivative Convertes the Plastoquinones, Biol Pharm Bull, 28 :374-377.

-J-

Jarald E, Joshi S.B, Jain D.C. Diabetes and Herbal Medicine. Iranian Journal of Pharmacology and Therapeutics **2008**; 7:97-106.

jeridane A., Yousfi M., Nadjemi B., Boutassouna D., Stocker P., Vidal N. (2006). Antioxydant activity of some plants extracts containing phenolic compounds. Food chemistry, 97(4): 654-660.

-K-

Karaman I., Şahin F., Güllüce M., Öğütçü H., Şengül M. et Adıgüzel A. (2003). Antimicrobial activity of aqueous and methanol extracts of Juniperus oxycedrus L. Journal of Ethnopharmacology. 85(2): 231-235.

Kashikar V.S, Kotkar T. Indigenous Remedies for Diabetes Mellitus. International Journal O Pharmacy and Pharmaceutical Sciences **2011**;3(3):22-29.

-L-

Lahsissene H., Kahouadji A., Tijane M. &Amp & Hseini S. (2009). Catalogue Des Plantes Médicinales Utilisées Dans La Région De Zaër (Maroc Occidental) », *Lejeunia, Revue De Botanique* [En Ligne], N° 186 (Décembre 2009), Url : Https://Popups.Uliege.Be/0457-4184/Index.Php?Id=701.

Leong L. P. and Shui G. (2002). An investigation of antioxidant capacity of fruits in Singapore markets. Food Chemistry, 76: 69-75.

Leslie Taylor. The Healing Power of Rainforest Herbs: A Guide to Understanding and Using Herbal Medicinals. New York:**2004**-519.

-M-

Marchetti P, Del Prato S, Lupi R, Del Guerra S. The Pancreatic Beta-Cell in Human Type 2 Diabetes. Nutr. Metab. Cardiovasc. Dis. **2006** ;16(Supp L) : S3-6.

Mauric N. (2000). Jardin Encyclopidie. www.plantencyclo.com.

Meddour-R. (2010). Bioclimatologie, Phytogéographie Et Phytosociologie En Algérie. Thèse Doctorat, Université Mouloud Mammeri, Tizi Ouzou.

Medjeldi, S; Bouslamab, L; Benabdallaha, A; Essidb, R; Haoua, S; Elkahouib, S. Biological Activities, And Phytocompounds of Northwest Algeria Ajuga Iva (L) Extracts: Partical Identification of The Antibacterial Fraction. Microbial Pathogenesis 121**(2018) 173-178.**

Mehdioui, R., & Kahouadji, A. (2007). Etude ethnobotanique auprès de la population riveraine de la forêt d'Amsittène : cas de la Commune d'Imi n'Tlit (Province d'Essaouira). Bulletin de l'Institut scientifique, Rabat, section Sciences de la vie, 29, 11-20.

Merzoug B. (2009). Contribution à l'étude phytochimique de deux plantes de la famille des Apiaceae : Carummontanum Coss. & Dur. Et Bupleurummontanum Coss. Thèse de doctorat. "Phytochimie". Universite Mentouri-Constantine. P1.

Middleton E., Kandaswami C., AND Theoharides T. C. (2000). The Effects of Plant Flavonoids on Mammalian Cells: Implications for Inflammation, Heart Disease, and Cancer. Pharmacologicalreviews, 52:673–751.

-N-

N'Guessan A.H.O., Dago Déliko C.E., Mamyrbékova-Békro Y.A. (2011). Teneurs en composes phénoliques de dix plantes médicinales employées dans la tradithérapie de l'hypertension artérielle, une pathologie émergente en Côte d'Ivoire. Revue de génie industriel, 6 : 55-61.

-O-

OMS (Organisation Mondiale de la Santé). Diabète sucré. Aide-mémoire 2002a ; N°138.

OMS (Organisation mondiale de la santé). Diabète. Aide-mémoire **2011** ; N°312

OMS (Organisation mondiale de la Santé). Principes méthodologiques généraux pour la recherche et l'évaluation relatives à la médecine traditionnelle. WOH/TRM/2000; annex II:31-35.

-P-

PauI Iserin. Enceclopedia of Médicinal Plants. **2001** (2nd Edition).

Penchev, P. I., 2010. Etude Des Procédés D'extraction Et De Purification De Produits Bioactifs A Partir De Plantes Par Couplage De Techniques Séparatives A Basses Et Hautes Pressions, Th. Doct. Int. Nat. Polytechnique De Toulouse, France, P. 239.

PONCE A.G, FRITZ R, DELVALLE C et ROURA S I. 2003. Antimicrobial activity of essential oils on the native microflora of organic Swiss chard. *Lebensmittel-Wissenschaft and Technologic*, (36). Pp 679-684.

Prentki M, Nolan C J. Islet Beta Cell Failure in Type 2 Diabetes. J. Clin. Invest. **2006**;116(7):1802-12.

-R-

Rahman, A., (2020). ** "Comparison of Solvent Extraction Methods for Polyphenol and Tannin Extraction from Moringa oleifera." *International Journal of Analytical Chemistry*, vol. 2019, Article ID 4567890

Rahman, M. M., Sheikh, M. M., Sharmin, S. A., et al. (2009). "Antibacterial activity of leaf juice and extracts of Moringa oleifera Lam. against some human pathogenic bacteria." CMU Journal of Natural Sciences, 8(2), 219-227.

Rahmouni, S ; Reghid, S. Etude phytochimique et évaluations des activités anti-oxydantes et anti-bactériennes des éspèces : Lavandula *steuchas, Glycyrhizza glabra Crocus sativus L et linum usitassimum L. **2016***. Thèse de master : Université des Frères Mentouri Constantine.

Rigane, G., Ben Salem, R., Sayadi, S. et Bouaziz, M. 2011. Phenolic Composition, Isolation, And Structure of a New Deoxyloganic Acid Derivative from Dhokar and Germi-Dhokar Olive Cultivars. J Food Sci, 76 :965-973.

-S-

Sachon C, Cornet P, Grimaldi A.EMC référence, Diagnostic du diabète. In Diabète de type II, coordonné par Grimaldi A. EMC référence, Elsevier, Paris **2004** :83-101.

Singh U, Singh S, Kochhar A. Therapeutic Potential of Antidiabetic Nutraceuticals. Phytopharmacology **2012**;2(1) 144-169.

-T-

Tawaha K., Alali F.Q., Gharaibeh M., Mohammad M.et El- Elimat T. (2007). Antioxidant activity and total phenolic content of selected Jordanian plant species. Food Chemestry.104 :1372-1378.

Tekwu E. M. Pieme A. C. et Beng V. P. (2012). Investigations of antimicrobial activity of some Cameroonian medicinal plant extracts against bacteria and yeast with gastrointestinal relevance. Journal of ethnopharmacology. 142 : 265-273.

Tielmans A., Laloi-Michelin M., Coupaye M., Virally M., Meas T., Guillausseau P.J., 2007. Traitement médicamenteux du diabète de type 2 (première partie). Diabétologie; Presse Med.;36 (2) :69-78.

-U-

UKPDS (United Kingdom Prospective Diabetes Study Group). Intensive blood glucose control with sulfonylureas or insulin compared with conventional treatment and risk of complications in patients with type 2 diabetes (UKPDS 33). Lancet **1998**; 352: 837-853.

UKPDS (United Kingdom Prospective Diabetes Study Group). U.K. Prospective Diabetes Study 16. Overview of 6 years' therapy of type II diabetes: a progressive disease. Diabetes **1995** ;44 :1249-1258.

URBACO. (2012). Plan D'aménagement Du Territoire De La Wilaya De Guelma, Direction Deprogrammation Et De Suivi Budjitaire De La Wilaya De Guelma. 187p.

-W-

Wellen K E., Hotamisligil GS. Inflammation, stress, and diabetes. J. Clin. Invest. **2005**;115(5):1111-1119.

Whiting D.R, Guariguata L, Weil C, Shaw J. IDF Diabetes Atlas: Global estimates of the prevalence of diabetes for 2011 and 2030. Diabetes Research and Clinical Practice 2011; 94:311-321.

World Health Organization. Traditional Medicine Strategy **2002-2005**. WHO. Geneva, 2002. Amsterdam, 2000.

-Z-

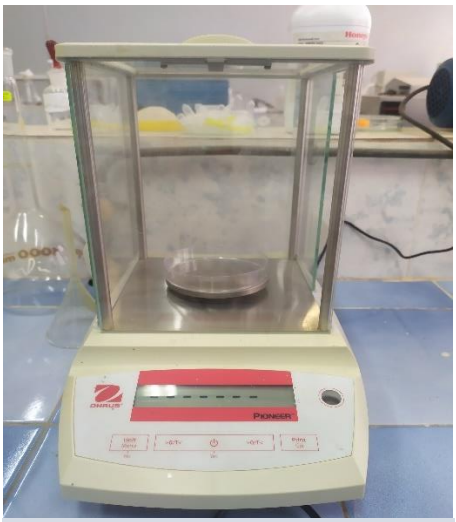
Zhao H., Dong J., Lu J., Chen J., Li Y., Shan L., Lin Y., Fan W. et Gu G. (2006). Effects of extraction solvent mixtures on antioxidant activity evaluation and their extraction capacity and selectivity for free phenolic compounds in barley (Hordeum vulgare L.). Journal of Agricultural and Food Chemistry. 54(19) :7277-7286.

Matériel de laboratoire :

Rota vapeur

Spectrophotomètre

Etuve



Balance