

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITÉ DJILLALI LIABES DE SIDI BEL ABBES



FACULTÉ DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DÉPARTEMENT DES SCIENCES DE L'ENVIRONNEMENT

Mémoire

De fin d'études pour l'obtention du diplôme de Master

Domaine : Sciences de la nature et de la vie (S.N.V.)

Filière : Science biologique

Spécialité : Biologie de la conservation

Thème :

***Enquête phytoécologique de la plante *Ferula communis* L.
Poussant dans les forêts domaniale de Tenira
(Algérie nord occidentale)***

Présenté par : Mlles. **BOUGHERARA Amina Feriel** et **BELLEBOUKH Naima**

Mémoire soutenue devant l'honorable jury composé de :

Président de jury :	Dr. HAZEM Zouaoui	MCB	UDL	SBA
Examineur	: Dr. DJELOULI Riadh	MAA	UDL	SBA
Promoteur	: Dr. CHERIFI Kouider	MCA	UDL	SBA
Membre invité :	Mme. MAHTOUGUI Abassia		Conservateur divisionnaire	SBA
Membre invité :	Mr. MEMOU Mohamed		Chef de circonscription des forêts	SBA

Année universitaire 2019 - 2020
Session : « Septembre »



Remercîment

Nous remercions tout d'abord Allah le tout miséricordieux, le très miséricordieux, louange à vous qui nous a inculqué la force nécessaire et le courage pour mener à bien ce travail. Nous vous prions de nous aider d'avantage à percer dans la recherche du savoir.

Avec nos profonds sentiments de reconnaissance, nous tenons à présenter nos remerciements à Dr. CHIRIFI Kouider, Maitre de conférences, Université Djilali Liabés, Sidi Bel Abbés, pour son aide. Nous avons eu le privilège de travailler parmi votre équipe et d'apprécier vos qualités et vos valeurs. Votre sérieux, votre compétence et votre sens du devoir nous ont énormément marqués. Veuillez trouver ici l'expression de notre respectueuse considération et notre profonde admiration pour toutes vos qualités scientifiques et humaines. Ce travail est pour nous l'occasion de vous témoigner notre profonde gratitude.

Nos remerciements s'adressent aussi à Dr. HAZEM Zouaoui, Maitre de conférences, Université Djilali Liabés, Sidi Bel Abbés, d'avoir accepté de présider ce jury. Nos remerciements vont également à l'examineur, Mr. DJELOULI Riadh, Maitre-assistant, Université Djilali Liabés, Sidi Bel Abbés, d'avoir accepté d'examiner ce travail.

Nous tenons à remercier vivement Mr. MEMOU Mohamed et Mme. MAHTOUGUI Abbassia, pour l'accueil au niveau de la circonscription et l'aide qui nous ont apporté. Sans oublier toute l'équipe de la conservation des forêts, pour sa disponibilité et sa bonne humeur permanente.

Un grand merci à Mr. EL BOUHICI Mayssara, inspecteur forestier, à la circonscription de Merine, Wilaya de Sidi Bel Abbés, pour sa précieuse aide sur terrain.



Dédicaces

*Tout d'abord je dis un grand merci à **Dieu**, qui m'a donné la volonté et le courage de continuer.*

Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude, l'amour, le respect, la reconnaissance, c'est tout simplement que : Je dédie ce mémoire de fin d'étude à :

*A ma tendre Mère **Khadîdja**, A mon très cher Père **Youcef**, qui ont été là pour moi, pour les sacrifices qu'ils ont toujours consentis à faire pour moi sans se plaindre afin que je réussisse dans la vie et dans les meilleures conditions.*

*A mes chères sœurs **Romaïssa**, **Hadjer Iness**, à mes chers frères **Sidali**, **Djelloul**, **Mohamed Amine** pour leurs soutiens & leurs aides permanant.*

*A ma tante la plus chère, la plus compatissante et la plus belle **Fatima***

A toute ma famille paternelle et maternelle.

*A mon cher binome **Naima**, ainsi que tous mes amis & les étudiants de ma promotion.*

A tous ceux qui me sont chers.

feriel



Dédicaces

*Tout d'abord je dis un grand merci à **Dieu**, qui m'a donné la volonté et le courage de continuer.*

Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude, l'amour, le respect la reconnaissance, c'est tout simplement que : Je dédie ce mémoire de fin d'étude à :

*Ma tendre Mère **Fatna**, A mon très cher Père **Slimane**, qui ont été là pour moi, pour les sacrifices qu'ils ont toujours consentis à faire pour moi sans se plaindre afin que je réussisse dans la vie et dans les meilleures conditions.*

*A mes chères sœurs **Fatima, Aicha, Malika**, A mes chers frères **Youcef, Mohamed, Fethi** pour leurs soutiens & leurs aides permanents.*

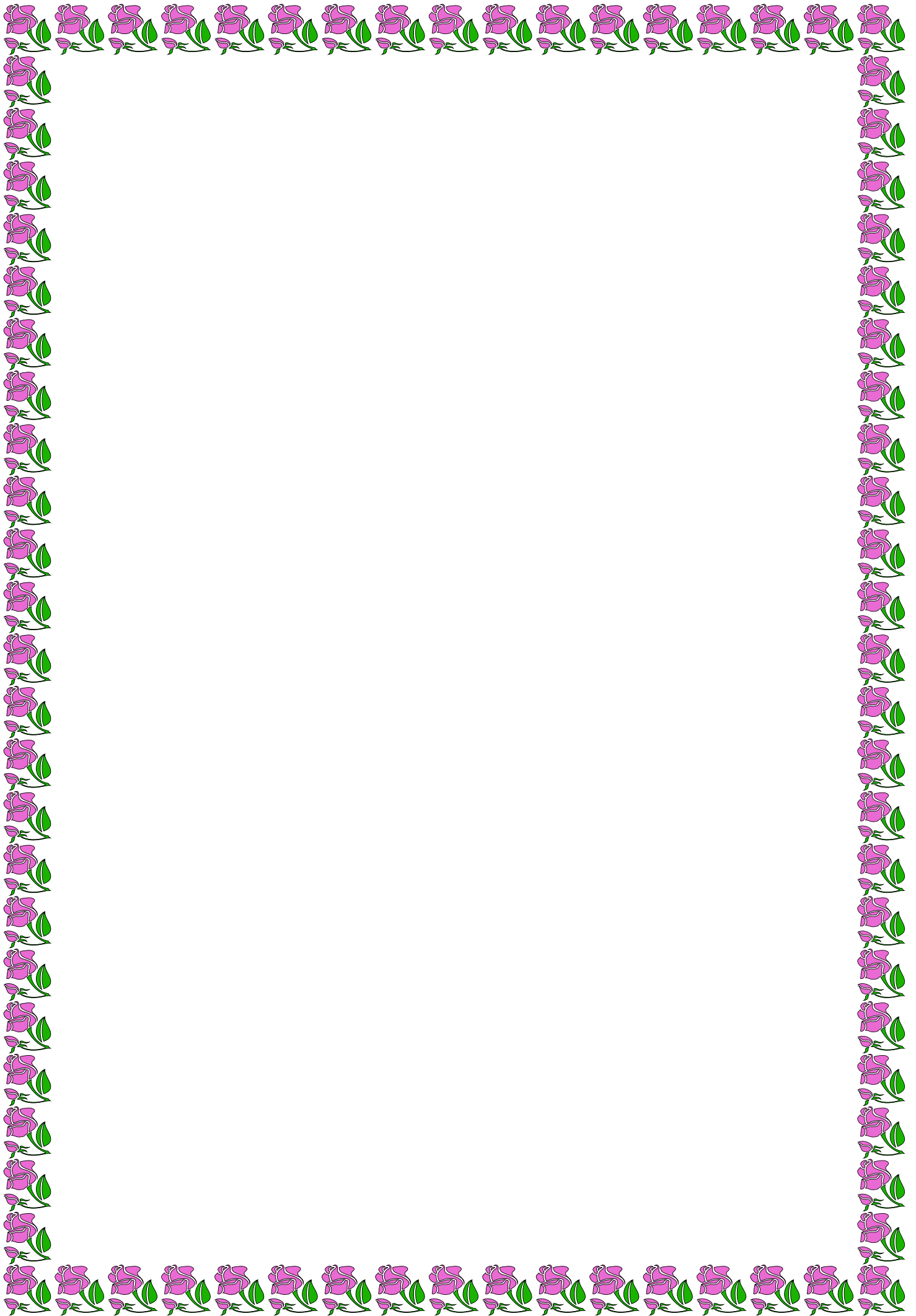
*A mes chères amis **Hadjer & Hayat**.*

A toute ma famille paternelle & maternelle.

*A mon cher binôme **Feriel**, ainsi que tous mes amis & étudiants de ma promotion.*

A tous ceux qui me sont chers.

NAIMA



Liste des tableaux

Tableau 01 :	Les principales caractéristiques des stations retenues.....	21.
Tableau 02 :	Echelle d'interprétation des carbonates (AFNOR ,1989).....	26.
Tableau 03 :	Relevés floristiques effectuées.....	30.
Tableau 04 :	Liste des familles des espèces inventoriées.....	34.

Liste des figures

Figure 01 :	Ferula communis L.dans son site naturel (cliché Boughrera et Belleboukh, 2020).....	03
Figure 02 :	Montage de l'hydrodistillation type Clevenger.....	08
Figure 03 :	Montage de l'entraînement à la vapeur.....	08
Figure 04 :	Structure chimique de quelque antioxydants naturels.....	11
Figure 05 :	Réaction du test DPPH.....	12
Figure 06 :	Schéma de la réaction de test FRAP.....	12
Figure 07 :	Structure générale des flavonoïdes.....	13
Figure 08 :	Structures des deux types de tannis	14
Figure 09 :	Présentation géographiques de la zone d'étude.....	16
Figure 10 :	Représentation photographique des stations d'échantillonnages.....	22
Figure 11 :	Echelle de salure en fonction de la conductivité (1978).....	25
Figure 12:	Richesse spécifique des stations étudiées.....	28
Figure 13 :	Spectre biologique globale.....	36
Figure 14 :	Représentation graphiques la classification hiéarchique ascendante (CHA).....	37
Figure 15 :	Représentation graphiques de l'analyse statistique (AFC)	38

La liste d'abréviation

C : Carbone

AVK :Antivitamines K

F :Ferula

HE:Huile Essential

I.A: Indice D'acide

I.S:Indice Saponification

I.I: Indice D'iode

I.P:IndicePeroxyde

DPPH: DepheryPicrylhydrazyl)

FRAP: Ferric Reducing Ability Power)

ALC13: Trichlorure D'liminuime

NAOH: Hydroxyde De Sodum

nm :Nanomètre

Km : Kilomètre

m : mètre

ha :Hectare

°C : DegréCelsuis

F : Fréquence

S :Station

N : NombreTotaleDeRelevée

n :NombreDeRelevée

i :Espèces

mm :Millimètre

CaCO₃ :Carbonate De Calcium

Hcl :Acide Chlorhydrique

KMnO₄ :Permanganate De Potassium

La liste d'abréviation

(NH₄)₂ C₂O₄H₂O :Oxalate Ammonium

ms/Cm : Millisiemens / Centimètre

AFC : Analyse Factorielle Des Correspondances

CHA : Classification Hiérarchique Ascendante

Gr :Groupe

Résumé

La forêt domaniale de Tenira, situé au sud de la wilaya de sidi bel Abbes (Algérie nord occidentale), est caractérisée par une phytodiversité remarquable. Dans ce cadre, la présente étude cherche à mettre en relief la nature et l'ampleur des facteurs et paramètres contribuant à la répartition de l'espèce *Ferula communis*, plante méditerranéenne, un arbrisseau vivace appartient à la famille des *Apiaceae* (Ombellifères).

Pour cela, trois (03) stations situées sur la zone d'étude ont été échantillonnées. Sur chaque station une étude floristique et analyses pédologiques sont effectuées afin de dégager les principaux facteurs qui interviennent dans la répartition de cette plante.

L'inventaire floristique réalisé sur terrain a permis de comptabiliser 65 espèces appartenant à 28 familles botaniques de plantes vasculaires dont les mieux représentées sont les *Liliaceae* avec un taux de 10,76 %. Sur le plan biologique, les Thérophytes présentent un taux très élevé avec un pourcentage de 22 % et dominant toutes les stations échantillonnées.

L'analyse factorielle des correspondances (AFC), nous a permis d'identifier trois groupes de stations : le premier groupe (Gr1) est représenté par la station S3 ou domine le pin d'Alep (*Pinus halepensis*). Le groupe Gr 2, c'est un groupe représenté par la station S1 ou domine thuya (*Tetraclinis articulata*) et le groupe Gr 3 représenté par la station S2 ou domine l'espèce *Ferula communis* avec un indice d'abondance-dominance important.

Mots clés : Forêt domaniale de Tenira, Phytodiversité, *Ferula communis*, inventaire, dégradation, AFC.

Résumé

Sammury

Résumé

summary

The national forest of Tenira, located to the south of the wilaya of sidibel Abbas (north-western Algeria), is characterized by a remarkable phytodiversity. In this context, the present study seeks to highlight the nature and extent of the factors and parameters contributing to the distribution of the species *Ferula communis*, a Mediterranean plant, a perennial shrub belongs to the Apiaceae (Umbelliferae) family.

For this, three (03) stations located in the study area were sampled. On each station a floristic study and pedological analyzes are carried out in order to identify the main factors involved in the distribution of this plant.

The floristic inventory carried out in the field made it possible to count 65 species belonging to 28 botanical families of vascular plants, the best represented of which are Liliaceae with a rate of 10.76%. Biologically, the Therophytes present a very high rate with a percentage of 22% and dominate all the stations sampled.

The factorial correspondence analysis (AFC), allowed us to identify three groups of stations: the first group (Gr1) is represented by station S3 or dominates the Aleppo pine (*Pinushalepensis*). The Gr 2 group is a group represented by the S1 station or dominates thuja (*Tetraclinisarticulata*) and the Gr 3 group represented by the S2 station or dominates the species *Ferula communis* with a high abundance-dominance index.

Key words: Tenira national forest, Phytodiversity, *Ferula communis*, inventory floristique, degradation, AFC.

ملخص

تتميز الغابة الوطنية في تنيرة الواقعة جنوب ولاية سيدي بلعباس (شمال غرب الجزائر) بتنوع نباتي رائع وفي هذا السياق تسعى الدراسة الحالية إلى تسليط الضوء على طبيعة و مدى العوامل المساهمة في توزيع الأنواع *ferula communis* نبات متوسطي و شجيرة معمرة تنتمي إلى عائلة *Apiaceae* لهذا الغرض تم اخذ عينات من ثلاث محطات في منطقة الدراسة بحيث يتم إجراء دراسة نباتية و تحليلات بيولوجية في كل محطة من اجل تحديد العوامل الرئيسية التي ينطوي عليها توزيع هذا النبات أتاح لنا جرد الأزهار الذي تم إجراؤه في هذا المجال إحصاء 65 نوع تنتمي إلى 28 فصيلة نباتية من النباتات الوعائية أفضلها المتمثلة في الزنابق بنسبة 10.76% من الناحية البيولوجية .تقدم الخلايا الجذعية بنسبة عالية تقدر ب22% وتهيمن على جميع المحطات التي تم أخذ العينات منها و قد سمح لنا تحليل العامل المقابل AFC بتحديد ثلاث مجموعات من المحطات المجموعة الأولى تمثلها المحطة الثالثة و تهيمن عليها مجموعة الصنوبر الحلبي المجموعة الثانية تمثلها المحطة الأولى و تهيمن عليها نوع *thuya* و المجموعة الثالثة ممثلة بالمحطة الثانية تهيمن عليها نوع *ferula communis* مع مؤشر الوفرة و السيطرة العالي

الكلمات المفتاحية: الغابة الوطنية لثنية ،تنوع نباتي، *ferula communis*، جرد الأزهار، تدهور، تحليل

العامل المقابل *AFC*

TABLE DES MATIERES**Liste des tableaux.****Liste des figures.****Liste des abréviations****Résumé****Introduction** 1.***Partie I : Etude bibliographique******Chapitre I : généralité sur la plante ferula communis*****I.1. Définition** 2

I.2. Histoire des plantes aromatiques et médicinales 2

II. Présentation de la plante *Ferula communis* L..... 2II.1. Présentation de la famille des *Apiaceae* 3II.2. Généralités sur le genre *ferula*..... 3

II.2.1. Définition 3

II.3. Caractéristiques générales de *Ferula communis* L..... 3

II.4. Toxicité et composition chimique 4

II.5. Travaux antérieurs sur *Ferula communis* L..... 4***Chapitre II : III. Généralités sur les huiles essentielles***

III.1. Introduction..... 5

III.2. Composition des HE

• Les terpénoïdes 6

• Les composés aromatiques 6

• Les composés d'origines diverses	7
III.3. Hydrolat	7
III.4. Principales méthodes d'extraction des huiles essentielles	7
III.4.1. L'hydrodistillation.....	7
III.4.2. L'entraînement à la vapeur d'eau.....	8
III.5. Propriétés physico-chimiques des huiles essentielles	9
III.5.1. Caractéristiques physiques	9
III.5.1.1. La densité relative	9
III.5.1.2. Indice de réfraction	9
III.5.2. Caractéristiques chimiques	9
III.5.2.2. Indice d'acide (I.A).....	9
III.5.2.3. Indice de saponification (I.S)	9
III.5.2.4. Indice d'iode (I.I).....	10
III.5.2.5. Indice de peroxyde (I.P).....	10
IV. Activité antioxydante	10
IV.1. Les antioxydants	10
IV.2. Méthodes d'investigation du pouvoir antioxydant	11
IV.2.1. Test de réduction du radical stable, le DPPH	11
• Principe de la méthode	11
• IV.2.2. Test FRAP (Ferric Reducing Ability Power) :.....	12
Dosage des composés phénoliques.....	13
V.1. polyphénols.....	13
• V.2. Flavonoïdes	13
• V.3. Les tanins	14
 Chapitre III :presentation de la zone d'étude	
1. Présentation de la forêt de Tenira.....	15
1.2. Situation géographique de la forêt de Tenira	15
1.3 Situation administrative.....	15

TABLE DE MATIERE

1.4. Situation forestière.....	15
2.Exposition – Reliefs	16
3.le climat	16
4. La richesse faunistique et floristique dans la forêt de Tenira.....	17
4.1. La richesse faunistique dans la forêt de Tenira	17
4.2.la richesse floristique dans la forêt de tenira.....	19
5. Les menaces de la forêt de Tenira.....	20

Partie II : Etude Expérimentale

Chapitre IV : matériel et méthodes

1. Etude écologique.....	21
1.2. Localisation des stations d'échantillonnage	21
1.3. Étude floristique.....	21
1.4. Étude du sol.....	24
1.4.1. Analyse physique.....	24
1.4.1.1. Analyse granulométrique.....	24
1.4.1.2. Humidité.....	25
1.4.2. Analyse chimiques.....	25
1.4.2.1. PH.....	25
1.4.2.2. Conductivité électrique.....	25
1.4.2.3. Calcaire total.....	26
1.4.2.4. Calcaire actif.....	26
1.4.2.5. Carbone organique	26
3. Analyses statistiques	27

Chapitre V : résultats et discussion.....

1. Analyse de la végétation	28
1.1. La richesse floristique.....	28
2.2. Indice d'abondance-dominance et fréquence.....	29
2.3. Analyse de la végétation dans leurs familles.....	34

TABLE DE MATIERE

2.4. Le spectre biologique global.....	36
3. Analyse statistiques.....	37
3.1 Analyse factorielle des correspondances.....	37
Conclusion.	40
Références bibliographiques	42

Dans le bassin méditerranéen, l'espace forestier requiert une importance écologique et socio-économique certaine (Medail & Quézel, 2003). La flore méditerranéenne actuelle est formée d'un mélange complexe d'espèces aux origines biogéographiques variées et plus ou moins anciennes.

La forêt algérienne comme celle méditerranéenne présente des richesses naturelles importantes, dont une diversité floristique avérée. C'est une forêt essentiellement de lumière, irrégulière composée des peuplements de feuillus ou résineux le plus souvent ouvert formés d'arbres de toutes tailles et de tous âges en mélange, avec la présence d'un épais sous-bois composés d'un grand nombre d'espèces secondaires, ce qui favorise la propagation des feux et affaiblit le rendement moyen en volume des ligneux.

Les écosystèmes forestiers de la zone de Tenira, situés au Sud de la wilaya de Sidi Bel Abbès de l'Algérie nord occidentale, ont subi continuellement une régression due le plus souvent à une action conjuguée des facteurs climatiques et anthropiques.

Dans le cadre d'une meilleure connaissance de l'espèce faisant l'objet de notre étude *Ferula communis*, ainsi que dans un objectif de conservation de la biodiversité, nous nous sommes intéressées à travers notre étude à la forêt de Tenira.

La forêt de Tenira joue un rôle écologique important par ses caractéristiques physiques et biologiques. Comme tous les espaces naturels, cet espace est soumis à une pression induite par les activités humaines pouvant menacer sa pérennité.

Notre objectif s'est porté sur l'espèce *Ferula communis* afin de mieux connaître les paramètres du milieu qui permettant son installation sur le site étudié.

Les principaux objectifs de l'étude sont :

- Contribuer à une meilleure connaissance des caractéristiques écologiques de la forêt de Tenira,
- Contribuer à une meilleure connaissance du cortège floristique et des exigences écologiques de l'espèce *Ferula communis* entre autres, à travers des inventaires.

Cette étude s'articule sur deux parties :

- Une première partie expose une synthèse bibliographique, qui met en évidence essentiellement des généralités sur la plante *Ferula communis*, la phytochimie et la zone d'étude avec ses caractéristiques écologiques.
- Une deuxième partie expérimentale est consacrée à la présentation du matériel et méthodes, résultats et leur discussion, en fin on terminera par une conclusion générale.

I. Généralités sur les plantes aromatiques et médicinales

I.1. Définition

Une plante médicinale est toute plante renfermant un ou plusieurs principes actifs capables de prévenir, soulager ou guérir des maladies (Schauenberg & al.,1977). Une plante aromatique est une plante susceptible d'être utilisée en cuisine et en médecine douce pour ses arômes et les huiles essentielles que l'on peut en extraire (Bouhani & al.,2016).

I.2. Histoire des plantes aromatiques et médicinales

L'histoire des plantes aromatiques et médicinales est associée à l'évolution des civilisations. Depuis l'antiquité, ces plantes ont toujours occupé une place importante en médecine. Les " égyptiens ont constitué la première législation des plantes médicinales en "Pharmacopée" dont le nom dérive du égyptien mot Farmake" (qui guérit) (Bouhani & al., 2016).

A l'époque Romaine, du moins dans les premiers siècles, les experts en matière de botanique étaient toujours des Grecs, et ce n'est que plus tard que les Romains s'attachèrent à l'étude de la flore et à l'élaboration des médicaments qu'ils en pouvaient obtenir.

Les Arabes furent, eux aussi de grands connaisseurs de plantes, ils avaient hérité, de la grande culture des perses, de solides préceptes médicaux, tout en se référant à Galien pour l'essentiel de sa doctrine. 77 ans après JC, Discoride inventorie plus de 600 plantes d'origine végétale (Dioscoride & al.,1959).

Comprenant une centaine de plantes aromatiques. Les auteurs arabo persans comme Ibn al Baytâr (1877-1883) ont ajouté de nombreuses espèces nouvelles à cet arsenal thérapeutique.

Depuis cette époque jusqu'à nos jours, les herbes, les bais, les racines n'ont pas cessé d'être l'objet d'études approfondies, si bien que chaque jour leurs vertus soient mieux reconnues et plus utilement appliquées. Aujourd'hui, malgré la profusion des médicaments purement chimique, les plantes remportent toujours de nouvelles victoires (Tous.,1970).

II. Présentation de la plante *Ferula communis* L.

II.1. Présentation de la famille des *Apiaceae*

Les *Apiaceae* (Ombellifères) comprennent environ 3.000 espèces réparties dans toutes les régions tempérées mais surtout dans l'hémisphère Nord. C'est une famille facile à reconnaître grâce à son inflorescence typique ombelle. Paradoxalement, les espèces de cette famille sont assez difficiles à différencier les unes des autres (Chibani & al.,2013).

II.2. Généralités sur le genre ferula

II.2.1. Définition

Le genre *Ferula* comporte près de 180 espèces poussant à travers le monde, principalement dans les régions arides. 130 espèces sont communes au bassin méditerranéen et à l'Asie centrale (Pimenoy & al., 2004).

II.2.2. Utilisations traditionnelles

La décoction des fruits de *Ferula vesceritensis* est utilisée pour traiter les maux de tête, la fièvre et les infections de la gorge (Ahmed & al., 2007). *F. communis* L. est utilisée pour traiter l'hystérie et la dysenterie (Heywood & al., 1971).

Les tiges sèches sont utilisées pour la vannerie et la confection des ruches d'abeilles (Trabut & al., 1935). *F. communis* connue au Yemen sous le nom «Chemmer ou Chemar», est utilisée en médecine traditionnelle pour éliminer les sels des urines (Ahmed & al., 2007).

II.3. Caractéristiques générales de *Ferula communis* L.

F. communis est une plante méditerranéenne, un arbrisseau vivace pouvant atteindre deux mètres de haut, à croissance très rapide (quelques semaines) et caractérisée par une inflorescence très dense (Quézel et Santa, 1963). La totalité de l'appareil végétatif est parcouru de canaux sécréteurs contenant un mélange d'essence et de résines (Filiat & al., 2012).



Figure 1 : *Ferula communis* L. dans son site naturel (Cliché Boughrara et Belleboukh, 2020).

II.4. Toxicité et composition chimique

La plante est moyennement toxique (Claude & al., 2016). Où les principes toxiques majeurs sont des hydroxycoumarines prénylées en C3. Le féruléol, l'hydroxyféruléol, la

ferpénine ont une action anticoagulante. Le féruléol possède également une activité cytotoxique, à l'instar du taxol.

Les intoxications sont rares chez l'homme et se manifestent par une faiblesse générale, (CHIBAN des convulsions, des diarrhées sanglantes. Ces intoxications présentent un risque particulier chez les patients déjà sous AVK (antivitamines k) (Claude & *al.*, 2016).

II.5. Travaux antérieurs sur *Ferula communis* L.

Le genre *Ferula* est étudié depuis plusieurs années. De nombreuses études ont été réalisées sur les métabolites secondaires synthétisés par les différentes parties des espèces appartenant à ce genre (erjon & *al.*, 2012).

La coumarine prénylé (dérivée de coumarines) extraite de *F. communis* L., a une action toxique. La présence de cette molécule est une indication de toxicité (Erjon & *al.*, 2012).

Le fenouil géant est une espèce existante au Maroc et à la Sardaigne (Italie) qui contient un chimiotype toxique responsable d'un syndrome d'hémorragie connue par le férulisme chez les bétails. Les hydroxycoumarines ont une activité antivitamine K. Ce sont des molécules responsables de la toxicité (Valle & *al.*, 1987).

Certains esters-daucane sont extraits de *F. communis*. En Sardinia (Italie) possèdent une activité antiproliférative des cellules de cancer du colon inférieur chez l'homme (Poli & *al.*, 2005).

Des antimycobactériens peuvent être produits par des sesquiterpènes synthétisés par cette espèce. Toutefois, leur ingestion peut poser des problèmes toxicologiques et aussi écotoxicologiques (Chibani & *al.*, 2013). signale que certains composés isolés d'espèces de ce genre sont considérés comme agents chimiopréventifs, et servent à surmonter la résistance aux anticancéreux en agissant sur la pompe d'efflux de la glycoprotéine P. Il a été suggéré que l'acétophénone o-phénylé, acétophénone 2- (3 méthylbut-2- enyloxy), extrait des racines de *F. communis*, induit l'activité analgésique et l'activité anti-inflammatoire (Houghton, 1998).

La fibre de ferula pré-séchée a été utilisée pour la mesure de la densité par la méthode d'Archimède avec de l'éthanol, selon ASTM D 3800-99. La densité des fibres de ferula a été déterminée comme égale à 1,24 g / cm³ (Benmehdi & *al.*, 2000).

L'analyse phytochimique de l'extrait d'acétate d'éthyle et de l'extrait de n-butanol de *Ferula communis* a mis en évidence la présence de flavonoïdes, d'alcaloïdes, de diterpènes, de glycosides, de glucides, de protéines, de terpénoïdes, et de tanins. L'extrait d'acétate d'éthyle

et l'extrait de n-butanol de *Ferula communis* ont été testés pour les activités antioxydantes où les deux extraits de plantes ont présenté un bon pouvoir réducteur à différentes concentrations (Merghem & *al.*, 1995).

Les huiles essentielles de *Ferula communis* L sont constituées par 3 composants majoritaires: le myrcène (52.5%), l' α - pinène : (20.90%) et le β -phellandrène (7.70%) (Chibani & *al.*, 2013).

III. Généralités sur les huiles essentielles

III.1. Introduction

Les huiles essentielles (HE) ont, à toutes époques, occupé une place importante dans la vie quotidienne des hommes qui les utilisaient pour se parfumer, aromatiser la nourriture ou même se soigner. La connaissance des huiles essentielles remonte à fort longtemps puisque l'homme préhistorique pratiquait déjà, à sa manière, l'extraction des principes odorants des plantes (Alkhatib & *al.*, 2010).

Selon les normes internationales, les huiles essentielles doivent être liquides à température ambiante, de consistance huileuse mais non grasse, leur densité est souvent inférieure à celle de l'eau, volatiles, insolubles dans l'eau, et solubles dans les huiles végétales, dans l'éther et dans l'alcool jusqu'à un certain pourcentage, et de polarité moyenne (Chibani & *al.*, 2013).

Les huiles essentielles sont produites dans le cytoplasme des cellules. Elles peuvent être stockées dans divers organes végétaux : les fleurs (bergamotier, rose, ...), les sommités fleuries (lavande, menthe, ...), les feuilles (citronnelle, eucalyptus, ...), les racines (vétiver), les rhizomes (gingembre, curcuma, ...), les fruits (poivres, ...), le bois (bois de rose, santal,...), ou les grains (muscade, ambrette, ...) (Rajab & *al.*, 2015).

III.2. Composition des HE

La composition chimique des HE est complexe et peut varier selon l'organe, les facteurs climatiques, la nature du sol, les pratiques culturales et le mode d'extraction. Les huiles essentielles sont un mélange de constituants qui appartiennent à trois catégories de composés.

- **Les terpénoïdes**

Le terme terpène rappelle la toute première extraction de ce type de composé dans l'essence de térébenthine. Dans le cas des huiles essentielles, seuls les terpènes les plus volatils, c'est à dire, ceux dont la masse moléculaire n'est pas élevée sont observés. Ils répondent dans la plupart de cas à la formule générale $(C_5H_8)_n$. Suivant les valeurs de n , on a les hémiterpènes ($n = 1$), les monoterpènes ($n=2$), les sesquiterpènes ($n=3$), les triterpènes ($n=6$), les tétraterpènes ($n=8$) et les polyterpènes (Piochon & *al.*, 2008).

- **Les composés aromatiques**

Contrairement aux dérivés terpéniques, les composés aromatiques sont moins fréquents dans les huiles essentielles. Très souvent, il s'agit d'allyle et de propénylphénol. Ces

composés aromatiques constituent un ensemble important car ils sont généralement responsables des caractères organoleptiques des huiles essentielles (Piochon & *al.*, 2008).

- **Les composés d'origines diverses**

Compte tenu de leur mode d'extraction, les huiles essentielles peuvent renfermer divers composés aliphatiques, généralement de faible masse moléculaire, entraînés lors de l'hydro distillation. Ces produits peuvent être azotés ou soufrés (Pichon & *al.*, 2008).

III.3. Hydrolat

Certains hydrolats sont utilisés depuis des siècles dans des préparations cosmétiques, thérapeutiques et culinaires. Le principal marché des hydrolats se situe dans le domaine des cosmétiques et des arômes alimentaires (Mebarki & *al.*, 2010). Traités au départ comme un déchet de la distillation des huiles essentielles, les hydrolats sont aujourd'hui de plus en plus présents sur le marché des produits naturels. Les praticiens en aromathérapie les utilisent souvent en compléments d'une thérapie par les huiles essentielles. Malgré la faible proportion en principes actifs, les hydrolats présentent certaines activités pharmacologiques et biologiques intéressantes. Leur popularité auprès des consommateurs est principalement due à leur non toxicité par rapport aux huiles essentielles du fait de leurs faibles teneurs en principe actifs. Ils sont de ce fait beaucoup mieux tolérés que les huiles essentielles ce qui en fait un produit de choix pour les aromathérapeutes. Malgré cet engouement, les chercheurs s'intéressent peu aux hydrolats et à leurs potentiels thérapeutiques et il existe donc un réel manque de données fiables dans ce domaine (Mebarki & *al.*, 2010).

III.4. Principales méthodes d'extraction des huiles essentielles

III.4.1. L'hydrodistillation

Le principe de l'hydrodistillation est celui de la distillation des mélanges binaires non miscibles. Elle consiste à immerger la biomasse végétale dans un alambic rempli d'eau, que l'on porte ensuite à l'ébullition. La vapeur d'eau et l'essence libérée par le matériel végétal forment un mélange non miscible. Les composants d'un tel mélange se comportent comme si chacun était tout seul à la température du mélange, c'est à dire que la pression partielle de la vapeur d'un composant est égale à la pression de vapeur du corps pur. Cette méthode est simple dans son principe et ne nécessite pas un appareillage coûteux. Cependant, à cause de l'eau, de l'acidité, de la température du milieu, il peut se produire des réactions d'hydrolyse, de réarrangement, de racémisation, d'oxydation, d'isomérisation, etc. qui peuvent très sensiblement conduire à une dénaturation (Teisseire & *al.*, 1991).



Figure 2 : Montage de l'hydrodistillation type Clevenger.

III.4.2. L'entraînement à la vapeur d'eau

Les méthodes d'extraction par l'entraînement à la vapeur d'eau sont basées sur le fait que la plupart des composés volatils contenus dans les végétaux sont entraînés par la vapeur d'eau, du fait de leur point d'ébullition relativement bas et de leur caractère hydrophobe. Sous l'action de la vapeur d'eau introduite ou formée dans l'extracteur, l'essence se libère du tissu végétal et entraînée par la vapeur d'eau. Le mélange de vapeurs est condensé sur une surface froide et l'huile essentielle se sépare par décantation (el haib & *al.*, 2011).

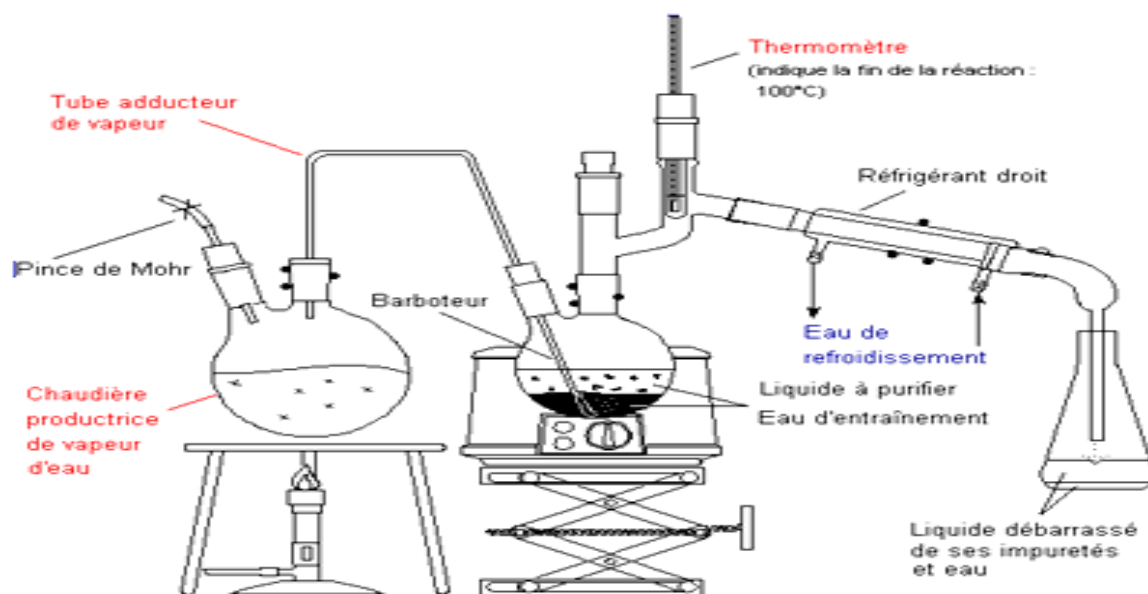


Figure 3 : Montage de l'entraînement à la vapeur.

Il existe d'autres méthodes d'extraction tels que :

- L'hydrodiffusion,
- La distillation à vapeur saturée,
- L'expression à froid

III.5. Propriétés physico-chimiques des huiles essentielles

III.5.1. Caractéristiques physiques

III.5.1.1. La densité relative

La densité relative à la température ordinaire d'une huile essentielle est le rapport de la masse d'un certain volume d'huile essentielle à la température ordinaire à la masse d'un égal volume d'eau distillée à cette température (Bruneton & *al.*, 1993).

III.5.1.2. Indice de réfraction

C'est le rapport entre le sinus des angles d'incidence et de réfraction d'un rayon lumineux de longueur d'onde déterminée, passant de l'air dans l'HE maintenue à une température constante (Bruneton & *al.*, 1993).

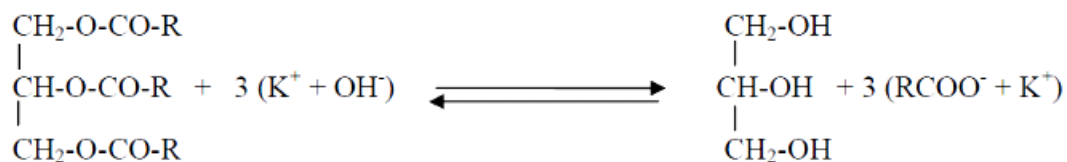
III.5.2. Caractéristiques chimiques

III.5.2.2. Indice d'acide (I.A)

L'indice d'acide est la quantité de potasse exprimée en milligramme nécessaire pour neutraliser les acides gras libres contenus dans un gramme d'huile essentielle. Cet indice apporte un renseignement précieux sur la qualité de la conservation de l'huile (Polycopie de travaux pratiques de la chimie des substances naturelles de S6, 2009/2010).

III.5.2.3. Indice de saponification (I.S)

Il correspond au nombre de milligrammes d'hydroxyde de potassium nécessaires pour la saponification d'un gramme d'huile suivant la réaction chimique suivante :



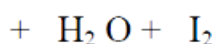
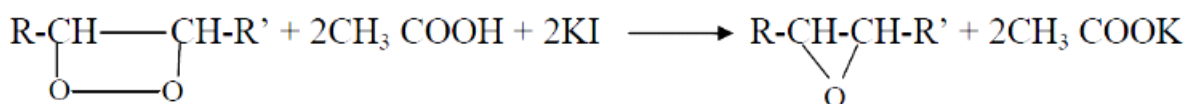
La valeur de l'indice de saponification nous permet d'estimer les longueurs des chaînes de carbone des acides gras constituant l'huile d'une part, et de calculer les masses moléculaires moyennes des acides gras et des triglycérides que renferment l'huile (Nft & *al.*, 1990).

III.5.2.4. Indice d'iode (I.I)

L'indice d'iode (I.I) d'une huile est le nombre de grammes d'halogène exprimé en iode fixé par 100 grammes d'huile. Le principe de sa détermination est basé sur la fixation d'halogènes par les doubles liaisons des acides gras insaturés, il permet donc d'évaluer le taux des insaturations moyennes de l'huile (Nf & *al.*, 2013).

III.5.2.5. Indice de peroxyde (I.P)

C'est la quantité de peroxyde présent dans l'échantillon, exprimée en milliéquivalents d'oxygène actif contenu dans un kilogramme de produit, oxydant l'iodure de potassium avec libération d'iode. L'indice de peroxyde nous permet d'évaluer l'état de fraîcheur de l'huile (Nft & *al.*, 1995).



L'iode libéré réagit avec le thiosulfate de sodium selon la réaction suivante :



IV. Activité antioxydante

IV.1. Les antioxydants

Un antioxydant est toute substance présente à une concentration inférieure à celle du substrat oxydable, qui est capable de retarder ou de prévenir l'oxydation de ce substrat (Halliwell & *al.*, 1999).

Les antioxydants sont des composés puissants qui peuvent neutraliser les radicaux libres impliqués dans la dégradation cellulaire, et nous aident ainsi à garder une vie active et saine. Quelques antioxydants sont fabriqués par le corps humain, d'autres tels que les vitamines et polyphénols, doivent être apportés par notre alimentation (Pincemail & *al.*, 2004).

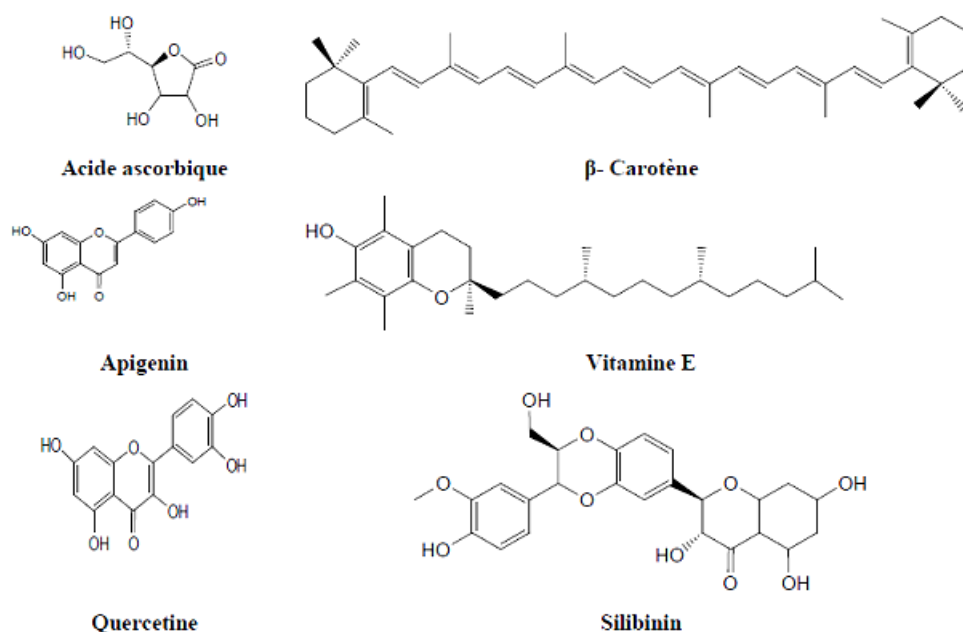


Figure 4 : Structures chimiques de quelques antioxydants naturels.

IV.2. Méthodes d'investigation du pouvoir antioxydant

Il existe plusieurs méthodes pour évaluer la capacité antioxydante elles sont décrites dans la littérature. Parmi lesquelles nous citons :

IV.2.1. Test de réduction du radical stable, le DPPH

- **Principe de la méthode**

La stabilité du radical libre 2,2-Diphényl-1-picrylhydrazyl (DPPH) résulte de la délocalisation importante de l'électron célibataire sur la totalité de la molécule empêchant, ainsi, la dimérisation de se produire comme c'est souvent le cas pour les autres radicaux. Cette délocalisation est à l'origine de la coloration violette foncée caractérisée par une bande d'absorption entre 515-517 nm.

Quand une solution de DPPH est mélangée avec celle pouvant céder un atome d'hydrogène, une diminution de la coloration violette caractéristique de l'apparition de la forme réduite du DPPH s'est produite. Il persiste une légère coloration jaune due au groupement picryl résiduel (Molyneux & *al.*, 2004).

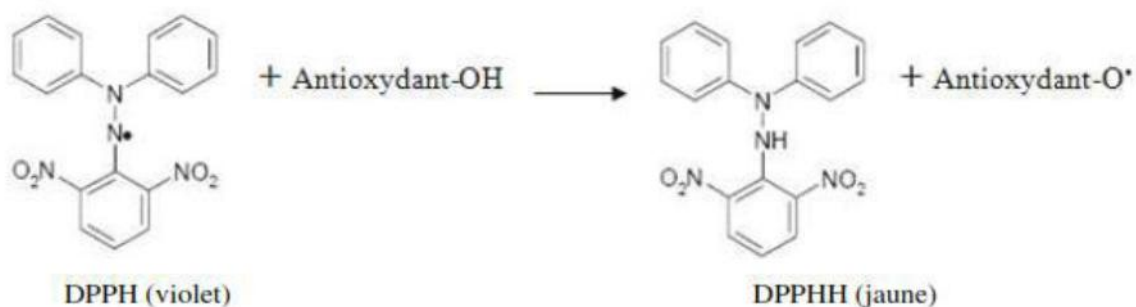


Figure 5 : Réaction du test DPPH (Congo., 2012)

IV.2.2. Test FRAP (Ferric Reducing Ability Power):

Cette technique consiste à réduire le complexe ferrique de 2, 4, 6-tripyridyl-s-triazine [(Fe(III)-TPTZ)] de couleur jaune en complexe ferreux [(Fe(II)-TPTZ)] de couleur bleu à PH=3.6. Le problème de cette méthode, est qu'elle ne donne pas des résultats avec les antioxydants qui portent les groupes SH (les thiols) (Leopoldini & *al.*, 2004).

L'absorbance est enregistrée à 595 nm après 30 min d'incubation à 37 ° C (Durazzo & *al.*, 2016).

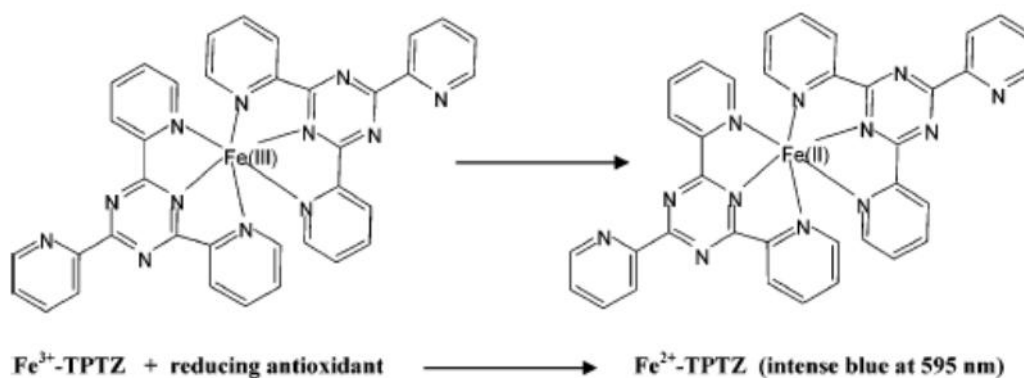


Figure 6 : Schéma de la réaction de test FRAP.

V. Dosage des composés phénoliques

V.1. Polyphénols

Plus de 8 000 composés polyphénoliques ont été identifiés dans diverses espèces végétales. Tous les composés phénoliques végétaux proviennent d'un intermédiaire commun, la phénylalanine, ou un précurseur proche, l'acide shikimique. Ils se présentent principalement sous des formes conjuguées, avec un ou plusieurs résidus de sucre liés à des groupes hydroxyle, bien que des liaisons directes du sucre (polysaccharide ou monosaccharide) à un carbone aromatique existent également (Kanti & *al.*, 2009).

La teneur des phénols peut être déterminée par spectrophotométrie selon la méthode de Folin Ciocalteu (Lister & *al.*, 2001). Le réactif de couleur jaune est constitué d'acide phosphotungstique et d'acide phosphomolybdique qui est réduit, lors de l'oxydation des phénols en mélange d'oxydes bleus de tungstène et de molybdène. L'intensité de cette coloration est directement proportionnelle aux taux des composés phénoliques oxydés (Boizot & *al.*, 2006).

V.2. Flavonoïdes

Les flavonoïdes constituent le groupe le plus étudié de polyphénols. Ce groupe a une structure basique commune consistant en deux cycles aromatiques liés ensemble par trois atomes de carbone qui forment un hétérocycle oxygéné (Kanti & *al.*, 2009).

La détermination des flavonoïdes peut être effectuée selon la méthode décrite par (Dewanto & *al.*, 2002). avec le réactif de trichlorure d'aluminium $AlCl_3$ et la soude $NaOH$. Le trichlorure d'aluminium forme un complexe jaune avec les flavonoïdes et la soude forme un complexe de couleur rose qui absorbe dans le visible à 510 nm.

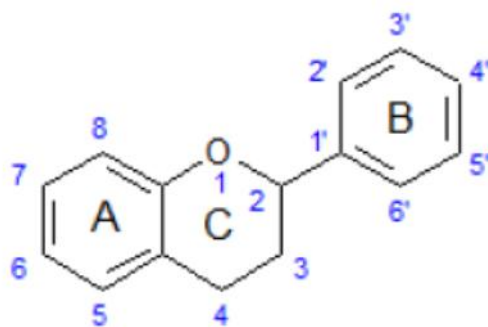


Figure 7 : Structure générale des flavonoïdes

V.3. Les tanins

Les tanins sont des polyphénols que l'on trouve dans de nombreux végétaux tels que les écorces d'arbre et les fruits (raisin, datte, café, cacao...). Leur structure complexe est formée d'unités répétitives monomériques qui varient par leurs centres asymétriques, leur degré d'oxydation (Hemingway & *al.*, 1992).

Ces tanins sont des donneurs de protons aux radicaux libres lipidiques produits au cours de la peroxydation. Des radicaux tanniques plus stables sont alors formés, ce qui a pour conséquence de stopper la réaction en chaîne de l'auto oxydation des lipides (Cavin & *al.*, 1999).

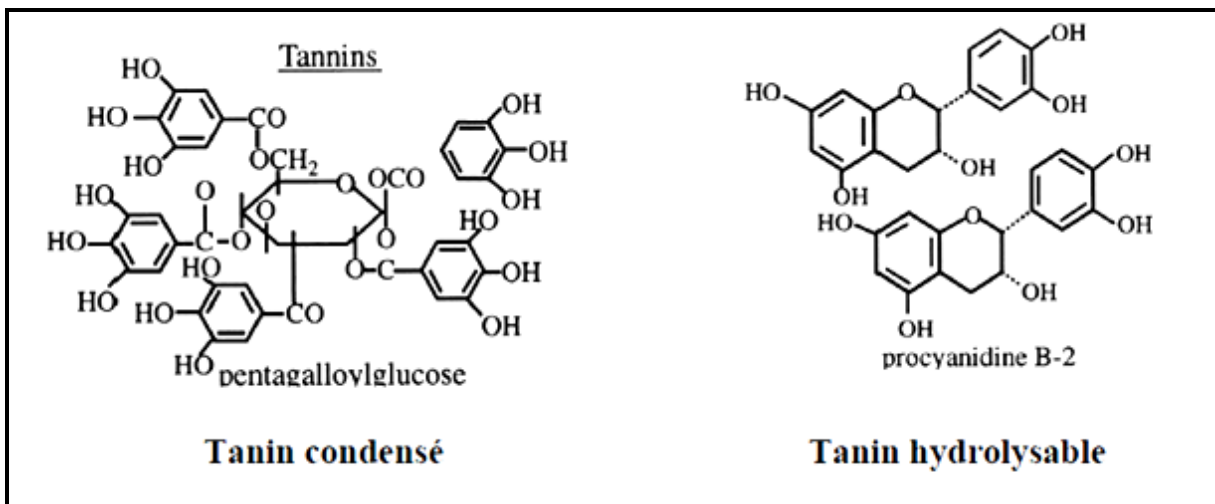


Figure 8 : Structures des deux types de tanins.

1. Présentation de la forêt de Tenira

1.2. Situation géographique de la forêt de Tenira

La forêt domaniale de Tenira est située à 15 km au sud de la wilaya de sidi bel Abbas, une distance de 12 km au nord de Tighalimet et 09 km à l'est de Boukhanifis. Elle s'étend sur une superficie de 8883 ha, située à une altitude moyenne de 734 m, elle prend une forme allongée Sud-est et Nord-ouest avec prolongement vers le sud à son extrême ouest (Figure 9). La forêt domaniale de Tenira se localise selon les coordonnées suivantes:

34° 55' - 35° 10' Latitude Nord

0° 25' - 0° 40' Longitude Ouest

Elle est limitée à son extrême Est par la forêt domaniale de Moksi, au nord par la forêt sectorielle de Tilmouni, au nord-est par la forêt domaniale de Louza, au sud-ouest par la forêt domaniale de Kountaida, au sud-est par la forêt domaniale de Bouytas et la forêt domaniale d'Okkar-Zeboudj ; entourée de toutes les cotes par des terrains agricoles (CF. SBA, 2015).

1.3. Situation administrative

La gestion de la forêt de Tenira est assurée par la conservation des forêts de la wilaya de sidi bel Abbas, sa situation administrative est comme suit :

La forêt domaniale de : Tenira recouvre les daïras de : Tenira ; Sfisef ; Ben Badis et les communes de : Boukhanifis, Kaid Bel Arbi, Mustapha Ben Brahim (CFSBA, 2015).

1.4. Situation forestière

Selon les documents du sénatus-consulte, la forêt couvre 8303,85Ha et comprend les cantons suivants :

- Canton Tenira 127.20 Ha (notre zone d'étude),
- Canton Hank El Hammar 517.76 Ha,
- Canton Krerichfe 948.84 Ha,
- Canton El Manza 794.25 Ha,
- Canton Zellez 1624 Ha,

- Canton Djehmouma 1302.21 Ha,
- Canton Adjoriaou 1091.25 Ha,
- Canton Ain Guetara 323.17 Ha,
- Canton Messer 126.53 Ha,
- Canton Boutin 301.12 Ha,
- Canton Bouhriz 1638.52 Ha.



Figure 9 : Présentation géographique de la zone d'étude.

2. Exposition - Reliefs

Les unités topographiques de la forêt de Tenira appartiennent à des ensembles naturels du Tell Ouest Algérien exposée au Sud-est de Sidi Bel Abbes, d'où 66% de la superficie reposent sur des pentes de 0 à 9%, 32% sur les pentes de 10 à 24% et de 2% sur des pentes de 24 à 44%. L'altitude maximale et minimale enregistrée respectivement est de 940 m et 630 m.

3. Le climat

Selon la conservation des forêts, la zone d'étude est caractérisées par :

- **Une pluviométrie** de 494 mm,
- **Une température** : Maximum : 31.47°C et Minimum : 0.91 °C.
- **Et un Étage Bioclimatique** : Semi- aride à hiver frais.

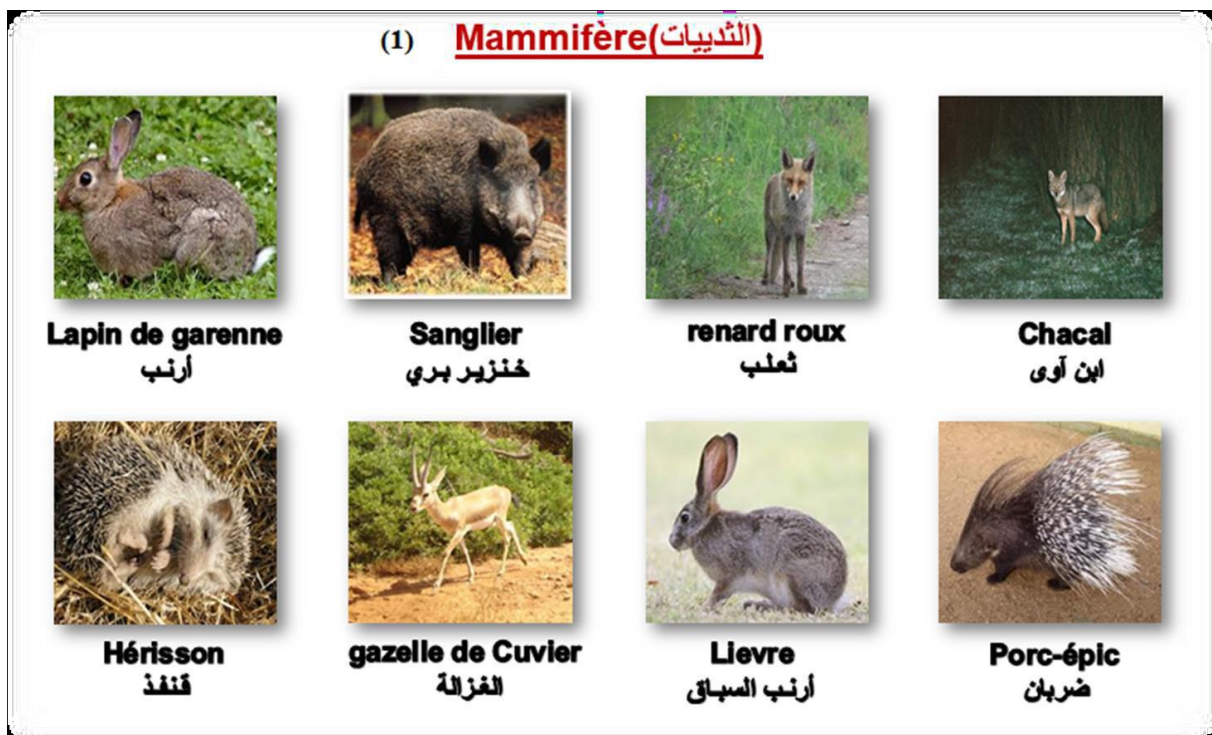
4. La richesse faunistique et floristique dans la forêt de Tenira

La biodiversité est l'expression de la vie sur terre, elle est définie comme suit : La biodiversité c'est la "variabilité des organismes vivants de toute origine y compris, entre autres, les écosystèmes terrestres, marins et autres écosystèmes aquatiques et les complexes écologiques dont ils font partie; cela comprend la diversité au sein des espèces et entre espèces ainsi que celle des écosystèmes." Notre zone d'étude est caractérisée par sa richesse faunistique et floristique souvent méconnue.

4.1. La richesse faunistique dans la forêt de Tenira

Il existe plusieurs catégories :

- 1) les mammifères,
- 2) les oiseaux,
- 3) et d'autres espèces ...



(Source : Conservation des forêts de sidi bel Abbès, 2020)

(2) Les oiseaux (الطيور)

Colombe a queue noire
الحمامة



Corbeau brun
الغراب



Perdrix gambra
الحجل المطي



Pigeon ramier
فانغتة



Aigle royal
النسر الذهبي



Tourterelle des bois
اليمامة



Faucon
الصفير



Alouette des champs
قبرة الحقل

(Source : Conservation des forêts de sidi bel Abbès, 2020)

Autres espèces (أنواع أخرى)

Serpent
أفعى



Tortue grecque
سلحفاة



Chamelio
الحرباء

(Source : Conservation des forêts de sidi bel Abbès, 2020)

4.2. La richesse floristique au niveau de la forêt de Tenira

La biodiversité végétale dans la forêt de Tenira est caractérisée par la présence de plusieurs espèces. Selon l'inventaire floristique effectué par la conservation des forêts, nous pouvons citer les espèces suivantes :



(Source : Conservation des forêts de sidi bel Abbes, 2020)



(Source : Conservation des forêts de sidi bel Abbès, 2020)

5. Les menaces de la forêt de Tenira

La forêt de Tenira est souvent menacée par l'action anthropique où l'homme perturbe les écosystèmes forestiers par :

- Les incendies ;
- Le surpâturage ;
- La surexploitation de bois ;
- L'élevage ;
- La déforestation.

La présente étude a pour objectif de caractériser l'habitat de l'espèce *Ferula Communis* L., en mettant en exergue la relation entre le sol et la composition floristique qui l'accompagne d'une part et d'autre part de faire ressortir la variation de certains métabolites secondaires notamment les polyphénols en fonction des paramètres du milieu à savoir l'altitude.

1. Etude écologique

1.2. Localisation des stations d'échantillonnage

Le travail sur terrain consiste à choisir des emplacements (stations) aussi typiques que possible. Ce choix est orienté par la présence de l'espèce qui a fait l'objet de notre étude. De ce fait, trois (03) stations réparties dans la zone d'étude ont été choisies (Tableau 1). Sur chaque station, une étude écologique et chimique sont effectuées.

Tableau 1: Les principales caractéristiques des stations retenues.

Stations	Latitude	Longitude	Altitude	Exposition
	Nord	Ouest	(m)	
S1 (Meser)	35° 04.120'	00° 35.590'	855 m	Nord-Ouest
S2	35° 03.785'	00° 33.713'	856 m	Nord-Sud
S3 (Foret domaniale Tenira)	35° 04.025'	00° 34.212'	857 m	Nord-Sud

1.3. Étude floristique

Pour l'étude de la végétation, nous avons retenu la méthode d'échantillonnage stigmatiste (Braun Blanquet, 1952 ; Guinochet, 1973). La délimitation des parcelles choisies est basée sur la notion d'aire minimale (Godron et *al.*, 1983). Dans notre cas, l'aire minimale de la station est de 100 m² (Figur10).



Station S1



Station S2



Station S3

Figure 10 : Représentation photographique des stations d'échantillonnages

Les relevés floristiques ont été réalisés pendant la période de floraison de la végétation (mars-mai 2020). La détermination de l'ensemble des espèces présentes sur l'aire minimale des stations choisies a été faite sur le terrain, pour celles non reconnues sur place le taxon est échantillonné puis identifié par la clé de Quézel et Santa (1962, 1963).

Des indices sont utilisés pour la caractérisation de la structure et de la dispersion spatiale des individus des différentes espèces selon Braun-Blanquet (1952). Le coefficient d'abondance-dominance qui est une estimation globale de la densité du volume occupé par un individu (Guinochet, 1973), il suit une échelle de 5 à (+) :

- **Coefficient 5** : Recouvrement > 75 % = Dominante.
- **Coefficient 4** : Recouvrement de 50 à 75 % = Très abondante.
- **Coefficient 3** : Recouvrement de 25 à 50 % = Abondante.
- **Coefficient 2** : Recouvrement > 5 % = Peu abondante.
- **Coefficient 1** : Recouvrement faible = Présente.
- **+** : quelques individus = Rare.

La sociabilité qui est une appréciation de la distribution des individus de toutes les espèces et leur disposition les uns par rapport aux autres selon une échelle établie par Braun Blanquet (1952). Donc, on appelle une espèce sociable, celle dont les individus sont groupés. Cette sociabilité peut être évaluée par une échelle e 1 à 5 :

- **Coefficient 5** : individus en peuplements.
- **Coefficient 4** : individus en petites colonies.
- **Coefficient 3** : individus en troupe.
- **Coefficient 2** : individus en groupe.
- **Coefficient 1** : individus isolés.

La fréquence qui est le rapport entre le nombre de relevées (n) où l'espèce (i) existe sur le nombre total des relevées (N).

$$F (\%) = \frac{n_i}{N} \times 100$$

- 0 < F < 20 %:** Espèces très rares.
- 20 < F < 40%:** Espèces rares.
- 40 < F < 60%:** Espèces fréquentes.
- 60 < F < 80%:** Espèces abondantes.
- 80 < F < 100%:** Espèces très constantes.

1.4. Étude du sol

Pour chaque station étudiée, nous avons prélevé l'horizon superficiel afin de déterminer sa composition élémentaire. Selon Aubert (1989), la composition de l'horizon de surface, surtout en région méditerranéenne, joue un rôle important sur le comportement de la végétation.

Les échantillons du sol sont mis à sécher à l'air libre pendant 15 jours. Une fois séchée, la terre est tamisée par un tamis à mailles de 2 mm (AFNOR, 1987), séparant les éléments grossiers de la terre fine inférieure à 2 mm. Les méthodes utilisées sont celles exposées par Aubert (1978) dans son manuel d'analyse des sols.

Les analyses du sol ont été effectuées au niveau du laboratoire de pédologie de la faculté des sciences de la nature et de la vie de l'université Djillali Liabes (Sidi Bel Abbés).

1.4.1. Analyse physique

1.4.1.1. Analyse granulométrique

Pour classer les terres, nous procédons à l'analyse granulométrique du sol. La granulométrie a pour but de quantifier pondéralement en pourcentage les particules du sol (sables, limons et argiles), et de définir la texture du sol.

Dans notre étude, la méthode utilisée est celle de tamisage par tamis dont les mailles varient de 2 à 0,2 mm. Les fractions séparées se présentent comme suit :

- Le diamètre > 2 mm → fractions grossières.
- $2\text{mm} > \text{Le diamètre} > 0,2$ mm → sable grossiers.
- $0,2\text{mm} > \text{Le diamètre} > 0,05$ mm → sables fins.
- $0,05\text{mm} > \text{Le diamètre} > 0,02$ mm → limons.
- Le diamètre $> 0,002$ mm → argiles.

1.4.1.2. Humidité

Les échantillons sont prélevés par la méthode des cylindres, ensuite ils sont placés en laboratoire dans des boîtes de Pétri et mis à l'étuve, après avoir été pesés. Après 24 heures à une température de 105°C, les échantillons sont à nouveau pesés et la variation de masse est alors égale à la masse d'eau contenue à l'origine.

1.4.2. Analyse chimiques

1.4.2.1. PH

Le principe consiste à mesurer la force électromotrice d'une solution aqueuse du sol (Rapport eau/sol) est égale à 2.5 à l'aide d'un pH-mètre.

1.4.2.2. Conductivité électrique

On détermine la conductivité sur une solution d'extraction aqueuse (Rapport eau/sol est égale à 1/5) exprimée en millisiemens par centimètre (ms/cm) à l'aide d'un conductivimètre HANNA Dist.WP4. La capacité du sol à conduire le courant électrique est en fonction de la concentration en électrolytes de la solution du sol (RIEU et CHEVERY, 1976).

L'estimation de la teneur globale en sels dissous a été faite à l'aide de l'échelle de salure des sols (Figure 11).

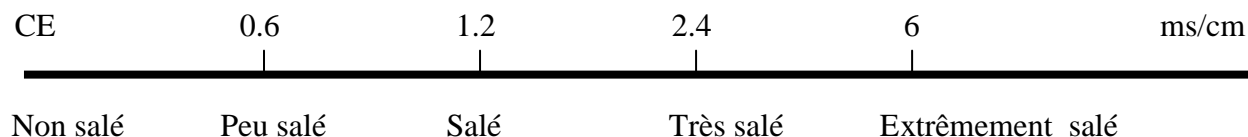


Figure 11 : Echelle de salure en fonction de la conductivité (Aubert, 1978).

1.4.2.3. Calcaire total

Fondé sur la réaction caractérisée du carbonate de calcium (CaCO_3) avec l'acide Chlorhydrique (HCl), le dosage du calcaire total est réalisé à l'aide du Calcimètre de Bernard. L'échelle d'interprétation des carbonates (Tableau 14) de déterminer la quantité du CaCO_3 comprise dans un échantillon du sol.

Tableau 2 : Echelle d'interprétation de carbonates (Afnor, 1987)

Carbonates (en %)	Charge en calcaire
<1 %	Sol non calcaire
1 à 5 %	Sol peu calcaire
5 à 25 %	Sol modérément calcaire
25 à 50 %	Sol fortement calcaire
50 à 80 %	Sol très fortement calcaire
>80 %	Sol excessivement calcaire

1.4.2.4. Calcaire actif

Le dosage du calcaire actif est réservé uniquement aux échantillons contenant plus de 5% de calcaire total. Il s'agit de ne doser que la fraction chimiquement active du calcaire du sol. Le dosage repose sur le titrage par oxydoréduction qui utilise le permanganate de potassium (KMnO_4) et l'oxalate 'ammonium [$(\text{NH}_4)_2 \text{C}_2\text{O}_4\text{H}_2\text{O}$].

1.4.2.5. Carbone organique

Le carbone de la matière organique est oxydé par bichromate de potassium en présence d'acide sulfurique. En connaissant la quantité de bichromate nécessaire pour cette oxydation, on peut calculer le pourcentage de carbone organique dans le sol. Le dosage du carbone organique est effectué par la méthode Anne. On admet que la matière organique représente deux fois la masse de carbone.

3. Analyses statistiques

Le traitement statistique est un outil qui peut nous aider à déterminer quelques facteurs écologiques qui régissent la composition floristique à base de l'espèce *Ferula communis* L. des stations choisies dans la zone d'étude.

Compte tenu des données disponibles, l'analyse statistique pouvant répondre à nos traitements. Dans notre cas, l'analyse factorielle des correspondances (AFC) rend compte des affinités entre les stations échantillonnées et les espèces inventoriées en prenant en considération les paramètres du milieu qui régissent cette distribution. Aussi ces analyses statistiques ont été utilisées dans plusieurs travaux en phytoécologie est celles de : Benzecri, 1973 ; Pouget, 1980 ; Djebaili, 1984; Loisel *et al.*, 1990.

1. Analyse de la végétation

1.1. La richesse floristique

L'étude de la composition floristique à l'échelle des différentes stations échantillonnées s'avère intéressante et utile pour connaître la richesse et la diversité floristique de l'écosystème forestier de Tenira et de définir les principaux facteurs qui régissent sa distribution.

L'inventaire floristique réalisé sur terrain a permis de comptabiliser 65 espèces appartenant à 28 familles botaniques de plantes vasculaires, le nombre d'espèces varie d'une station à l'autre allant de 42 à 45 espèces (Figure 12). La distribution est assez hétérogène, ce qui témoigne que la variabilité et la distribution de la végétation est en relation avec les différents facteurs écologiques, tels que le sol, l'orientation du terrain (l'exposition) et l'action anthropozoogène.

Selon la classification de Daget (1991) et Poissonet (1997), cette diversité floristique des trois stations étudiées peut être qualifiée de moyenne.

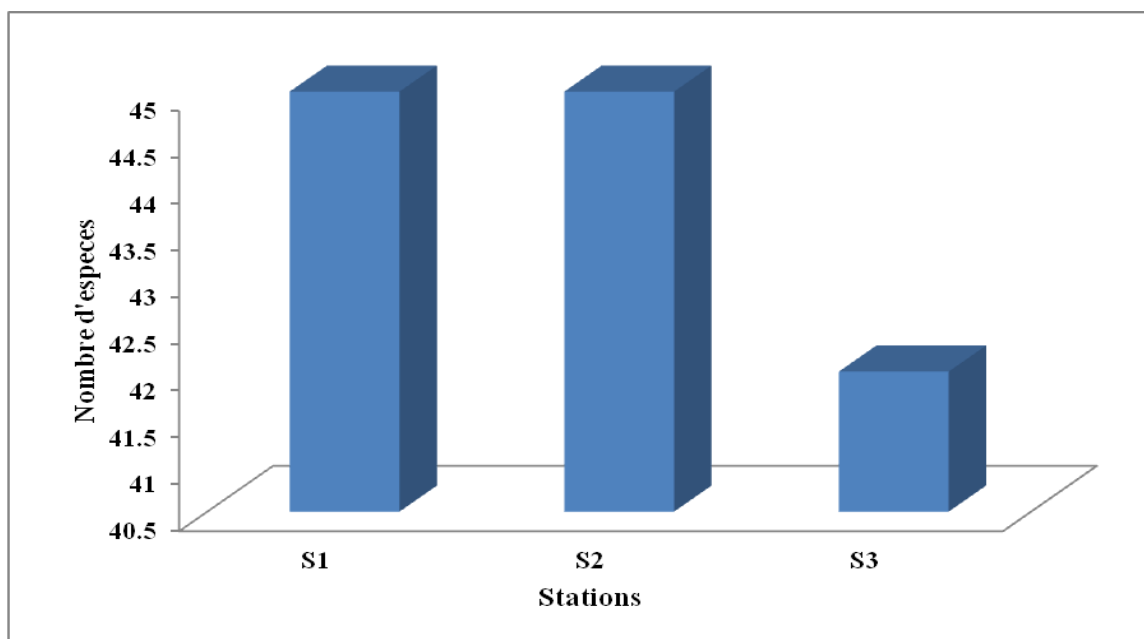


Figure 12 : Richesse spécifique des stations étudiées

2.2. Indice d'abondance-dominance et fréquence

Les résultats des relevées floristiques des trois stations étudiées sont donnés par le tableau 3. L'analyse de l'abondance-dominance des espèces a mis en évidence des espèces végétales qui sont plus abondantes que d'autres.

Ainsi, sur les 65 espèces inventoriées, certaines espèces sont les plus dominantes et les plus communes que les autres. Ces espèces auxquelles sont attribués des indices d'abondance-dominance variant entre 2 et 4 sont les suivantes :

- *Pinus halepensis*,
- *Tetraclinis articulata*,
- *Pistacia lentiscus*,
- *Ampelodesma mauritanica*,
- *Asparagus acutifolius*,
- *Asphodelus microcarpus*,
- *Calycotome intermedea*,
- *Stipa tenacissima*,
- *Ferula communis*.

Nos résultats de recensement des espèces par strate sont les suivants :

- La strate arborée est relativement importante, elle est représentée par deux espèces, c'est le pin d'alep (*Pinus halepensis*) et le thuya (*Tetraclinis articulata*).
- La strate arbustive peu plus développée que la précédente dont la dominance des espèces suivantes est très remarquable : *Pistacia lentiscus*, *Phillyrea angustifolia*, et *Oléa europea*.
- La strate buissonnante et herbacée est bien développée, elle est dominée le plus souvent par des espèces indicatrices de la dégradation du milieu, ces espèces dominantes par leur présence sont : *Ampelodesma mauritanica*, *Asparagus acutifolius*, *Asphodelus microcarpus*, *Calycotome intermedea*, *Calycotome spinosa*, *Cistus salvifolius*, *Leuzea conifera*, *Paronichia argentea*, *Ruta montana*, *Plantago coronopus*, *Stipa tenacissima*, *Ferula communis* et *Urginea maritima*.

La présence est un paramètre important à connaître pour utiliser le terme de physionomie puisque c'est généralement l'espèce dominante du point de vue présence qui contribue à divers degrés à la définition et à la domination de la physionomie d'une formation

végétale. Ce paramètre est variable et ne peut être apprécié que par son taux (Benabdelli, 1996).

Tableau 3 : Relevés floristiques effectuées sur terrain.

Localisation	S1	S2	S3	F %
Altitude (m)	855 m	856 m	857 m	
Pente (%)	16	12	14	
Exposition	Nord- Ouest	Nord-Sud	Nord-Sud	
Strate arborescente				
<i>Pinus halepensis</i>	2.2	4.4	4.4	100
<i>Tetraclinis articulata</i>	.	3.3	3.3	66
<i>Oléa europea</i>	2.2	2.2	.	66
<i>Eucalyptus sp</i>	.	.	2.2	50
Strate arbustive				
		3.2	.	50
<i>Phillyrea angustifolia</i>	2.2	.	1.1	66
<i>Oléa europea</i>	1.1	.	++	66
<i>Pistacia lentiscus</i>	3.3	2.2	1.1	100
Strate buissonnante et herbacée				
<i>Aguga iva</i>	1.1	.	1.1	66
<i>Adonis anua</i>	1.1	.	.	50
<i>Arisarum vulgare</i>	2.2	1.1	.	66
<i>Astragalus hamous</i>	1.1	1.1	1.1	100
<i>Ampelodesma mauritanica</i>	3.3	1.1	3.3	100

<i>Anagallis monelli</i>	2.2	1.1	2.2	100
<i>Anagallis arvensis</i>	2.2	1.1	2.2	100
<i>Alium sp.</i>	.	1.1	1.1	66
<i>Asparagus acutifolius</i>	1.1	2.2	.	66
<i>Asparagus albidus</i>	.	2.2	.	50
<i>Asphodelus microcarpus</i>	1.1	2.2	3.3	100
<i>Balotta hirsute</i>	2.2	2.2	.	66
<i>Bellis anua</i>	2.2	1.1	1.1	100
<i>Bromus rubins</i>	.	1.1	1.1	66
<i>Calycotome spinosa</i>	.	.	3.3	50
<i>Calycotome intermedea</i>	.	2.2	2.2	66
<i>Calendula arvensis</i>	1.1	1.1	2.2	100
<i>Chamaerops humilis</i>	.	.	2.2	50
<i>Cistus salvifolius</i>	1.1	2.2	2.2	100
<i>Cistus critucus</i>	.	1.1	1.1	66
<i>Cistus albidus</i>	.	.	3.3	50
<i>Cistus vilosus</i>	1.1	1.1	2.2	100
<i>Centaurea pulata</i>	1.1	1.1	1.1	100
<i>Centaurea incana</i>	1.1	1.1	2.2	100
<i>Convolvulus malacoides</i>	1.1	.	1.1	66
<i>Daucus carota</i>	2.2	1.1	2.2	100
<i>Daphne gnidium</i>	1.1	.	.	50
<i>Erodium muschatum</i>	1.1	.	1.1	66
<i>Euphorbia sp.</i>	2.2	1.1	.	66

<i>Ferula communis</i>	3.3	3.3	3.3	100
<i>Ferula leutea</i>	1.1	.	3.3	50
<i>Helianthemum polyanthum</i>	.	2.2	2.2	66
<i>Reseda alba</i>	1.1	.	.	50
<i>Gagea lacaitae</i>	1.1	.	.	50
<i>Geranium sp.</i>	1.1	2.2	.	66
<i>Lobularia maritima</i>	1.1	.	.	50
<i>Leuzea conifera</i>	1.1	1.1	.	66
<i>Malva sylvestris</i>	1.1	1.1	.	66
<i>Marrubium vulgare</i>	2.2	2.2	.	66
<i>Onopordium acanthium</i>	1.1	.	1.1	66
<i>Teucrium polium</i>	2.2	2.2	.	66
<i>Teucrium pseudochamaedris</i>	.	.	3.3	50
<i>Thymus ciliatus</i>	2.2	.	.	50
<i>Paronichia argentea</i>	.	1.1	++.	66
<i>Papaver rhoeas</i>	.	1.1	++.	66
<i>Papaver hybridum</i>	1.1	.	.	50
<i>Plantago coronopus</i>	2.2	1.1	2.2	100
<i>Plantago lagopus</i>	2.2	1.1	.	66
<i>Rosmarinus tournouforti</i>	.	.	2.2	50
<i>Ruta chalepensis</i>	.	1.1	.	50
<i>Ruta montana</i>	2.2	1.1	.	66
<i>Reseda alba</i>	1.1	.	.	50

<i>Salvia argentea</i>	1.1	1.1	.	66
<i>Salvia verbinaca</i>	2.2	2.2	1.1	100
<i>Sinapis arvensis</i>	.	1.1	1.1	66
<i>Sinapis alba</i>	1.1	.	.	50
<i>Silene corolata</i>	.	1.1	1.1	66
<i>Stipa tenassicima</i>	2.2	2.2	3.3	100
<i>Urginea maritima</i>	.	1.1	2.2	66

F : Fréquence

2.3. Analyse de la végétation dans leurs familles

La distribution est assez hétérogène. Ceci montre la variabilité de la répartition de la végétation est en relation avec les différents facteurs du milieu.

Tableau 4 : Liste des familles des espèces inventoriées.

Famille	Espèce	(%)
<i>Pinaceae</i>	<i>Pinus halepensis</i>	1.53%
<i>Cupressaceae</i>	<i>Tetraclinis articulata</i>	1.53%
<i>Myrtaceae</i>	<i>Eucalyptus.sp</i>	1.53%
<i>Oleaceae</i>	<i>Olea europea</i> , <i>Phillyrea augustifolia</i>	3.07%
<i>Anacardiaceae</i>	<i>Pistacia lentiscus</i>	1.53%
<i>Lamiaceae</i>	<i>Aguga iva</i> , <i>Ballota hirsute</i> , <i>Marrimum vulgare</i> , <i>Teucrium polium</i> , <i>Teucrium pseudochamadris</i> , <i>Thymus ciliatus</i> , <i>Rosmarinus tournoforti</i> .	10.76%
<i>Ranunculaceae</i>	<i>Adonis anua</i>	1.53%
<i>Araceae</i>	<i>Arisarum vulgare</i>	1.53%
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalis hamous</i> , <i>Calycotome spinosa</i> , <i>Calycotome intermedea</i>	4.61%
<i>Poaceae</i>	<i>Ampelodesma mauritanica</i> , <i>Bromus rubinis</i> , <i>Stipa tenassicima</i>	4.61%
<i>Primulaceae</i>	<i>Anagalis moneli</i> , <i>Anagalis arevensis</i>	3.07%
<i>Liliaceae</i>	<i>Alium sp.</i> , <i>Asparagus actifolius</i> , <i>Asparagus albidus</i> , <i>Gagea lacaitae</i>	6.15%
<i>Asphodelaceae</i>	<i>Asphodelus microcarpus</i>	1,53%
<i>Asteraceae</i>	<i>Belis anua</i> , <i>Calendula arvensis</i> , <i>Centaurea pulata</i> , <i>Centaurea incana</i> , <i>Leuzea conifera</i> , <i>Onopordium acanthium</i>	9.23%

<i>Arecaceae</i>	<i>Chamaerops humilis</i>	1.53%
<i>Cistaceae</i>	<i>Cistus salvifolius</i> , <i>Cistus critucus</i> , <i>Cistus albidu</i> , <i>Cistus vilosus</i> , <i>Helianthemum polyanthum</i>	7.69%
<i>Geraniaceae</i>	<i>Convolvulus malacoides</i> , <i>Erodium muschatum</i> , <i>Geranium sp.</i>	4.61%
<i>Apiaceae</i>	<i>Daucus corota</i> , <i>Ferula communis</i> , <i>Ferula leutea</i>	4.61%
<i>Thyméléaceae</i>	<i>Daphne gnidium</i>	1.53%
<i>Euphorbiaceae</i>	<i>Euphorbia sp.</i>	1.53%
<i>Resedaceae</i>	<i>Reseda alba</i>	1.53%
<i>Brassicaceae</i>	<i>Lobularia maritima</i> , <i>Sinapis arvensis</i> , <i>Sinapis alba</i>	4.61%
<i>Malvaceae</i>	<i>Malva sylvestris</i>	1.53%
<i>Caryophyllaceae</i>	<i>Paronichia argenterea</i> , <i>Silene corolata</i>	3.07%
<i>Papaveraceae</i>	<i>Papaver rhoeas</i> , <i>Papaver hybridum</i>	3.07%
<i>Plantaginaceae</i>	<i>Plantago coronopus</i> , <i>Plantago logopus</i>	3.07%
<i>Rutaceae</i>	<i>Ruta chalepensis</i> , <i>Ruta montana</i>	3.07%
<i>Hyacinthaceae</i>	<i>Urginea maritima</i>	1.53%

Nos résultats qui sont données par le tableau ci-dessus montrent que les familles les mieux représentées sont les *Liliaceae* avec un taux de 10,76%. Elle présente la plus grande diversité soit 06 genres et 07 espèces.

Les *Astéraceae* occupent la seconde place avec un taux équivalent à 9,23% et une richesse floristique moyenne comptant 05 genres et 06 espèces. La troisième position est occupée par les *Cistaceae* avec un taux de l'ordre de 7,69%. La quatrième position est occupée par les *Liliaceae* avec un taux approchant à 6,15% et une richesse floristique moyenne comptant 03 genres et 04 espèces. La cinquième position est occupée par les familles suivants : les *Fabaceae*, les *Poaceae*, les *Géraniaceae* , les *Apiaceae* , les *Brassicaceae* avec un taux équivalent à 4,61%. Les familles des *Oléaceae*, *Primulaceae*, *Caryophyllaceae*, *Papavéraceae*, *Plantaginaceae* et *Rutaceae* occupent la sixième place avec un taux de 3,07%. Le reste des familles (les *Asparagaceae*, les *Resedaceae*, les *Malyaceae*, les *Thymélaceae*, les

Arecaceae, les *Asphodelaceae*, les *Araceae*, les *Ranunculaceae*, les *Anacardiaceae*, les *Myrtaceae*, les *Pinaceae*, les *Cupressaceae*) occupent la dernière place avec un taux de 1,53%.

2.4. Le spectre biologique global

La végétation de la zone étudiée est caractérisée actuellement par le type : Th > He > Ch > Nano-ph > Ge > Ph. (Figure12).

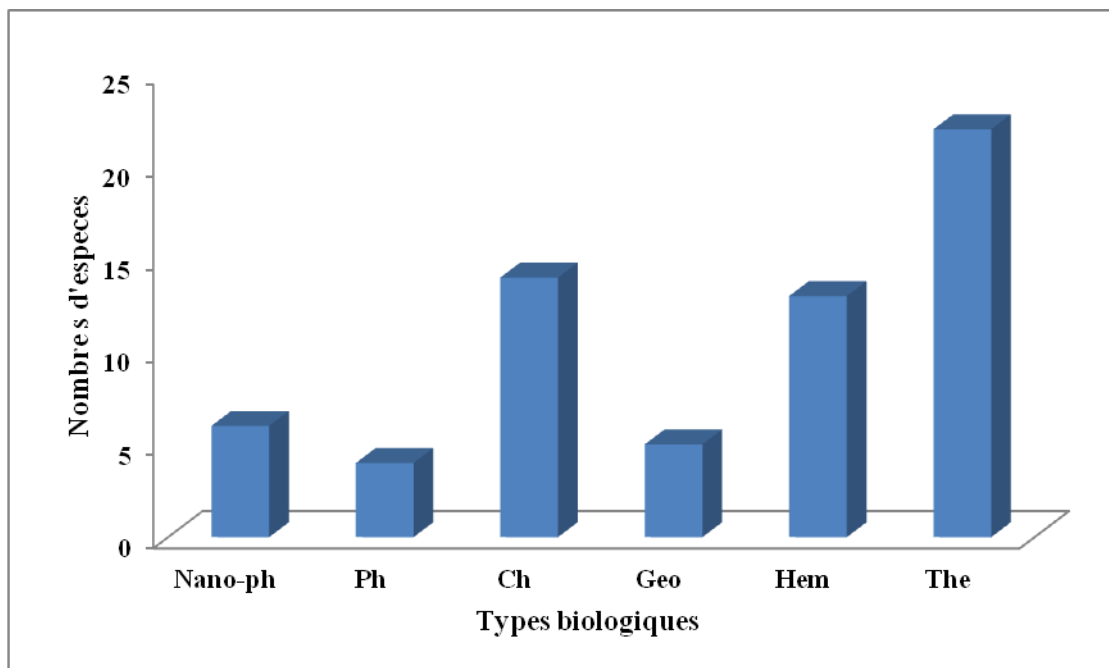


Figure13 : Spectre biologique global.

Les Thérophytes présentent un taux très élevé avec un pourcentage de 22 % et dominant toutes les stations échantillonnées. Ce phénomène est lié aux surpâturages fréquents et surtout à l’agressivité du climat (Cherifi *et al.*, 2011 ; 2017).

Les Chamephytes (14%) sont mieux adaptées à la sécheresse plus que les Phanérophytes ; elles sont plus xérophiles, et généralement, elles produisent beaucoup de graines (Bouazza et Benabadji, 2002).

Les Hémicryptophytes (13%) aussi sont bien représentées, ceci peut expliquée par la haute altitude et la richesse du sol en matière organique (Barbero *et al.*, 1989)

Les Nano-phanérophytes (6%) sont bien représentées dans cette région, la présence de cette catégorie d’espèces comme : *Phillyrea angustifolia*, *Pistacia lentiscus*, *Calycotome spinosa*, *Calycotome intermedea*, *Asparagus acutifolius*, *Daphne gnidium* et *Chamaerops humilis* témoignent de l’ouverture de la végétation.

europa, *Erodium muschatum*, *Rosmarinus tournouforti*, *Cistus albidus*, *Cistus* et *Cistus vilosus*.

Cette formation végétale dense est située en exposition nord-sud à une altitude 857 m, reflétant ainsi de bonnes conditions stationnelles.

- le groupe Gr 2 : c'est un groupe représenté par la station S1 ou domine thuya (*Tetraclinis articulata*). Cette stations sur le plan physiologique est une formations en voie de dégradation à base de thuya en association avec les espèces suivantes : *Cistus criticus*, *Pistacia lentiscus*, *Sinapis arvensis*, *Onopordium acanthium*, *Marrubium vulgare*, *Leuzea conifera*, *Asphodelus microcarpus*, *Salvia argentea*, *Ruta chalepensis*, *Ferula leutea*, *Thymus ciliatus*, *Teucrium polium*, *Calycotome spinosa*, *Phylleria angustifolia*, *Reseda alba*, *Bellis anua*, *Stipa tenacissima*, *Plantago cornopus*, *papaver hybridum*, *Cistus albidus*, *Cistus salvifolius*, *Gagea sp.*, *Ampelodesma mauritanica*, *chamaerops humilis*, *Calycotome intermedea*, *Eucalyptus sp.*, *daucus carotta* et *Asparagus albidus* .

Cette formation végétale claire est située en exposition nord-ouest à une altitude 855 m, reflétant ainsi des conditions stationnelles défavorables.

- le groupe Gr 3 : c'est un groupe représenté par la station S2 ou domine l'espèce qui a fait l'objet de notre étude *Ferula communis* avec un indice d'abondance-dominance 3 qui présente un taux de recouvrement sur terrain de 75%. Cette stations sur le plan physiologique est une formations ouverte et dégradée dont les espèces suivantes existent : *Salvia verbinaca*, *Papaver Rhoas*, *Plantago lagopus*, *Malva sylvestris*, *Lobularia maritima*, *geranium sp.*, *Euphorbia sp.*, *Astragalus hamous*, *reseda alba*, *eucrium pseudochamaedris*, *Daphne gnidium*, *Arisarum vulgare*, *Ajuga iva*, *centaurea pulata*, *Ruta montana*, *Calendula arvensis* et *Paronichia argentea*.

Cette formation végétale dégradée est située en exposition nord-sud à une altitude 856 m, reflétant ainsi des conditions stationnelles défavorables.

En fin, on peut conclure que la répartition de l'espèce *Ferula communis*, dans la zone d'étude est liée à la conjugaison des facteurs du milieu, du climat et la pression anthropozoogène.

Conclusion

La forêt domaniale de Tenira, situé au sud de la wilaya de sidi bel Abbes (Algérie nord occidentale), est caractérisée par une phytodiversité remarquable. La répartition de l'espèce *Ferula communis* appartient à la famille des *Apiaceae* (Ombellifères) dans cette forêt est en relation avec les paramètres du milieu.

L'inventaire floristique réalisé sur terrain des trois stations échantillonnées a permis de comptabiliser 65 espèces appartenant à 28 familles botaniques de plantes vasculaires dont les mieux représentées sont les *Liliaceae* avec un taux de 10,76 %. Sur le plan biologique, les Thérophytes présentent un taux très élevé avec un pourcentage de 22 % et dominant toutes les stations échantillonnées reflétant ainsi la dégradation du milieu.

L'étude de l'habitat de l'espèce *Ferula communis* fait ressortir que cette plante est caractéristique des formations les plus ouvertes et dégradée associée aux espèces suivantes : *Salvia verbinaca*, *Papaver Rhoeas*, *Plantago lagopus*, *Malva sylvestris*, *Lobularia maritima*, *geranium sp.*, *Euphorbia sp.*, *Astragalus hamous*, *reseda alba*, *eucrium pseudochamaedris*, *Daphne gnidium*, *Arisarum vulgare*, *Ajuga iva*, *centaurea pulata*, *Ruta montana*, *Calendula arvensis* et *Paronichia argentea*. Cette formation végétale dégradée est située en exposition nord-sud à une altitude 856 m, reflétant ainsi des conditions stationelles défavorables.

A la lumière des résultats obtenus, il serait intéressant d'élargir cette étude en songeant à plusieurs volets notamment sur le plan écologique, élargir et augmenter le nombre de relevé réalisé dans la zone d'étude pour une meilleure compréhension de l'écologie de l'espèce *Ferula communis*.

En fin, nous proposons un protocole de conservation de l'espèce :

- ✓ la création d'espaces protégés, en l'entourant avec un siège,
- ✓ l'élaboration de réglementations et interdictions,
- ✓ la protection ex-situ et le recours aux techniques de réintroductions et renforcements de populations,
- ✓ Interdiction de la fumer et d'allumer les feux,
- ✓ L'interdiction du coupe irrationnel et l'organisé.

Conclusion

- ✓ Sensibiliser les populations afin d'augmenter le taux de présence de l'espèce *Ferula communis*,
- ✓ Préciser les zones de l'espèce étudiée.

Référence bibliographique

- 1. Selles,Chaouki**, Valorisation d'une plante médicinale à activité antidiabétique de la région de Tlemcen : *Anacycluspyrethrum*L. Application de l'extrait aqueux à l'inhibition de corrosion d'un acier doux dans H₂SO₄ 0.5M. Thèse de doctorat d'état : chimie physique. Tlemcen :UniversitéAbouBekrBelkaid, 2012, 214p.
- 2. Schauenberg P., Paris F. (1977)**. Guide to medicinal plants. Guildford, Lutterworth Press.349p.
- 3. Amina BOUNIHI**. Criblage phytochimique, Étude Toxicologique et Valorisation Pharmacologique de *Melissa officinalis* et de *Mentharotundifolia* (Lamiacées).thèse de doctorat : Sciences du Médicament.rabat : Centre d'Études Doctorales des Sciences de la Vie et de la Santé,2016,199p
- 4. Dioscoride, (1959)**. The Greek Herbal of Dioscorides, R. T. Gunther (ed.), repr, Hafner Publishing Co., Inc., New York, pp. 259, 617.
- 5. Encyclopedie pour tous, (1970)**. Editors:BrunkeEJ.Publisher: De Gruyter, Berlin, Fed.Rep.Ger. Edition Lipidis. Paris. 49-55.
- 6. CHIBANI S., 2013**.- Etude phytochimique et biologique de six plantes médicinales de l'EstAlgerien. Thèse de doctorat, université de Constantine.199 p.
- 7. FILIAT P., 2012**.- les plantes de la famille des Apiacées dans les troubles digestifs. Thèse de doctorat en pharmacie faculté de Grenoble 129p.
- 8. PIMENOV M. G., et LEONOV M. V., 2004**.- The Asian Apiaceae biodiversity database (ASIUM) with particular reference to south-west Asian taxa Turk. J. Bot., vol. 28:139-145.
- 9. AHMED A. A., HEGAZY M.-E. F., ZELLAGUI A., RHOUATI S., MOHAMED, T. A.,SAYED, A. A., ABDELLA, M. A., OHTA, S., HIRATA, T., 2007**.- Ferulsinaic acid, asesquiterpenecoumarin with a rare carbon skeleton from *Ferula* species. *Phytochemistry*, vol. 68:680–686.
- 10. HEYWOOD V. H., 1971**.- The biology and chemistry of the Umbelliferae.Academic Press, London, 438p.
- 11. TRABUT L., 1935**.-Flore du nord de l'Afrique Répertoire des Noms indigènes des plantes spontanées, cultivées et utilisées dans le Nord de l'Afrique. Alger. Imprimeries «La Typo·Litho» et jules carbonelreunies. 355p.
- 12. QUEZEL P., et SANTA S., 1963**.- Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques

méridionales. Ed. Centre national de la recherche scientifique, Paris, 670p

13. Claude hammer. Le site des plantes toxique. [en ligne]. (modifié le 01/11/2016) disponible sur :< <http://www.toxiplante.fr/monographies/ferrule.html>> (consulté le 26/01/2017).

14. ERJON MAMOCI., CAVOSKI I., ANDRES M.F., DIAZ C. E., COLOMA A. G., 2012. Chemical characterization of the aphid antifeedant extracts from *Dittrichia viscosa* and *Ferula communis*. *Biochemical Systematics and Ecology*, vol. 43: 101–107.

15. FILIPOM., CECCHINI C., CRESCI A., COMANM. M., TIRILLINI B., SAGRATINI G., PAPA F., 2009.- Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil from *Ferula glauca* L. (*F. communis* L. subsp. *glauca*) growing in Marche (central Italy). *Fitoterapia*, vol. 80: 68–72.

16. VALLE M. G., A ENDINO G., NANO G. M., PICCI, V., 1987.- Prenylated coumarins and sesquiterpenoids from *Ferula communis*. *Phytochemistry*, vol. 26: 253-256.

Références bibliographiques

17. FLESH E., 2005- Intoxications d'origine végétale Plant poisoning, *EMC-Médecine*, vol. 2: 532–546.

18. POLI F., APPENDINO G., SACCHETTI G., BALLERO M., MAGGIANO N., RANELLETTI FO., 2005.- Antiproliferative effects of daucane esters from *Ferula communis* and *F. arrigonii* on human colon cancer cell lines. *Phytother Res*, vol. 19 (2): 152-7.

19. ALKHATIB R. 2010, Etude phytochimique et activité cytotoxique des métabolites secondaires de *Ferula elaeochytris* Korovin et *Ferula lycia* Boiss (Apiacées). *Chemical Sciences*. Université du Droit et de la Santé .Thèse de doctorat, Lille II, France 233p.

20. Yoldas Seki , Mehmet Sarikanat , Kutlay Sever, Cenk Durmuskahya. Extraction and properties of *Ferula communis* (chakshir) fibers as novel reinforcement for composites materials. 2012. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compositesb.2012.03.013>

21. M. A. B Gamal, Rajab A Atraiki. Phytochemical constituents of *Ferula communis* plant extracts and their antimicrobial and antioxidant activity. *Lebda Medical Journal*, vol. 1, June 2015, p. 6-9

22. M. Piochon, “Etude des huiles essentielles d'espèces végétales de la flore Laurentienne: composition chimique, activités pharmacologiques et héli-synthèse,” Mémoire, Université du Québec , Québec, 2008.

23. Melle MEBARKI NOUDJOUR, mémoire de Magister en génie des procédés chimiques et pharmaceutiques, Université M'hamed Bougara Boumerdes, 2010

24. TEISSEIRE P.J. (1991), Chimie des substances odorantes. Tec et Doc., Lavoisier, Paris,

France.480p

25. **Abderrahim EL HAIB**, Thèse du DOCTORAT, Université de Toulouse, 2011
26. **BRUNETON J. (1993)**, Pharmacognosie:phytochimie, plantes médicinales. 2ième éd. Tec. Et Doc., Lavoisier, Paris, France.
27. **Polycopie de travaux pratiques de la chimie des substances naturelles de S6**, Université ibn tofail, 2009/2010
28. **NFT 60-206 1990**. Détermination de l'indice de saponification. Association Française de Normalisation AFNOR, Paris, France.
29. **NF EN ISO 3961 Septembre 2013**.Corps gras d'origines animale et végétale Détermination de l'indice d'iode.
30. **NFT 60-220 1995**. Détermination de l'indice de peroxyde. Association Française de Normalisation AFNOR, Paris, France.
31. **Halliwell, B; Gutteridge, J.M.C. (1999)**. Free radicals in biology and medicine, Oxford, UK.
32. **Pincemail,J ; Defraigne, J.D. (2004)**. Les antioxydants un vaste réseau de defenses pour lutter contre les effets toxiques de l'oxygène. Service de Chirurgie Cardio-vasculaire, Pro biox SA. Sart Tilman 4000 Liège, Belgique.
33. **Molyneux P**, the use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity, songklanakarini.J.Sci.Technol ,2004, 26(2) : 211-219.
34. **CONGO M**, 2012. Etude des propriétés antiradicalaire et antiproliférative d'extraits de feuilles et de rameaux de *Salvadora Persica L. (Salvadoraceae)*.Thèse de pharmacie. Université d'Ouagadougou Burkina Faso : 42p.
35. **LeopoldiniM, Pitarch IP, Russo N, Toscano M**. Structure,conformation, and electronic properties of apigenin, luteolin,andtaxifolin antioxydants. A first principle theoretical study. J PhysChemA 2004; 108: 92-96
36. **Saleem M, Nazir M, Ali MS, Hussain H, Lee YS, Riaz N**, et al.Antimicrobial natural products: an update on future antibiotic drug candidates. Nat ProdRep2010; 27: 238-254.
37. **Durazzo, A., Lisciani, S., Camilli, E., Gabrielli, P., Marconi, S., Gambelli, L., Aguzzi, A.,Lucarini, M., Maiani, G., Casale, G., Marletta., L.**, Nutritional composition and antioxidant properties of traditional Italian dishes, *Food Chemistry* (2016), doi:
<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.08.120>
38. **PRIOR R L., WU X., SCHAICH K., 2005**. Standardized Methods for the Determination

of Antioxidant Capacity and Phenolics in Foods and Dietary Supplements . *Agric. Food Chem.*(53) : 4290-4302.

39. KantiBhooshan Pandey and Syed Ibrahim Rizv. Plant polyphenols as dietary antioxidants in human health and disease. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. 2009 Nov-Dec; 2(5): 270–278.

40. Lister E, Wilson P., (2001). Measurement of total phenolics and ABTS assay for Antioxidant Activity. New Zealand: Crop Research Institute.

41. Boizot N., and Charpentier .J.P. (2006). Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre foustier. Le cahier des techniques de l'Inra. Pp79-82.

42. Dewanto V, Wu X, Adom K K, Liu R H. (2002). Thermal processing enhances the nutritional value of tomatoes by increasing total antioxidant activity. *J. Agric. Food Chem.* 50, 3010 -3014.

43. Hemingway R W, 1992. Structural variation in proanthocyanidins and their derivatives. In : *Plant polyphenols: synthesis, properties, significance*. Hemingway R W, Laks P. E. New York.

44. Cavin A. (1999). Investigation phytochimique de trois plantes Indonésiennes aux propriétés antioxydante et antiradicalaire : *Tinospora crispa* (Ménispermacées), *Merremia marginata*(Convolvulacées) et *Oropeaenandra* (annonacées). Thèse de Doctorat, Lausanne, 241 P.

45. Houghton P.J and Raman A, Laboratory Hand Book For Fractionation Of Natural Extracts, 1sted. Londres, 1998.

46. Benmehdi H, « Valorisation de certaines plantes medicinales a activité hypoglycémiantes commelala coloquinte », Abou BekrBelkaid, tlemcen, 2000.

47. Merghem R., Jay M., Viricel M. R., Bayet C. et Voirin B. 1995. Five 8-C benzylated flavonoids from *Thymus hirtus*(Labiataeae). *Phytochemistry.*,**38** (3) : 637-640.

48. Zhang, S.Y; Zheng, C.G; Yan, X.Y; Tian, W.X. (2008). Low concentration of condensed tannins from catechu significantly inhibits fatty acid synthase and growth of MCF-7 cells, *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 371: 654-658.

49. WEB MASTER 26 :

http://www.gosur.com/map/?awid=219755556&satellite=1&gclid=CjwKEAjwy6O7BRDzm-Tdub6ZiSASJADPNzYrgY0WBeIPqyiTBkPcQus-cXI_UQ

x1iCn9IMQPz7EfhoC6Kbw_wcB&z=12&ll=35.206347,-0.630137&t=hybrid&lang=en.

Consulté

le 12/01/2016

50.MEDAIL F. QUEZEL P. (2003). Ecologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen .Typologie des forêts méditerranéennes : 125-128.

51.FAO. (1999). Situation des forêts du monde. Rapport sur les forêts africaines : une vision pour 2020. Division de l'information. FAO. Rome. Italie