

République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة أبو بكر بلقايد- تلمسان
Université ABOUBEKR BELKAID – TLEMEN
كلية علوم الطبيعة والحياة، وعلوم الأرض والكون
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, et des Sciences de la Terre et de
l'Univers
Département de Biologie



MÉMOIRE

Présenté par

HADDADI Imane

En vue de l'obtention du

Diplôme de MASTER

En Génétique

Thème

Caractérisation et valorisation de quelques populations de
Laurier noble du Nord Algérien

Soutenu le 03/07/2021, devant le jury composé de :

Président	GAOUAR S.B.S	Professeur	Université Tlemcen
Encadrant	BOURI Amina	MCB	ESA Mostaghanem
Co-Encadrant	LOUKIDI Bouchra	MCA	Université Tlemcen
Examineur	BELLATRECHE Amina	MCA	Université Tlemcen

Année universitaire 2020/2021

Remerciements

Avant tout, je remercie le bon Dieu qui m'a éclairé le chemin et m'a donné la patience et le courage pour réaliser ce travail

*Un grand merci au professeur **GAOUAR Suheil Bechir Semir**, le président de ma formation (génétique), qui m'a tant soutenu, conseillé et aidé. Merci Pr. GAOUAR vous avez toujours eu des paroles justes, encourageantes et réconfortantes. Vous êtes un formateur très patient lors de mes durs combats pour la réalisation de cette thèse et vous n'avez jamais failli à m'aider et à m'encourager. J'espère pouvoir encore relever de nombreux autres défis avec vous dans les prochaines années.*

*Mes plus vifs remerciements vont d'abord à ma directrice de thèse **Mme BOURI Amina** (maitre de conférence B, école supérieure Agronomique de Mostaganem) de m'avoir fait l'honneur et le plaisir de diriger ce travail. Elle a su me guider avec patience, compréhension et rigueur. Je lui en serai toujours reconnaissante.*

*Je remercie énormément **Mme LOUKIDI Bouchra** (maitre de conférences A, université de Tlemcen, faculté SNV-STU), qui n'a pas hésité un moment de m'aider, guider, encourager avec ses précieux conseils et me pousser toujours pour faire plus pour un meilleur travail.*

*Mon plus profonde gratitude au **Mme BELLATRECHE Amina**, pour l'attention qu'elle portera à mon document, en acceptant d'examiner mon travail.*

*Egalement, je remercie **Mme MOKHTARI SOULIMANE Nassima** (la doyenne de la faculté SNV-STU) de m'avoir permis de travailler au laboratoire de recherche au niveau du département de biologie (université Abou Bekr Belkaid Tlemcen) où j'étais bien entourée.*

*De même je remercie **Mr HABI Salim** (ingénieur de laboratoire de biochimie) de m'avoir ouvert les portes de son laboratoire. Avec ses qualités humaines et son expérience.*

*Je remercie **Mr. le directeur et l'équipe du laboratoire de LTPO** (laboratoire des travaux publics de l'ouest) pour leur sincère collaboration scientifique.*

*Je tiens à remercier **Mr le directeur** du parc national Tlemcen et **Mme HASSNAOUI Hafida** pour leur accueil au sein de leur laboratoire également toutes leur équipe.*

*Je remercie également tous **les ingénieurs** et **les techniciens** de laboratoire ayant été disponibles pour notre travail pratique sur paillasse.*

*Je remercie **Melle KAZI TANI Sarra** qui m'a aidé avec ses connaissances et ses conseils pour une meilleure fabrication du savon.*

*Je remercie aussi les doctorants, **Mr. LABBACI Madani** et **Mr. MEDIOUNI Mohammed Rida** pour leurs aides et leurs efforts pour compléter ce travail.*

Je tiens à exprimer mes sincères gratitude à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin, à la réalisation de ce travail.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

Mes parents sans eux rien ne serait possible,

Ma sœur et mon frère qui sont toujours à côté de moi dans les moments difficiles.

Mes grands-parents pour leurs prières pour me soutenir.

Mon fiancé pour ses efforts, son aide, et sa patience pour la réalisation de ce travail.

Ma belle-famille pour l'amour, le soutien, l'encouragement et la simple présence me sont indispensables.

A ma famille, à mes proches et à ceux qui me donnent de l'amour et de la vivacité

A tous ceux que j'aime

Merci !

Résumé

Dans le cadre de la caractérisation et valorisation de laurier noble en Algérie nous avons entrepris des prospections et des collectes des matériels végétaux à travers les wilayas de Tlemcen, Saida, Alger, et Chlef.

Une caractérisation morphométrique a été effectuée sur les principaux caractères morphologiques notés sur les arbres et les feuilles de laurier noble, des analyses des variances, des corrélations avec ACP et corrélation de Pearson ont montrés certaines différences entre les individus des quatre régions à travers ces caractères quantitatifs et qualitatifs.

Une caractérisation pédologique des sols des zones d'étude a révélé une certaine ressemblance concernant les propriétés physiques et chimiques des différents sols échantillonnés. L'extraction des huiles essentielles des quatre stations par une distillation (l'entraînement à vapeur) nous a donné des rendements variables ainsi les analyses physico-chimiques de ces huiles ont montré des résultats presque identiques dans les régions.

Mots clés : laurier noble, valorisation, caractérisation morphométrique, analyse pédologique, extraction de l'huile essentielle(HE), analyse physico-chimique HE.

Abstract

As part of the characterization and valorization of laurel noble in Algeria, we undertook prospecting and collecting of plant material through the wilaya of Tlemcen, Saida, Alger, and Chlef.

A morphometric characterization was carried out on the principal morphological characters noted on the shrub and the leaves of laurel noble, analyses of variances, correlations with ACP and Pearson correlation showed some differences between individuals in the four regions through these qualitative and quantitative traits.

Pedological analyzes of the soils in the study areas revealed some similarity in the physical and chemical properties of the different samples of soil, extraction of essential oils from the four stations by distillation gave variable yields so the physico-chemical analyzes of these oils showed almost identical results in the four regions.

Key words: laurel, valorization, morphometric characterization, soil analyzes, essential oil (HE) extraction, physico-chemical analysis HE.

المخلص

في إطار تقييم وتوصيف شجرة الغار في الجزائر، لقد اجرينا دراسات استقصائية وجمع المواد النباتية في ولاية تلمسان، سعيدة، الجزائر وشلف.

التوصيف الشكلي تم بواسطة المميزات الشكلية الاساسية لأشجار واوراق ورق الغار، تحليلات التباين، ارتباطات ال أسب وبيرسون اثبتوا بعض الاختلافات بين افراد الارباع مناطق عبر الخصائص الكمية والنوعية

التوصيف البيدولوجي للتربة لمناطق الدراسة اثبتت بعض التشابهات في الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة المختلفة التي تم أخذ عينات منها. من خلال استخلاص الزيوت الاساسية للأربع مناطق بواسطة مقطر (بالبخار)، تحصلنا على مردود مختلف، التحليل الفيزيائية والكيميائية للزيوت المستخلصة قد اعطت نتائج متقاربة للمناطق.

الكلمات المفتاحية: الغار، تقييم، التوصيف الشكلي، توصيف التربة، استخلاص الزيوت الاساسية، التحليل الفيزيائية والكيميائية.

Sommaire

Liste des figures

Liste des photos

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction générale.....I

Partie 01 : Aperçu bibliographique

I. Origine et distribution géographique.....	1
II. Importance, Production et commerce international.....	1
III. Caractéristiques botanique de laurier noble.....	2
III.1 Position systématique du laurier noble.....	3
III.1.1.Famille Lauraceae.....	3
III.1.2. Genre <i>Laurus</i>	3
III.1.3. <i>Laurus nobilis</i> L.....	3
III.2 Les caractères morphologiques et physiologiques.....	5
III.2.1 Caractères morphologiques.....	5
a. Le système racinaire.....	5
b. Le système aérien.....	5
* Le tronc.....	5
* Les rameaux.....	5
* Les feuilles.....	5
* Les inflorescences et les fleurs.....	6
* Le fruit.....	8
III.2-2- Caractères physiologiques.....	8
III.2-2-1- Cycle de développement.....	8
• Mode de plantation.....	9
• Récolte et rendement.....	9
• Manipulation après récolte.....	10
IV. Ecologie de laurier noble.....	10
IV.1.Conditions climatiques.....	10
IV.2.Conditions édaphiques.....	10

V. Génétique de laurier noble.....	10
V.1 Ressources génétiques et sélection.....	11
VI. Composition chimique de la plante.....	11
VI.1. Feuilles.....	11
VI.2. Fleurs.....	12
VI.3. Fruits (baie).....	12
VI.4. Racines.....	13
VII. Usage et propriétés thérapeutiques.....	13
VIII. Huiles essentielles.....	13
VIII.1. Définition de l'huile essentielle.....	13
VIII.2. Localisation de l'huile.....	14
VIII.3. Propriétés physiques et composition chimique des huiles essentielles.....	15
VIII.3.1. Propriétés physiques.....	15
VIII.3.2. Propriétés chimiques.....	15
VIII.3.2.1. Les monoterpènes.....	16
VIII.3.2.2. Les sesquiterpènes.....	17
VIII.3.2.3. Les composés aromatiques.....	18
VIII.3.2.4. Composés d'origine diverse.....	19
VIII.4 Processus d'élaboration des huiles (technique).....	19
VIII.4.1. Hydrodistillation.....	19
VIII.4.1.1. Entraînement à la vapeur d'eau.....	20
VIII.4.1.2 L'hydro diffusion.....	21
VIII.4.2. Expression à froid des huiles essentielles.....	21
VIII.4.3. Distillation sèche des huiles essentielles.....	22
VIII.5 Autres méthodes.....	22
a. Méthodes traditionnelles.....	22
b. Méthodes industrielles.....	23
VIII.6 Toxicité et précaution d'emploi des huiles essentielles.....	23
a. Toxicité des huiles essentielles.....	23
b. Précautions d'emploi des huiles essentielles.....	24

Partie 02 : Partie expérimentale

Chapitre 1 : La zone d'étude

I.	Tlemcen	
•	Situation géographique de la zone d'étude.....	25
•	Relief, topographie et hydrographie.....	25
a.	La chaîne côtière.....	25
b.	Le Bassin de Tlemcen.....	25
c.	Les Monts de Tlemcen.....	25
d.	La zone steppique.....	25
•	Propriétés climatiques et bioclimatiques.....	26
○	Précipitation.....	27
○	Température.....	27
•	Substrat géologique.....	27
•	Cadre pédologique.....	28
II.	Saida	
•	Localisation.....	28
•	Le cadre géographique.....	29
•	Relief.....	29
•	Le climat.....	29
III.	Alger	
•	Localisation.....	30
•	Topographie.....	30
•	Hydrographie.....	30
•	Géologie et relief.....	31
•	Le climat.....	31
IV.	Chlef	
•	Localisation.....	31
•	Relief.....	32
•	Climat.....	32
•	Hydrographie.....	32

Chapitre 2 : Matériels et méthodes

I.	Objectifs du travail.....	33
----	---------------------------	----

II.	Stations d'études.....	33
	II.1 Critère du choix	34
	II.2 programme des sorties.....	34
III.	Méthodes et techniques.....	35
A.	Etude morpho-métrique.....	35
	• Analyse statistique.....	37
	• Indice de Shannon et Weaver.....	38
B.	Analyse du sol.....	39
1.	Méthodes et techniques pédologiques.....	39
	1.1. Analyses physiques.....	39
	a. Granulométrie (texture).....	39
	• Mode opératoire.....	40
	b. Sédimentométrie.....	43
	1.2. Analyses chimiques.....	44
a.	Matière organique.....	44
b.	Le pH.....	45
c.	Le Calcaire totale (CaCo3).....	46
d.	La conductivité électrique (salinité).....	47
e.	Le soufre (SO4).....	47
f.	Le chlore (Cl).....	48
	• Mode opératoire.....	49
C.	Analyse physico-chimique de l'huile essentielle.....	52
	1. Extraction de l'huile.....	52
	• La récolte.....	52
	• Méthodes de distillation.....	53
	• La technique Distillation par entrainement à vapeur d'eau.....	53
	• Le rendement.....	54
	2. Les analyses physico-chimiques.....	55
	2.1. Analyses physiques.....	55
	2.1.1. Indice de réfraction (IR).....	55
	2.1.2. La densité.....	58
	2.2. Analyses chimiques.....	58

2.2.1. Potentiel hydrogène pH.....	58
2.2.2. Indice d'acidité (IA).....	59
2.2.3. Indice de saponification (IS).....	60
2.2.4. Indice d'ester (IE).....	61
2.2.5. Indice de peroxyde des corps gras (IP).....	61
3. la fabrication du savon.....	67

Chapitre 3 : Résultats et discussion

A. Etude morpho-métrique.....	71
1. Les arbres.....	71
1.1. Analyse descriptive.....	71
1.2. Analyse de Variance (ANOVA 1).....	72
1.3. Corrélation de PEARSON.....	73
1.4. ACP.....	75
1.5. CAH.....	76
2. Les feuilles.....	79
2.1. Analyse descriptive.....	80
2.2. Analyse de la variance (ANOVA 1).....	80
2.3. Analyse qualitative.....	81
2.4. Khi-deux.....	81
• Indice de Shannon et Weaver.....	83
B. Analyse du sol.....	84
1. Analyse physique.....	84
• Granulométrie et Sédimentométrie.....	84
2. Analyse chimique.....	86
a. La matière organique (MO).....	86
b. pH.....	87
c. Le Calcaire totale (CaCo3).....	88
d. La conductivité électrique (salinité).....	88
e. Le soufre (SO4).....	89
f. Le chlore (Cl).....	89

C. Analyses physico-chimique de l'huile essentielle.....	90
1. Extraction de l'huile essentielle.....	90
• Le rendement.....	90
2. Analyses physico-chimique.....	91
2.1. Analyse physique.....	91
2.1.1. Indice de réfraction.....	91
2.1.2. La densité.....	92
2.2. Analyses chimiques.....	93
2.2.1. Potentiel hydrogène pH.....	93
2.2.2. Indice d'acidité.....	94
2.2.3. Indice de saponification.....	95
2.2.4. Indice d'ester.....	96
2.2.5. Indice de peroxyde des corps gras.....	96
3. Fabrication du savon.....	98
Conclusion et Perspectives	99

Liste des figures

Figure 1 : Distribution des Lauracées à travers le monde

Figure 2 : Aspect morphologique de *Laurus nobilis*

Figure 3 : *Laurus nobilis* L

Figure 4 : Feuille de laurier noble

Figure 5 : Coupe de feuille de *Laurus nobilis* montrant les grandes cellules sécrétrices

Figure 6 : Fleurs de *Laurus nobilis*

Figure 7 : Diagramme floral d'une fleur femelle de *Laurus nobilis*

Figure 8 : Diagramme floral d'une fleur mâle de *Laurus nobilis*

Figure 9 : Baies entières et coupées de laurier

Figure 10 : Structures chimiques de quelques composés identifiés dans les feuilles de *Laurus nobilis*

Figure 11 : Quelques organes sécréteurs d'huiles essentielles

Figure 12 : (A) : Diversité des structures de sécrétion des huiles essentielles, poil sécréteur)
(B) : illustration schématique du développement de la glande productrice d'huile essentielle

Figure 13 : Exemples de composés aromatiques

Figure 14 : Montage d'hydrodistillation

Figure 15 : Entraînement à la vapeur d'eau ascendante et descendante

Figure 16 : méthode d'expression à froid des huiles essentielles à l'aide d'une presse

Figure 17 : méthode industrielle d'extraction des huiles

Figure 18 : Carte des ensembles physiques de la wilaya de Tlemcen

Figure 19 : Wilayas limitrophes de la wilaya de Saïda

Figure 20 : Wilayas limitrophes de la wilaya d'Alger

Figure 21 : Wilayas limitrophes de la wilaya de Chlef

Figure 22 : Histogramme d'effectifs des arbres de laurier noble des quatre stations

Figure 23 : Les formes types des feuilles

Figure 24 : triangle des textures.

Figure 25 : principe de la méthode de distillation par entraînement à vapeur

Figure 26 : la présentation des mesures dendrométriques des arbres de laurier par l'ACP

Figure 27 : Arbre Dendrométrique De Laurier Noble

Figure 28 : présentation des tailles des arbres de laurier par l'ACP

Figure 29 : Un histogramme représente l'effectif des formes des feuilles

Figure 30 : histogramme des pourcentages des formes des feuilles

Figure 31 : représentation des différentes formes des feuilles de laurier noble dans les quatre wilayas

Figure 32 : les courbes de textures des sols de la wilaya de Tlemcen et Saida

Figure 33 : les courbes de textures des sols de la wilaya d'Alger et Chlef

Figure 34 : Un histogramme des ph des quatre sols des échantillons

Figure 35 : Un histogramme des taux de Cl dans les sols des échantillons

Figure 36 : histogramme des rendements de l'huile essentielle de laurier noble

Figure 37 : un histogramme d'indice de réfraction

Figure 38 : un histogramme de la densité

Figure 39 : la courbe du ph

Figure 40 : les barres d'indice d'acidité

Figure 41 : un secteur d'indice de saponification

Figure 42 : un secteur d'indice d'ester

Figure 43 : un histogramme d'indice de peroxyde des corps gras

Liste des photos

Photo 1 : Avant le séchage

Photo 2 : Après le séchage

Photo 3 : la balance

Photo 4 : Le sol dans l'eau

Photo 5 : Après 24h

Photo 6 : Tamisage (tamis 80)

Photo 7 : Après le lavage et le tamisage 80 (le haut du tamis)

Photo 8 : Après le lavage et le tamisage 80 (le bas du tamis)

Photo 9 : Après le séchage 24h

Photo 10 : Les tamis de la granulométrie

Photo 11 : le pesé des échantillons et les mets dans des boites

Photo 12 : Après 24h

Photo 13 : Le densimètre

Photo14 : Tamis 2mm et 0.2mm

Photo 15 : La Balance

Photo 16 : après le pesé de tous les échantillons

Photo 17 : L'essai de so_4

Photo 18 : l'essai de cl

Photo 19 : Le calcimètre

Photo 20 : Le conductimètre

Photo 21 : Le pH mètre

Photo 22 : Le four à

Photo 23 : l'échantillon dans le four à moufle

Photo 24 : Stockage des échantillons après le séchage

Photo 25 : distillateur inox alimentaire (Tlemcen)

Photo 26 : Le réfractomètre

Photo 27 : Le pH mètre

Photo 28 : résultat de la neutralisation

Photo 29 : Les Bains Marie

Photo 30 : résultats des quatre échantillons

Photo 31 : le blanc

Photo 32 : le pesé du NaOH

Photo 33 : mesure d'hydrolat

Photo 34 : mélange avec fouet

Photo 35 : mesure de température

Photo 36 : mesure d'huile d'olive et le chauffer

Photo 37 : mélange les ingrédients avec un fouet après un mixeur

Photo 38 : le savon dans les moules de silicones

Photo 39 : le savon de laurier noble

Photo 40 : le savon de laurier noble finale (*laurus nobilis*)

Liste des tableaux

Tableau 1 : Principales classes de composés secondaires identifiés dans les feuilles de *laurus nobilis* L.

Tableau 2 : Les composés monoterpènes des huiles essentielles

Tableau 3 : Les composés sesquiterpènes des huiles essentielles

Tableau 4 : Stations d'études

Tableau 5 : Paramètres quantitatifs et qualitatifs étudiés

Tableau 6 : Echelle d'interprétation de la quantité de l'humus

Tableau 7 : échelle d'interprétation de l'acidité actuelle d'un sol

Tableau 8 : Echelle d'interprétation de la charge en calcaire dans le sol.

Tableau 9 : Salinité des sols en fonction de la C.E.

Tableau 10 : tableau des diamètres des tamis utilisés pour les analyses chimiques plus les quantités de chaque essai

Tableau 11 : les paramètres et leurs abréviations

Tableau 12 : l'analyse descriptive des mesures morpho-métriques des arbres

Tableau 13 : représentation de coefficient de variation par ANOVA 1

Tableau 14 : corrélation de PEARSON

Tableau 15 : des valeurs propres de l'ACP

Tableau 16 : la classification des arbres de laurier par ACP

Tableau 17 : analyse descriptive des feuilles de laurier noble

Tableau 18 : ANOVA 1 des caractères quantitatifs des feuilles / la région

Tableau 19 : ANOVA1 des caractères quantitatifs des feuilles / la forme

Tableau 20 : contingence entre la région et la forme des feuilles

Tableau 21 : Test de Khi-Carré

Tableau 22 : les mesures symétriques par le test khi-deux

Tableau 23 : Indice de diversité de Shannon et Weaver H' de chaque caractère étudié.

Tableau 24 : Les résultats des essais chimiques des sols

Tableau 25 : les pourcentages de MO des sols des quatre échantillons

Tableau 26 : Les pourcentages de CaCo₃ des quatre échantillons

Tableau 27 : Le taux de conductivité pour chaque échantillon

Tableau 28 : le pourcentage de SO₄ des quatre échantillons

Liste des abréviations

HE : Huile(s) essentielle(s)

HV: Huile(s) Végétale(s)

MO : matière organique

pH : potentiel d'hydrogène

CaCo₃: carbonate de calcium

So₄: sulfate

Cl: chlore

Na: sodium

Ca: calcium

Zn : zinc

Fe : fer

P : phosphore

K : potassium

C° : degré celsius.

g : gramme.

mg : milligramme.

Kg : kilogrammes.

l : litre.

ml : millilitre.

h : heure.

min : minute

p : coefficient de signification.

R : Rendement.

Cm : Centimètre.

Introduction générale

Parmi les pays méditerranéen, l'Algérie, qui possède une position géographique particulière lui accordant une large bande de végétation très variée notamment les plante aromatique médicinales. L'Algérie est riche en plante aromatiques et médicinales susceptibles d'être utilisées dans différents domaines (pharmacie, parfumerie, cosmétique, agroalimentaire) pour leurs propriétés thérapeutiques, organoleptiques et odorantes. Ces plantes aromatique sont à l'origine des produits à forte valeur ajoutée (huiles essentielles, extraits, résines...) qui se présentent presque toujours comme des mélanges complexes. **(Bouderhem ; 2015)**

Le mot laurier est une rectification de *lorier*. Quant à *laurus*, il est issu du latin *lauda*, ce qui signifie louanges. Il était expressément réservé à la confection de couronnes que l'on plaçait sur la tête de ceux qui méritaient louanges, pratique qui s'est étendue de l'Antiquité jusqu'au Moyen-Âge (Lors des jeux pythiques de Delphes, le laurier était très souvent récolté par de jeunes gens). On lui accorde aussi une symbolique de paix et de victoire, d'où les expressions « se couvrir de lauriers », « cueillir les lauriers », etc. **(Anonyme 1)**

Laurus nobilis L, est un arbuste de la famille des Lauracée, une plante abondante choisie de cette biomasse végétale en raison du bénéfice des propriétés thérapeutiques que lui a attribuées la médecine traditionnelle, à savoir : les industries de l'aromatisation, de la parfumerie, de la conservation, des cosmétiques et de la pharmacologie grâce à ses divers effets antimicrobiens et antioxydants. **(Bouderhem ; 2015)**

C'est dans un cadre de contribution à la valorisation de notre patrimoine végétal que nous avons jugé nécessaire d'identifier l'espèce de *Laurus nobilis* L en Algérie. La présente étude a pour objectif principal la valorisation de cette plante (*Laurus nobilis*) provenant de la wilaya de Tlemcen, Saida, Alger, et Chlef, par une étude morpho-métriques par le biais des marqueurs morphologiques, des analyses pédologiques des sols des quatre stations, une extraction des huiles essentielles avec une analyse physico-chimique de ces huiles, et une fabrication du savon aromatisé de l'huile essentielle de laurier noble.

Ce travail comporte une analyse bibliographique visant à présenter l'état des cultures de laurier noble au niveau mondial et en Algérie aussi une étude de *laurus nobilis* , Ensuite une présentation du cadre d'étude, donc de la région concernée qui est dans notre cas la wilaya de Tlemcen, Saida, Alger et Chlef. Et une partie expérimentale consacrée à la description de la méthodologie suivie pour mettre à terme ce travail ainsi qu'une matérialisation du travail au niveau du terrain et celui du laboratoire, et enfin une discussion des résultats qui sera finaliser par une conclusion et des perspectives.

Aperçu bibliographique

Partie 01 : Aperçu bibliographique

I. Origine et distribution géographique de laurier noble

Le laurier noble (*Laurus nobilis*) est originaire de la Méditerranée orientale et d'Asie Mineure, où les peuplements naturels fournissent encore une part considérable de la production de feuilles de laurier.

L. nobilis est cultivé et parfois naturalisé dans les régions tropicales plus sèches, subtropicales et tempérées chaudes. Il est également cultivé comme plante de jardin et en pot dans le monde entier.

Cette famille de lauracées qui est principalement tropical, se trouve dans la région méditerranéenne en particulier dans la (Turquie, Grèce, Espagne, Italie, France). Le laurier est aussi largement cultivé dans les pays arabes de la Libye et au Maroc. Actuellement cette espèce, sauvage ou cultivée, est présent dans le sud et l'ouest de l'Europe, et aux Etats-Unis comme plante ornementale (**Ivan, 2001 ; Emam, 2010**).

Elle est répartie dans toutes les régions humides. Elle se développe sur les bords des cours d'eau. Elle s'accommode sur tous les types des sols (**Messaoudi, 2008**).

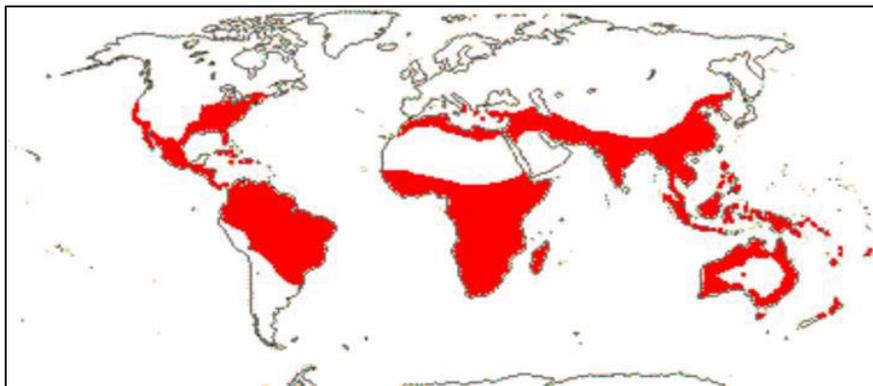


Figure 1 : Distribution des Lauracées à travers le monde (**Steven, 2001**).

En Algérie, on trouve le laurier noble dans les forêts et ravins humides. Commun dans le tell Algérois et Constantinois (**Beloued, 2001**).

II. Importance, Production et commerce international

La feuille de laurier à une odeur agréable et son goût est typiquement forte, piquant et aromatique. L'amertume des feuilles fraîches est facilement éliminée par séchage. Pour 100 g, les feuilles de laurier séchées contiennent : eau 4,5-10,0 g, protéines 7,6-10,6 g, lipides 4,5-8,8

Aperçu bibliographique

g, glucides 65 g, cendres 3,7-4,2 g (Ca 1 g, P 110 mg, Na 20 mg, K 530 mg, Zn 40 mg, Fe 530 mg), thiamine 0,10 mg, riboflavine 0,42 mg, niacine 2 mg, acide ascorbique 47 mg et vitamine A 6185 UI. La valeur énergétique est de 1725 kJ / 100 g. L'huile essentielle des feuilles (jusqu'à 3%) comprend plus de 140 composants dont le 1,8-cinéole prédomine (jusqu'à 50%). La teneur en catéchine des feuilles est élevée et se conserve par séchage.

La demande d'herbes séchées sélectionnées, y compris les feuilles de laurier, sur les principaux marchés européens devrait croître beaucoup plus rapidement dans les secteurs de l'alimentation industrielle et de la restauration collective que le taux de croissance relativement stable dans le secteur de la vente au détail. Cependant, la plupart des pays utilisateurs sont soucieux de la qualité et les nouveaux exportateurs devraient être en mesure de fournir des herbes séchées de haute qualité, en particulier en termes de propreté et d'absence de résidus de pesticides, s'ils veulent pénétrer avec succès le marché, qui n'est actuellement pas à court de Provisions

Le commerce mondial des feuilles de laurier séchées dépasse 2000 t par an. La Turquie est le principal producteur et exportateur (environ les deux tiers du commerce mondial). L'importation de feuilles de laurier séchées en Europe occidentale est estimée à 800 t par an. De petites quantités sont également importées du Maroc, d'Albanie et d'Israël. **(Ipor I.B & Oyen L.P.A 2016)**

III. Caractéristiques botanique de laurier noble

Le laurier est un arbuste ou arbre aromatique de 2 à 10m de hauteur à croissance lente, et au tronc droit ramifié dès la base avec un sommet conique, et s'arrondissant en fil du temps. L'écorce est noire à gris foncé et lisse. Ces branches remontent en oblique avec des jeunes pousses fines, glabres et brun rougeâtre dont les bourgeons sont étroits, verts rougeâtres et longs de 0,2 à 0,4cm **(Quezel et Santa, 1963)**.

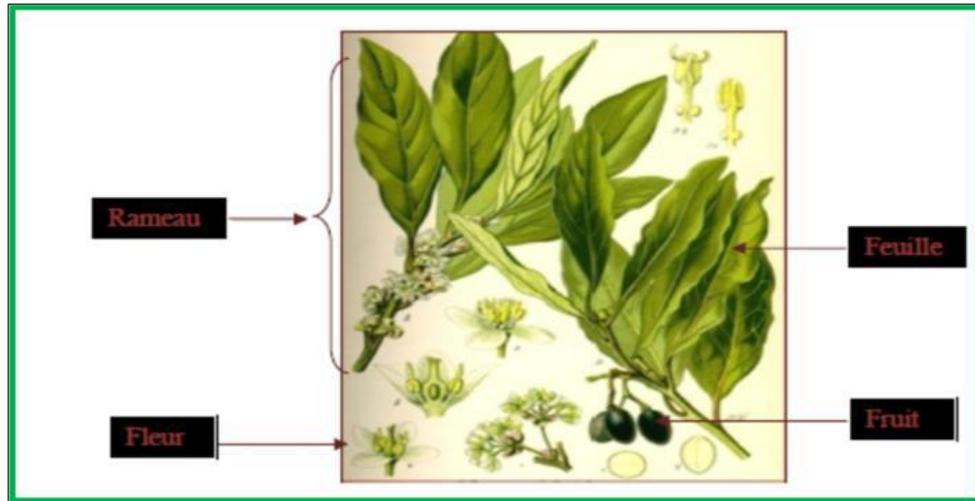


Figure 2 : Aspect morphologique de *Laurus nobilis* (Beloued, 2005)

III.1 Position systématique du laurier noble

III.1.1. Famille lauraceae

Dans l'ordre des laurales on retrouve la famille des lauraceae. Considéré comme parmi les plus primitifs des angiospermes. Cette famille comporte 2000 à 2500 espèces réparties en cinquante de genre dont *Cinnamomum* (cannelle), *Cryptocarya*, *Laurus* (laurier) et *Persea* (avocatier) (Spichiger et al, 2002).

Principalement composé de plantes ligneuses, arbres ou arbustes odorants (rarement liane parasite (*cassytha*)) (Spichiger et al, 2002). La plupart de ses espèces sont aromatiques (feuilles ou écorces) (Ouibrahim ; 2015).

III.1.2. Genre *Laurus*

Le genre est originaire des îles Canaries et du bassin méditerranéen comprend trois espèces d'arbres ou d'arbustes persistants : *Laurus nobilis*, *Laurus azorica* et *Laurus novocanariensis*. (Ouibrahim ; 2015).

III.1.3. *Laurus nobilis* L.

Consacré à Apollon et Esculape « dieux de la santé et de la médecine » chez les grecs, en couronnant les empereurs et les héros chez les romains ; le laurier noble jouit d'une place importante tant dans le domaine mythologique, culinaire et médicinale depuis l'antiquité (Vetvicka et Matousova, 1991).

Aperçu bibliographique

Le laurier, ou laurier-sauce (*laurus nobilis* L.) est un arbuste ou un arbre de la famille des Lauraceae, à feuilles persistantes et coriaces (**Vetvicka et Matousova, 1991**).

Étymologiquement, le nom latin *laurus* signifiant « toujours vert » fait allusion au feuillage persistant de la plante et *nobilis* du latin « fameux » (Pariente, 2001). Son nom est aussi symbole du succès dans nos jours à travers le baccalauréat du latin « *Bacca Lauri* » soit baies de laurier (**Zhiri et al, 2005**).

La classification botanique de *Laurus nobilis* L. d'après (**Quezel et santa, 1962**)

Règne : *Plantes*.

Sous règne : *Plantes vasculaires*.

Embranchement : *Spermaphytes*.

S/Emb : *Angiospermes*.

Classe : *Dicotylédones*.

S /classe : *Dialypétales*.

Ordre : *Lurales*.

Famille : *Lauracées*.

Genre : *Laurus*.

Espèce : *Laurus nobilis* L.



Figure 3 : *Laurus nobilis* L. (Photo : Ouibrahim, 2015).

III.2 Les caractères morphologiques et physiologiques

III.2.1 Caractères morphologiques

a. Le système racinaire

Comme la plupart des arbres et des arbustes, le laurier sauce présente une racine pivotante au début de sa vie. Mais bien vite, il développe des racines secondaires horizontales. Sur les plus proches de la surface, des rejets apparaissent. De ce fait, il est capable de soulever des dallages ou faire éclater du béton si celui-ci présente des fissures. Autre point très important, un laurier sauce, de son petit nom scientifique *Laurus nobilis* L., occupe un volume très important une fois adulte (il peut atteindre 12m) (**Anonyme 2**).

b. Le système aérien

*Le tronc :

Arbrisseau ou petit arbre aromatique glabre de 1m à 8m (atteignant parfois 20m en culture), dressé et densément ramifié dès la base. Tête conique s'arrondissant avec l'âge, supporte très bien la taille, dioïque. Ecorce gris foncé à très foncé, mate plus ou moins lisse chez les jeunes sujets et s'écaillant chez les très vieux arbres. Branches remontant en oblique, jeunes pousses fines, glabres, brun rougeâtre. Bourgeons étroits et coniques, longs de 0,2 à 0,4 cm, vert rougeâtre (**Encyclopedie bordas nature, 1999**), (**Quezel et Santa, 1963**).

*Les rameaux :

Les tiges des rameaux sont vertes et dirigées vers le haut. (**Geerts et al 2002, Botineau et al 2015**)

*Les feuilles :

Le feuillage de *Laurus nobilis* est persistant avec une couleur vert foncé sur le dessus et plus claire en-dessous. La forme des feuilles est allongée voire lancéolée avec des extrémités pointues et un pétiole court. Le limbe possède un bord ondulé légèrement épaissi et recourbé vers l'intérieur. Les feuilles mesurent environ 3 à 5 cm de large sur 10 cm de long. Velues au départ, elles prennent ensuite un aspect brillant et glabre.



Figure 4 : Feuille de laurier noble (**Anonyme 3**)

Au niveau cellulaire, le caractère lignifié des parois et l'enfoncement des stomates augmentent la résistance de la plante aux températures basses comme élevées. Les feuilles présentent également une odeur aromatique caractéristique lors de leur froissement, due à la présence de grandes cellules sécrétrices situées dans le parenchyme palissadique (**Geerts et al 2002, Teuscher 2005**).

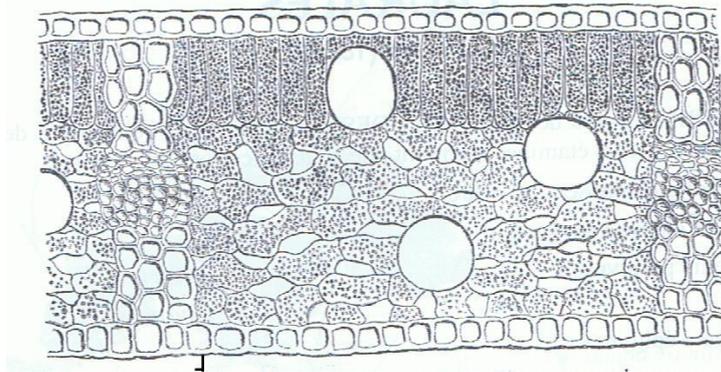


Figure 5 : Coupe de feuille de *Laurus nobilis* montrant les grandes cellules sécrétrices (**Botineau ; 2010**)

*Les inflorescences et les fleurs :

Le laurier noble est une plante dioïque c'est-à-dire que les fleurs mâles et femelles sont sur des pieds distincts. La floraison a lieu de mars à mai.

L'inflorescence est composée de petites ombelles de quatre ou cinq fleurs axillaires. Elle est de couleur blanc-crème à blanc verdâtre.



Figure 6 : Fleurs de *Laurus nobilis* (Anonyme 4)

Contrairement aux autres *Lauraceae* qui sont des trimères, la fleur du genre *Laurus* est un dimère, ce que l'on peut plus aisément apprécier sur un diagramme floral (figures 7 et 8). A l'état de bouton, les fleurs sont enfermées dans un involucre de bractées. Les pétales et sépales n'étant pas distincts, on parlera alors de tépales. Les tépales sont disposés en deux verticilles, avec une taille légèrement inférieure pour ceux situés en position interne. (Teuscher et al 2005 ; Balfour 2011)

Les fleurs femelles portent des staminodes munis de nectaires. Le stigmate est court et gluant ce qui lui permet de fixer le pollen. L'ovaire est en position supère et est uni-carpellé. (Botineau ; 2010)

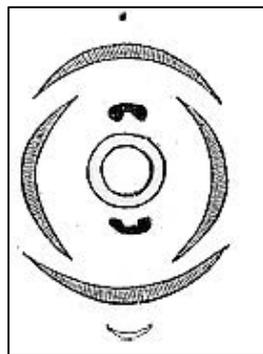


Figure 7 : Diagramme floral d'une fleur femelle de *Laurus nobilis* (Balfour ; 2011)

Les fleurs mâles sont composées de 8 à 12 étamines dont deux sont pourvues de nectaires. Les anthères s'ouvrent par deux pores au moyen de clapets afin de libérer les grains de pollen. (Geerts et al 2002)

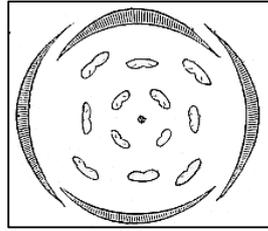


Figure 8 : Diagramme floral d'une fleur mâle de *Laurus nobilis* (Balfour ; 2011)

*Le fruit :

Ce sont des baies ovales d'environ 2 cm de long, vertes puis noir violacé en automne (figure 9). Elles contiennent une seule graine formée de deux cotylédons riches en lipides et parfumés. Les matières grasses s'oxydent rapidement ce qui limite la capacité germinative de la graine. Très souvent, les baies restent présentes tout l'hiver sur l'arbre, voire même jusqu'au printemps suivant. L'huile peut en être extraite pour fabriquer des savons. (Geerts et al 2002, Ballabio et al, 2010)



Figure 9 : Baies entières et coupées de laurier (Botineau et al, 2015)

III.2-2-Caractères physiologiques

III.2-2-1- Cycle de développement

Les études sur la taille du laurier indiquent que la croissance des feuilles est rapide pendant les 30 à 40 premiers jours, ralentit dans les 15 à 20 jours suivants et cesse généralement après environ 60 jours. Les feuilles peuvent rester sur l'arbre pendant 1 à 3 ans. L'huile essentielle s'accumule dans les cellules de la palissade et de la mésophylle des feuilles et atteint une teneur de 1 à 3% sur une base de poids frais. Le contenu augmente au début de l'été et atteint son maximum au milieu de l'été. (Ipor I.B & Oyen L.P.A 2016)

Les fleurs sont qualifiées d'entomogames, étant le plus souvent pollinisées par les abeilles ou les mouches attirées par le nectar des fleurs.

Quant aux baies, leur dissémination est assurée après un transit intestinal chez les oiseaux et les mammifères. C'est ce que l'on appelle le mode de dispersion endozoochore. (**Judd et al 2002**).

- **Mode de plantation**

Les informations sur la propagation du laurier sont contradictoires. En Italie, les semences sont préférées, car les boutures s'enracinent mal, ailleurs, les boutures sont préférées car elles donnent des plantations plus uniformes. Les pousses matures de 10 à 12 cm de long avec des bourgeons apicaux sont prélevées comme boutures ; ils poussent plus vigoureusement que les boutures avec seulement des bourgeons latéraux. Les boutures de racines peuvent être utilisées si elles sont traitées correctement, par ex. trempé dans un fongicide immédiatement après leur prise. Le marcottage est parfois pratiqué pour obtenir des plantes à des fins ornementales. Les graines sont trempées dans de l'eau tiède pendant 12 à 24 heures avant le semis. Seules des semences fraîches devraient être utilisées, car la viabilité se perd rapidement. L'ombrage et le paillage des lits de semence favorisent la germination et la croissance précoce des semis. La germination prend 3-4 mois et les plants peuvent être transplantés à l'âge de 2 ans.

La distance de plantation appropriée dépend de la méthode de récolte et de la disponibilité de l'eau. Pour les petits exploitants qui récoltent manuellement, un espacement initial de 3 m × 3 m, progressivement éclairci à 6 m × 6 m, est recommandé. Dans les plantations commerciales en Israël avec des dispositions pour l'irrigation, l'espacement est de 2-3 m, tandis qu'en Russie, les haies plantées à 0,5 m × 2 m sont utilisées dans les plantations qui sont récoltées mécaniquement. (**Ipor I.B & Oyen L.P.A 2016**)

- **Récolte et rendement**

Les feuilles de laurier sont récoltées en été ou en automne dans les régions tempérées. Les plantes issues de boutures au printemps peuvent être récoltées pour la première fois à l'automne de la même année si elles sont irriguées ou l'année suivante si elles sont pluviales. Jusqu'à trois récoltes peuvent être effectuées chaque année, mais il a été démontré que deux coupes donnent le rendement le plus élevé. La récolte se fait généralement manuellement, tôt dans la journée. En Russie, des systèmes ont été développés pour récolter mécaniquement les lauriers cultivés en haies. Lorsque les baies sont récoltées, elles sont le plus souvent cueillies en même temps que les feuilles.

Le rendement des feuilles de laurier est fortement affecté par la fréquence de récolte et d'irrigation. Les arbres pluviaux récoltés deux fois par an donnent jusqu'à 5 t / ha de feuilles séchées par an. En Russie, couper deux fois à une hauteur de 40 cm a donné 5 t / ha de feuilles

séchées, soit deux fois plus qu'en ne coupant qu'une fois par an à une hauteur de 8 à 10 cm. Des rendements de 9 t / ha de feuilles fraîches (5 t / ha de feuilles séchées, car les feuilles perdent environ 40% d'humidité lors du séchage) ont été obtenus sous gestion intensive et irrigation, même à partir d'une récolte par an. **(Ipor I.B & Oyen L.P.A 2016)**

- **Manipulation après récolte**

Les feuilles de laurier sont séchées en fines couches dans des plateaux dans un endroit abrité pendant 12 à 15 jours. Les feuilles sont légèrement pressées sous les planches pour éviter le curling. La distillation à la vapeur des feuilles donne de l'huile de feuille de laurier ; une huile essentielle peut également être distillée à partir de la baie. **(Ipor I.B & Oyen L.P.A 2016)**

IV. Ecologie de laurier noble

IV.1. Conditions climatiques

C'est une espèce affectionnant particulièrement les hivers doux avec des températures ne descendant pas sous les -5°C. Les conditions idéales sont les endroits ensoleillés et protégés du vent, même si elle est tolère l'ombre. Concernant l'humidité, la plante ne supporte pas la sécheresse prolongée : il lui faudra au minimum 600 mm de précipitations par an. **(Teuscher et al 2005)**

IV.2. Conditions édaphiques

Exceptés les sols trop acides, le laurier peut d'adapter à tout type de sol. Il se développe aisément dans les sols profonds et humides toute l'année. Le sol type doit être riche en nutriments, en humus et en bases avec un pH proche de la neutralité. **(Teuscher et al 2005)**

V. Génétique de Laurier noble

Le nombre de chromosomes de *L. nobilis* est très variable. L'existence d'une série polyploïde avec les numéros de chromosomes 36, 42, 48, 54, 60, 66 et 72 a été démontrée. Il a été postulé que la plupart des formes cultivées de *L. nobilis* sont autotétraploïdes avec un nombre chromosomique de base $x = 12$, et que ce nombre chromosomique de base peut être de nature polyploïde masquée ou ancienne avec $x = 6$. Une apomixie a été observée chez le laurier tétraploïde.

Il existe de nombreux cultivars ornementaux de laurier, par ex. "Aurea", le laurier doré ou panaché, "Crispa" aux marges ondulées des feuilles, "Angustifolia" aux feuilles étroites. **(Ipor I.B & Oyen L.P.A 2016)**

V.1 Ressources génétiques et sélection

Il n'y a pas de collections de matériel génétique ni de programmes de sélection de laurier connus. Il semble qu'il n'y ait eu aucune tentative d'étendre la culture du laurier dans de nouvelles régions telles que l'Asie du Sud-Est. (Ipor I.B & Oyen L.P.A 2016)

VI. Composition chimique de la plante

De nombreuses études ont été réalisées pour la détermination de la composition chimique des feuilles de *Laurus nobilis* et plusieurs ont prouvé la richesse de ses feuilles en substances actives. Par hydrodistillation les feuilles fournissent environ 10-30 ml/Kg (1-3%) d'huile essentielle (Bruneton 1999, Demir et al, 2004) dont les constituants majoritaires inclut : cinéol, & et B pinène, sabinène, linalol, eugénol, terpinéol, plus d'autres esters et terpenoïdes, mais dont les proportions varient selon l'origine géographique (Iserin 2001 ; Sayyah et al, 2002 ; Demir et al, 2004).

VI.1. Feuilles

Les feuilles du laurier noble contiennent une huile essentielle représentant 1 à 3% du pied sec. Cette huile renferme 30 à 70% de cinéol (eucalyptol), ainsi que plusieurs composés terpéniques : linalol de 08 à 16 %, l'eugénol 3%, géraniol, pinène, phélandrène du terpinéol et son ester acétique 2,5 à 6,5 %

En plus de cette huile essentielle les feuilles du Laurier noble contiennent également des alcaloïdes aporphiniques, comme la cryptodrine ou l'actinodaphnine qui sont responsables d'une activité cytotoxique (in vitro).

Des lactones sesquiterpéniques (3%) : le costunolide, ainsi que 18 flavonoïdes dont certains dérivés du kaempférol. Elles renferment également un principe amer et des tanins. (Lubinic ; 2003), (Raynaud).

Tableau 1 : Principales classes de composés secondaires identifiés dans les feuilles de *laurus nobilis*L.

Classe	Composé	Référence
Acides Phénoliques	Acide phénylacrylique, carbonique : libres ou estérifiés, acides p- coumarique p coumarique, fénulique, sinapique, gentisique et vanillique	(Barla et al, 2007)

Flavonoïdes	Principalement la rutine, l'iso quercitrine, l'hypéroside et kaempférol-3 rhamnoside et 3- arabinoside. Le kaempférol-3- rhamnoside, 2- p-coumaroyles	(Fiorini, <i>et al</i> , 1998 ; Kang <i>et al</i> , 2002).
Hétérosides de Lignanes	Méthoxyisolarecirénol -9-0-xylosides, -0- sécoisolariciresinol-9-0-xylosides.	(Uchiyama <i>et al</i> , 2002).
Alcaloïdes	Actinodaphonine, isodomecicine, launobine, N-méthylactinodaphonine, nandigérine, néolitsine et réticuline	(Pech et Bruneton, 1982).
Lactones Sesquiterpéniques	La déhydrocostuslactone, artémoneine, érémanthine, désacétyllaurénobiolide, laurénobiolide, reynosine, santamarine.	(Matsuda <i>et al</i> , 2000 ; Yoshikawa <i>et al</i> , 2000),

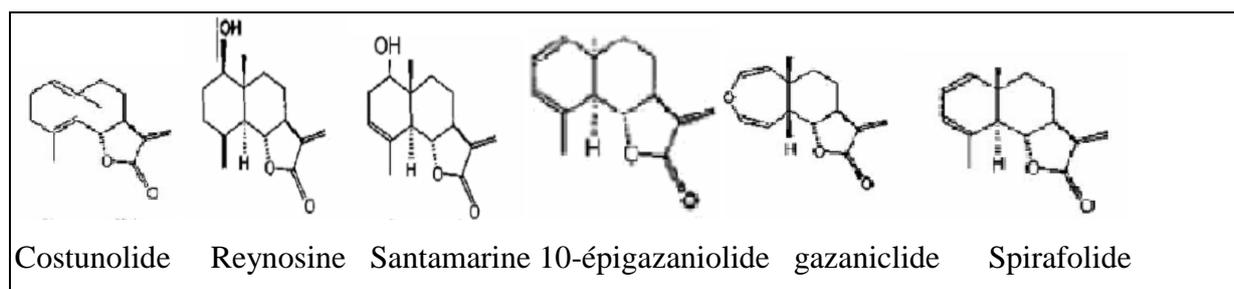


Figure 10 : Structures chimiques de quelques composés identifiés dans les feuilles de *Laurus nobilis* (Fang *et al*, 2005).

VI.2. Fleurs

Les fleurs du Laurier sauce renferment également une huile essentielle contenant les composés suivants : β -caryophyllène, viridiflorène, β -èlèmène, germacradiénol, germacrène D. (Anonyme 5)

VI.3. Fruits (baie)

Les fruits du Laurier noble est riche en huile grasse (17 à 25%), solide à température ordinaire : le beurre de Laurier (corps gras en C12=acide Laurique) ; c'est une huile verte de consistance butyreuse. (Rezanger-Ranquese .L, Pinkas M Et Torck M).

La baie renferme également 3% d'huile volatile composé de cinéol, de géraniol et de linalol.

(Anonyme 5).

VI.4. Racines

Les racines contiennent une huile essentielle constituée de divers monoterpènes et sesquiterpènes, oxygénés ou non. (**Anonyme 3**).

VII. Usage et propriétés thérapeutiques

La saveur aromatique des feuilles est à l'origine des propriétés apéritives et digestives de laurier, en cas de perte d'appétit et de troubles digestifs, traditionnellement les feuilles de laurier sont employées comme carminatif, expectorant, diurétique, antispasmodique, emménagogue et sudorifique. Utilisé également dans le cas de flatulence, et de bronchites chroniques (**Zargari, 1990 ; Aqili khorasani, 1992 ; Duke, 1997 ; Elmastaşa et al, 2006 ;**).

Le laurier a une action antiseptique, antivirale et bactériostatique, grâce à ses propriétés antibactériennes, antifongiques, et antioxydantes, ainsi, il est un remède efficace pour les plaies, les aphtes et les abcès dentaires (**Euge nio vaga, 1976 ; Qamar et Chaudhary, 1991 ; Seyed et al, 2001**).

D'autres vertus ont été démontrées pour cette espèce ; dans le cas des angines, d'infections bucco-pharyngées, affaiblissement de la mémoire, et dans le cas d'atonie musculaire. (**Sen et al, 1992 ; Duke, 1997 ; Wada et al, 1997 ; Skerget et al, 2005 ; Elmastaşa et al, 2006**).

En cuisine, l'usage de laurier pourrait avoir une place plus importante pour le plus grand profit du consommateur (**Valnet, 1992**). Les feuilles de laurier sont particulièrement appréciées dans le bassin méditerranéen (**Elmastaşa et al, 2006 ; Barla et al, 2007**).

VIII. Huiles essentielles

VIII.1. Définition de l'huile essentielle

Les huiles essentielles, appelés aussi essences, sont des mélanges de substances aromatiques produites par de nombreuses plantes et présentes sous forme de minuscules gouttelettes dans les feuilles, la peau des fruits, la résine, les bois. Elles sont présentes en petites quantités par rapport à la masse du végétal (**Padrini Et Lucheroni, 1996**). Pour la 8ème édition de la pharmacopée française (1965), les huiles essentielles sont : «des produits de composition généralement assez complexe renfermant les principes volatils contenu dans les végétaux et plus ou moins modifiés au cours de la préparation» (**Bruneton, 1993**). Elles sont odorantes et très volatiles, c'est -à-dire qu'elles s'évaporent rapidement dans l'air (**Padrini Et Lucheroni, 1996**).

Généralement se sont des antiseptiques antibactériens vermifuges ou stomachiques. On dénombre environ 600 essences utilisées de nos jours en aromathérapie dont l'essor s'étend dans le domaine médical et touristique (**Delille, 2010**).

L'usage des HE en tant que répulsifs cutanés pour la protection personnelle contre les insectes est donc fortement déconseillé (**SMV et SFP, 2010**). Il est important de faire une différence entre les huiles essentielles et les huiles végétales. Les huiles essentielles sont obtenues par expression (réservée aux agrumes) ou par distillation à la vapeur d'eau, Une huile végétale est obtenue par pression, et est constituée majoritairement de corps gras (**Binet Et Brunel, 2000 ; Chaker, 2010**).

VIII.2 Localisation de l'huile essentielle

Les huiles essentielles peuvent être stockées dans tous les organes de la plante, par exemples : dans les sommités fleuries (menthe, lavande) les feuilles (eucalyptus, laurier) les rhizomes (gingembre) les fruits (agrumes, badiane, anis), les racines (vétiver), les graines (muscades), bien que cela soit moins habituel dans des écorces (cannelier) (**Yahyaoui, 2005**).

Elles sont élaborées par des glandes sécrétrices qui se trouvent sur presque toutes les parties de la plante. Elles sont sécrétées au sein du cytoplasme de certaines cellules ou seras semblent sous formes de petites gouttelettes comme la plupart des substances lipophiles (**Bouamer et al, 2004**).

La synthèse et l'accumulation des huiles essentielles sont généralement associées à la présence des structures histologique spécialisés, souvent localisée sur ou à proximité de la surface de la plante qui sont : cellules à huiles essentielles de Lauraceae, les poils sécréteurs des Laminaceaes, poches sécrétrices des Myrtaceaes, des Rutaceaes, et les Laminaceaes, et les canaux sécréteurs qui existent dans de nombreuses familles. Il est intéressant de remarques que les organes d'une même espèce peuvent renfermer des huiles essentielles de composition différente selon la localisation dans la plante (**Belkou et al, 2005**).

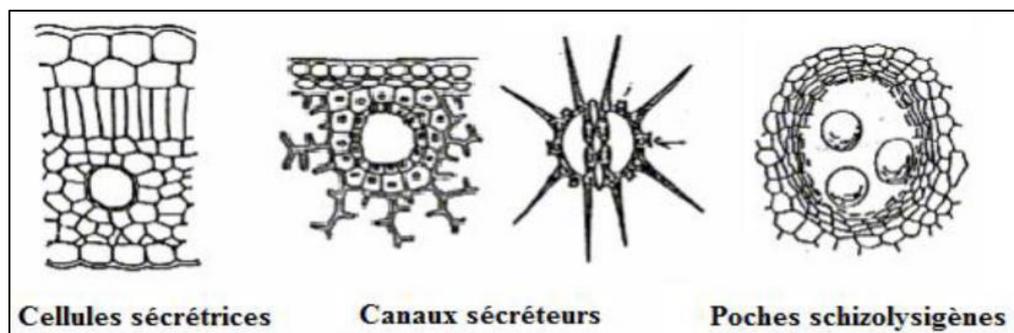


Figure 11 : Quelques organes sécréteurs d'huiles essentielles (Tayoub, 2006).

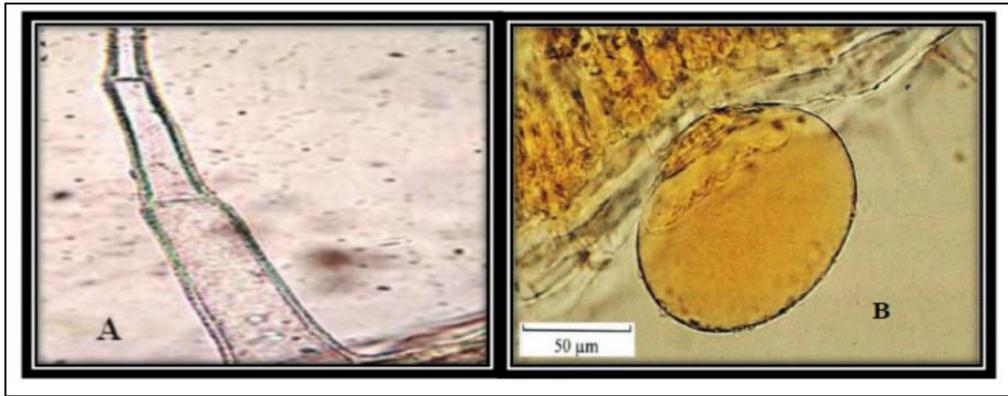


Figure 12 : (A) : Diversité des structures de sécrétion des huiles essentielles, poil sécréteur)
(Khenaka, 2011).

(B) : illustration schématique du développement de la glande productrice d'huile essentielle
(Gaspar, 2004).

VIII.3 Propriétés physiques et composition chimique des huiles essentielles

VIII.3.1. Propriétés physiques

Les propriétés physiques des huiles essentielles se résument en leurs indices, pouvoir rotatoire, viscosité, densité, solubilité dans l'alcool, point d'ébullition et congélation.

Généralement incolores ou jaune pâle, les essences sont liquides à température ambiante. La nature huileuse des HEs, la rend liposoluble ainsi elles sont peu solubles dans l'eau mais le sont dans les solvants organiques apolaires, les huiles grasses, et dans les alcools.

Les huiles essentielles sont extrêmement volatiles et sensibles à l'oxydation. Elles ont tendance à se polymériser en donnant lieu à la formation de produits résineux ce qui induit à la perte de ses propriétés.

Leur densité est en général inférieure à celle de l'eau (à l'exception des huiles essentielles de saffran, de girofle ou de cannelle constituent des exceptions).

Elles ont un indice de réfraction élevé et la plupart dévient la lumière polarisée (**Baser et Buchbauer, 2010**).

VIII.3.2. Propriétés chimiques

Dans les plantes, les huiles essentielles n'existent quasiment que chez les végétaux supérieurs. Elles sont produites dans le cytoplasme des cellules sécrétrices et s'accumulent en général dans des cellules glandulaires spécialisées, situées en surface de la cellule et recouvertes d'une

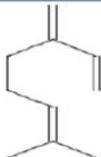
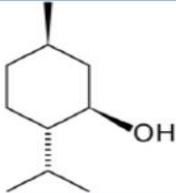
cuticule. Elles peuvent être stockées dans divers organes : fleurs, feuilles, écorces, bois, racines, rhizomes, fruits ou graines (**Brunetton, 1987**).

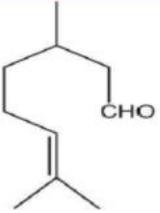
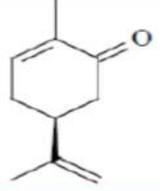
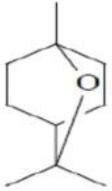
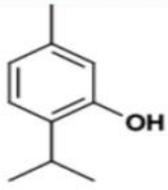
Les huiles essentielles sont constituées principalement de deux groupes de composés odorants distincts selon la voie métabolique empruntée ou utilisée. Il s'agit des terpènes (mono et sesquiterpènes), prépondérants dans la plupart des essences, et des composés aromatiques dérivés du phénylpropane (**Kurkin, 2003**).

VIII.3.2.1. Les monoterpènes

Les monoterpènes sont les plus simples constituants des terpènes dont la majorité est rencontrée dans les huiles essentielles (90%). Ils comportent deux unités isoprène (C₅H₈), selon le mode de couplage « tête-queue ». Ils peuvent être acycliques, monocycliques ou bicycliques. A ces terpènes se rattachent un certain nombre de produits naturels à fonctions chimiques spéciales (**Padua, 1999**).

Tableau 2 : Les composés monoterpènes des huiles essentielles (Brunetton, 1999).

Composé	Formule	Fonction
Myrcène		Carbure
(-)-menthol		Alcool

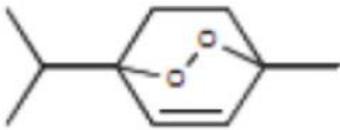
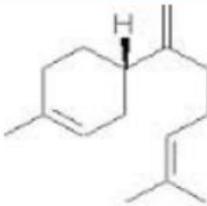
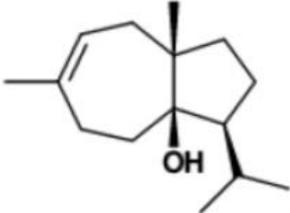
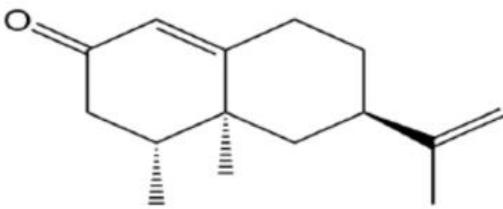
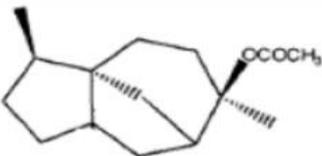
Citronellal		Aldéhyde
(-) carvone		Cétone
1,8-cinéole		Ether
Thymol		Phénol

VIII.3.2.2. Les sesquiterpènes

Ce sont des dérivés d'hydrocarbures en $C_{15}H_{22}$ (assemblage de trois unités isoprènes). Il s'agit de la classe la plus diversifiée des terpènes qui se divisent en plusieurs catégories structurales, acycliques, monocycliques, bicycliques, tricycliques, polycycliques.

Ils se trouvent sous forme d'hydrocarbures ou sous forme d'hydrocarbures oxygénés comme les alcools, les cétones, les aldéhydes, les acides et les lactones dans la nature (**Padua, 1999**).

Tableau 3 : Les composés sesquiterpènes des huiles essentielles (Bruneeton, 1999).

Composé	Formule	Fonction
Axaridol		Péroxyde
B.bisabolène		Carbure
Carotol		Alcool
(+)-Nootkatone		Cétone
Acétate de Cédryle		Ester

VIII.3.2.3. Les composés aromatiques

Une autre classe de composés volatils fréquemment rencontrés est celle des composés aromatiques dérivés du phénylpropane (Kurkin, 2003). Cette classe comporte des composés odorants bien connus comme la vanilline, l'eugénol, l'anéthole, l'estragole et bien d'autres (Figure.13).

Ils sont davantage fréquents dans les huiles essentielles d'Apiaceae (persil, anis, fenouil, etc.) et sont caractéristiques de celles du clou de girofle, de la vanille, de la cannelle, du basilic, de l'estragon, etc. (Bruneeton, 1993).

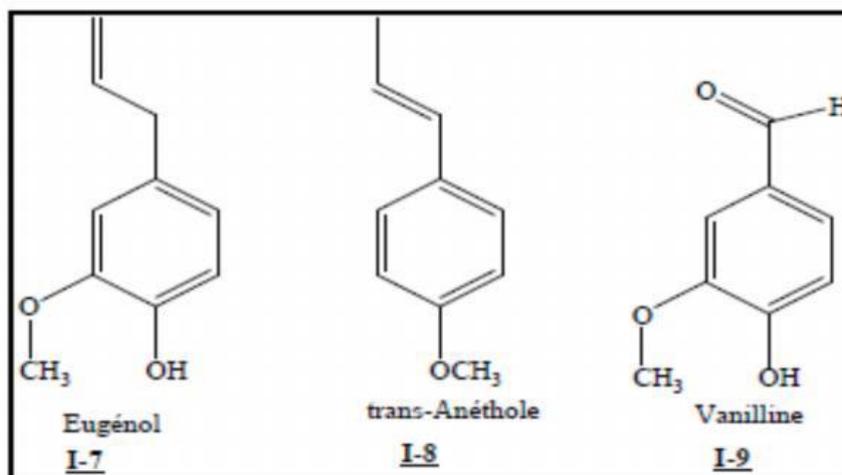


Figure 13 : Exemples de composés aromatiques (Bruneeton, 1993).

VIII.3.2.4. Composés d'origine diverse

Les huiles essentielles peuvent contenir d'autres produits résultant de la dégradation d'acides gras comme : le (3Z)-hexen-1-ol et d'autres composés issus de la dégradation des terpènes comme les ionones. En outre, on peut rencontrer les composés azotés et soufres, mais ils sont souvent rares dans les huiles essentielles (Selles, 2012).

VIII.4 Processus d'élaboration des huiles (technique)

La majorité des huiles essentielles sont obtenues par distillation par entraînement à la vapeur d'eau sous basse pression. Le procédé consiste à faire traverser par de la vapeur d'eau une cuve remplie de plantes aromatiques. A la sortie de la cuve de distillation et sous pression contrôlée, la vapeur d'eau enrichie d'huile essentielle traverse un serpentin où elle se condense. A la sortie, un essencier (appelé autrefois vase florentin) recueille l'eau et l'huile essentielle. La différence de densité entre les deux liquides permet une séparation aisée de l'huile essentielle recueillie par débordement. Les autres procédés d'extraction (par enfleurage, par solvant) ne seront pas détaillés ici car ils ne peuvent être utilisés pour une médication par les huiles essentielles digne de ce nom (Zhiri Et Baudoux, 2005).

VIII.4.1. Hydrodistillation

Il s'agit de la méthode la plus simple et de ce fait la plus anciennement utilisée. Le principe de l'hydrodistillation correspond à une distillation hétérogène qui met en jeu l'application de deux lois physiques (loi de Dalton et loi de Raoult). Le procédé consiste à immerger la matière

première végétale dans un ballon lors d'une extraction au laboratoire ou dans un alambic industriel rempli d'eau placé sur une source de chaleur. Le tout est ensuite porté à l'ébullition. La chaleur permet l'éclatement des cellules végétales et la libération des molécules odorantes qui y sont contenues. Ces molécules aromatiques forment avec la vapeur d'eau, un mélange azéotropique. Les vapeurs sont condensées dans un réfrigérant et les huiles essentielles se séparent de l'eau par différence de densité (**Pavida et al, 1976**). Au laboratoire, le système équipé d'une cohobe généralement utilisé pour l'extraction des huiles essentielles est le Clevenger (Figure.14).

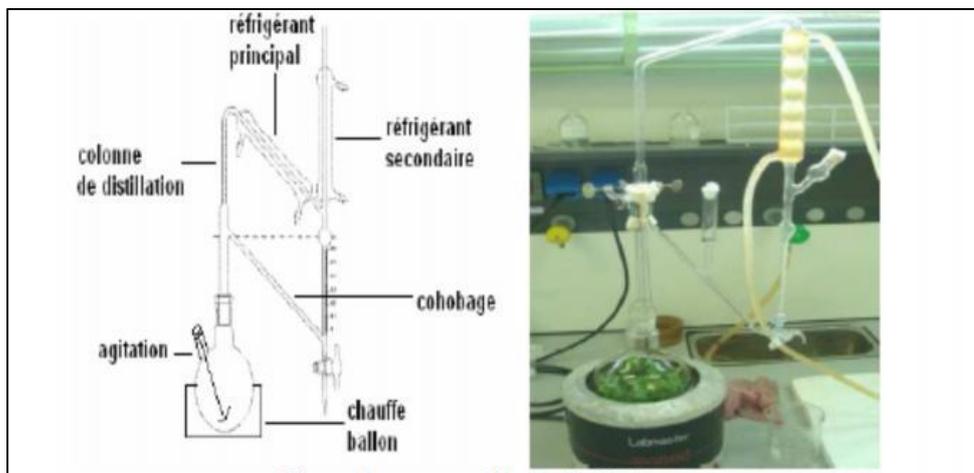


Figure 14 : Montage d'hydrodistillation (Pavida et al, 1976).

Les eaux aromatiques ainsi prélevées sont ensuite recyclées dans l'hydrodistillateur afin de maintenir le rapport plante/eau à son niveau initial. La durée d'une hydrodistillation peut considérablement varier, pouvant atteindre plusieurs heures selon le matériel utilisé et la matière végétale à traiter. La durée de la distillation influe non seulement sur le rendement mais également sur la composition de l'extrait (**Pavida et al, 1976**).

VIII.4.1.1. Entraînement à la vapeur d'eau

L'entraînement à la vapeur d'eau est l'une des méthodes officielles pour l'obtention des huiles essentielles. A la différence de l'hydrodistillation, cette technique ne met pas en contact direct l'eau et la matière végétale à traiter. De la vapeur d'eau fournie par une chaudière traverse la matière végétale située au-dessus d'une grille. Durant le passage de la vapeur à travers le matériel, les cellules éclatent et libèrent l'huile essentielle qui est vaporisée sous l'action de la chaleur pour former un mélange « eau + huile essentielle ».

Le mélange est ensuite véhiculé vers le condenseur et l'essencier avant d'être séparé en une phase aqueuse et une phase organique : l'huile essentielle. L'absence de contact direct entre l'eau et la matière végétale, puis entre l'eau et les molécules aromatiques évite certains phénomènes d'hydrolyse ou de dégradation pouvant nuire à la qualité de l'huile (Marie, 2005).

VIII.4.1.2 L'hydro diffusion

Est une variante de l'entraînement à la vapeur (Figure.15). Dans le cas de l'hydrodiffusion, le flux de vapeur n'est pas ascendant mais descendant. Cette technique exploite ainsi l'action osmotique de la vapeur d'eau. Le principe de cette méthode réside dans l'utilisation de la pesanteur pour dégager et condenser le mélange « Vapeur d'eau + huile essentielle » dispersé dans la matière végétale. Comme pour l'entraînement à la vapeur d'eau, l'hydrodiffusion présente l'avantage de ne pas mettre en contact le matériel végétal et l'eau. De plus, l'hydrodiffusion permet une économie d'énergie due à la réduction de la durée de la distillation et donc à la réduction de la consommation de vapeur (Marie, 2005).

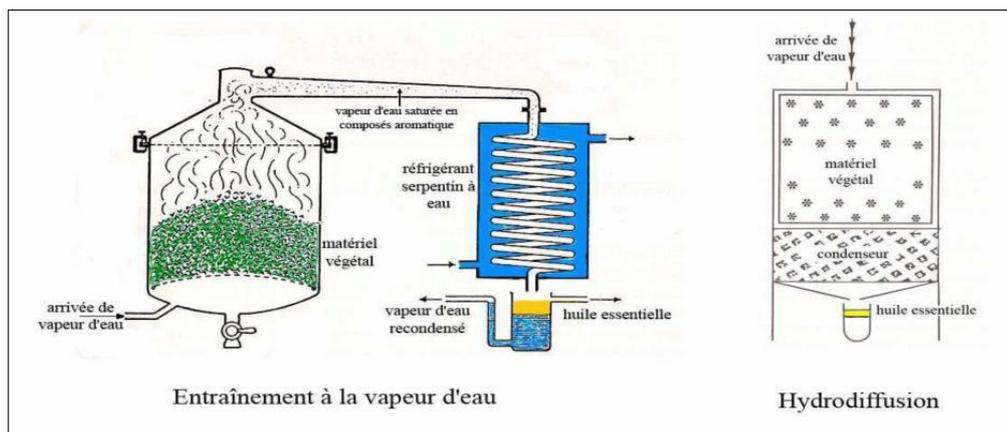


Figure 15 : Entraînement à la vapeur d'eau ascendante et descendante (Marie, 2005).

VIII.4.2.Expression à froid des huiles essentielles

Cette technique est la plus simple pour recueillir les huiles essentielles, mais elle est aussi la plus limitée. Elle consiste à écraser par différents moyens les écorces des fruits de façon à faire éclater les poches situées à leur surface et renfermant l'huile essentielle. On utilise différents moyens pour réaliser cette extraction : manuellement, ou encore mécaniquement à l'aide d'une centrifugeuse ou d'une presse. C'est l'un des procédés d'extraction les plus vieux avec celui de l'enfleurage.

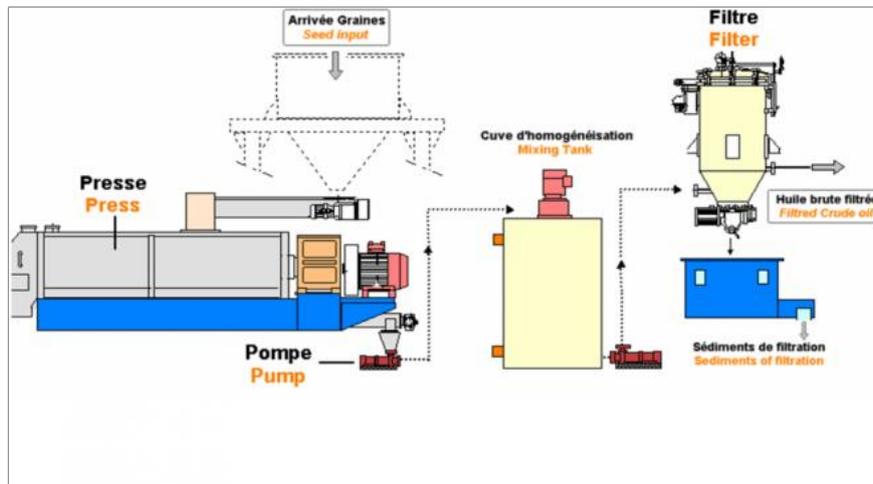


Figure 16 : méthode d'expression à froid des huiles essentielles à l'aide d'une presse

Cette méthode, principalement utilisée à Malte et en Sicile, reste très coûteuse. (Anonyme 6)

VIII.4.3. Distillation sèche des huiles essentielles

La distillation sèche, contrairement à l'hydrodistillation et l'entraînement à la vapeur n'utilise pas d'eau ou de vapeur d'eau ajoutée. Ce mode de distillation est très peu utilisé. Les rares huiles essentielles fabriquées en distillation sèche sont le cade et le bouleau. Une rectification est souvent nécessaire pour éliminer les molécules toxiques qui se seraient formées.

(Anonyme 7)

VIII.5 Autres méthodes

a. Méthodes traditionnelles

Plus de technique de l'expression à froid, une autre méthode manuelle plus simple, dite « à la cuillère », développée en Calabre et en Sicile, permet d'obtenir des essences elles aussi de grande qualité. Elle consiste à gratter manuellement les zestes frais avec une cuillère pour briser les sacs oléifères. Cette méthode est toujours utilisée dans le sud de l'Italie et dans divers pays producteurs d'agrumes autour de la méditerranée.

Même si ces techniques ne sont pas totalement abandonnées, de nos jours, les fruits sont pressés à froid dans une machine. Ensuite, par centrifugation, on sépare l'huile essentielle du jus de fruit.

b. Méthodes industrielles

Il est possible de pratiquer ce processus à partir de l'écorce ainsi qu'à partir des fruits entiers. L'extraction à partir de l'écorce consiste quant à elle à prélever les zestes et à les broyer, puis à les presser par frottement contre des ustensiles pourvus de pointes en métal, pour rompre les sacs oléifères qui contiennent les essences végétales. Le résultat est un mélange aqueux où l'huile essentielle finira par remonter à la surface. (**Anonyme 8**)

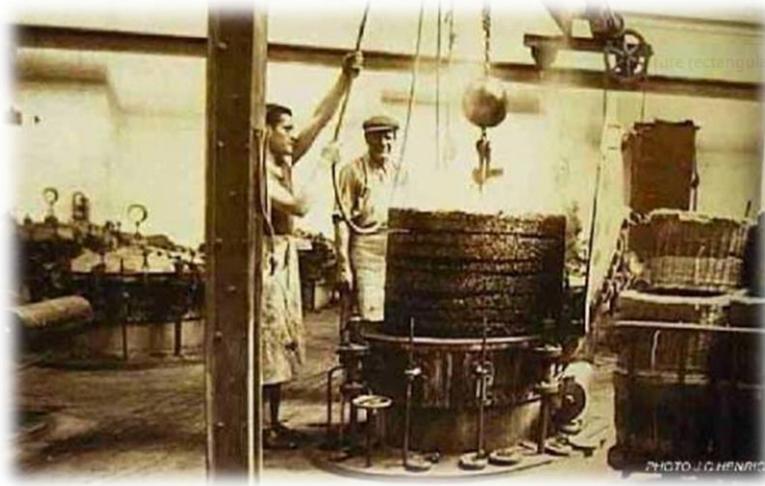


Figure 17 : méthode industrielle d'extraction des huiles

VIII.6. Toxicité et précaution d'emploi des huiles essentielles

a. Toxicité des huiles essentielles

Les huiles essentielles ne sont pas des produits qui peuvent être utilisés sans risque, comme tous les produits naturels : "ce n'est pas parce que c'est naturel que c'est sans danger pour l'organisme". Cet aspect des huiles essentielles est d'autant plus important que leur utilisation, de plus en plus populaire, tend à se généraliser avec l'émergence de nouvelles pratiques thérapeutiques telle que l'aromathérapie (**Smith et al, 2000**).

Certaines huiles essentielles sont dangereuses lorsqu'elles sont appliquées sur la peau en raison de leur pouvoir irritant (huiles riches en thymol ou en carvacrol), allergène (huiles riches en cinnamaldéhyde (**Smith et al, 2000**)). Ou phototoxique (huiles de citrus contenant des furocoumarines (**Naganuma et al, 1985**)).

b. Précautions d'emploi des huiles essentielles

Très concentrées en Principe Actif, les HE présentent de nombreux bienfaits pour l'organisme à condition d'être bien utilisées. Bien qu'étant considérées comme « naturelles » par le grand public, les HE peuvent être néfastes en cas de mauvaise utilisation (mauvais dosage, irritations, hépatotoxicité, HE inadaptée...).

Pour éviter ces risques inhérents à l'emploi HE, mieux vaut se référer à un aromathérapeute compétent et éviter l'automédication hasardeuse.

Quelques principes de base sont à respecter :

- éviter l'emploi de toute HE pendant le premier trimestre de la grossesse sauf sur avis d'un aromathérapeute ;
- éviter d'administrer des HE à un nourrisson âgé de moins d'un an ou avant l'âge de 6 ans par voie orale ;
- Ne pas injecter d'HE par voie intramusculaire ou intraveineuse ;
- Ne pas appliquer d'HE pures dans les yeux, les oreilles, le nez, les zones ano-génitales ou les muqueuses ;
- Ne pas laisser les flacons à la portée des enfants ;
- Bien se laver les mains après une application cutanée ;
- En cas d'allergie ou asthme, éviter l'inhalation des HE. Effectuer des tests cutanés préalables au niveau du pli du coude chez un sujet allergique ;
- L'HE de menthe poivrée ne doit pas être utilisée chez un enfant de moins de 30 mois car elle peut provoquer un laryngospasme. De même, elle ne doit pas être appliquée sur une grande surface en raison de la vasoconstriction qu'elle entraîne ;
- En cas d'ingestion ou de projection accidentelle dans les yeux, ingérer ou appliquer une HV afin de diluer l'HE et diminuer sa toxicité. (Faucon, 2015, Zhiri et al 2008)

Partie expérimentale

Chapitre 1 : La zone d'étude

I. Tlemcen

- Situation géographique de la zone d'étude

Située à l'extrême Nord-Ouest du pays et frontalière avec le Maroc avec une Latitude Nord variant entre 34° et 35° 40' et les longitudes Ouest 0 °30' et 2° 30 '. La wilaya de Tlemcen longe cette frontière, de Marsa Ben M'hidi à El Bouihi sur 170 km. Elle est limitée, au nord, par la mer Méditerranée, à l'est par la wilaya de Sidi Bel Abbès, au sud par la wilaya de Naâma et au Nord-ouest par la wilaya d'Ain Témouchent.

En s'étendant sur une superficie de 9017,69 Km² (soit 4% de la superficie globale du Territoire nationale). Avec une population de 979745 habitants, regroupant 20 Daïra et 53 communes. La superficie consacrée à l'agriculture est de 352900 ha (soit 39%).

- Relief, topographie et hydrographie

Le relief de Tlemcen est diversifié, la situation géographique de la région s'étendant du littoral (nord) jusqu'à la steppe (sud) constitue un paysage très hétérogène où l'on rencontre quatre ensembles physiques distincts.

- a. La chaîne côtière :** on retrouve les monts de Sbaâ Chioukh à l'est orienté vers la limite des monts de Traras à l'Ouest ainsi que le haut piémont de Sidi Abdelli. La caractéristique essentielle de cette zone est qu'elle est très sensible à l'érosion, ce phénomène est attribué à la nature calcaire et friable de sa lithologie. Monts des Traras : c'est une chaîne tellienne de moyenne altitude culminant 1081m. Ils occupent pratiquement tout le nord de Tlemcen. A noter que ce territoire est très accidenté dans la mesure où 73% des terrains ont une pente supérieure à 25%.
- b. Le Bassin de Tlemcen :** constitué d'ensemble de plaine et de plateau orienté d'ouest en est. Formé par les plaines de Maghnia, de Hennaya et les collines de Sidi Abdelli. Les potentialités agricoles de la wilaya de Tlemcen sont en majorité représentées par ce territoire.
- c. Les Monts de Tlemcen :** ils constituent la bordure Nord des hautes plaines steppique. C'est une région de montagne entrecoupée par de hautes vallées irriguée essentiellement par les oueds Tafna, Isser et Khemis.
- d. La zone steppique :** localisé à la frontière sud de la wilaya, elle rattaché géographiquement aux plaines steppique, ce sont des terre à vocation pastoral.

Les cours d'eau dans notre région sont caractérisés par l'irrégularité de l'écoulement et par des manifestations hydrologiques brutales. Le déficit hydrique d'été détermine un régime d'écoulement temporaire pour un grand nombre de petits cours d'eau (**Kazi Tani, 1995 in Bellatreche., 2011**).



Figure 18 : Carte des ensembles physiques de la wilaya de Tlemcen (ANAT.2010).

- Propriétés climatiques et bioclimatiques

Le climat par ses différents paramètres constitue un facteur important dans la répartition des espèces végétales ainsi que sur la formation et l'évolution des sols. **Mohammedi (2004)** signale que le climat de l'Oranie – particulièrement la région de Tlemcen s'avère, partout, méditerranéen (précipitation de courte durée avec un premier maximum en automne ou au début de l'hiver et un deuxième au printemps et, surtout, par une sécheresse estivale). L'orographie générale de la région paraît conditionner le climat ; la position latitudinal, relativement basse, interviendrait aussi à un degré moindre.

La particularité climatique de la région de Tlemcen est qu'elle est sous l'influence de la mer méditerranée au nord et des hauts plateaux au sud. Le climat, en allant du nord vers le sud, est caractérisé par une zone côtière beaucoup plus humide, tant par la pluie que les rosées matinales.

Le relief côtier forme une barrière à l'humidité maritime de façon qu'entre les collines du nord et l'amorce des monts de Tlemcen, la région est caractérisée par un climat semi-aride.

Les études climatiques se sont souvent basées sur des observations météorologiques relativement étalées dans le temps. Cet élément physique du milieu peut être décrit avec de nombreux paramètres. En général, on se contente de la température et des précipitations, celles-ci sont considérées comme étant la charnière des climats, elles sont en fonction de l'altitude, de l'orientation des chaînes de montagne et donc de l'exposition. La wilaya demeure une région exposée à l'aridité, de par cette situation géographique, comme le reste de l'Oranie, une aridité sensiblement aggravée au cours des deux dernières décennies. C'est en quelque sorte le prolongement vers l'Est des aspects semi désertiques de la basse Moulouya au Maroc. **(Dajoz, 1985).**

- Précipitation :

L'observation et l'interprétation des données climatiques présentées par Hassani (2003 *in* Adjim., 2011) montrent que les précipitations sont très irrégulières et inégalement réparties durant les mois de l'année. Les précipitations moyennes mensuelles de la période retenue (1982-2002) montrent que les mois de janvier, février et mars sont les mois les plus pluvieux (respectivement 39,39mm ; 44,08 mm ; 42,50 mm). Alors que juin, juillet et août sont les plus secs (respectivement 3,49mm ; 1,32 mm et 4,37mm).

- Température :

Quant aux températures, les moyennes les plus élevées marquent les mois les plus chauds qui sont juillet, août et septembre (respectivement : 26,03 ; 26,37 et 24,06°C). Pour les moyennes des températures basses, elle est enregistrée pendant le mois de janvier (2°C).

- Substrat géologique

La région de Tlemcen est localisée à l'ouest des deux domaines géologiques : les hautes plaines et l'atlas Tellienne. Les études géologiques montrent que cette région comprend quatre grands types de terrains **(Bouali, 1990 *in* Adjim., 2011).**

- ✓ Un ensemble pliocène continental dans la région de Sebdou.
- ✓ Une formation jurassique carbonatée au niveau des monts de Tlemcen.
- ✓ Un ensemble de terrains meubles, marneux, argileux et limoneux occupant la plaine de Tafna – Maghnia.
- ✓ Un faciès carbonaté, volcanique et métamorphique dans les monts de Traras.

La géologie et la lithologie constituent une donnée importante pour la connaissance et l'étude du milieu. La wilaya de Tlemcen présente une grande diversité de formes de terrains liées à la nature des roches d'où la diversité des sols.

Géologiquement, cette zone est surtout formée à base de roches calcaire présentes sous différentes formes (calcaire cristallin, travertin, dolomie, calcaire marneux ou de croûte) (**Gaouar, 1980 in Adjim., 2011**).

- Cadre pédologique

Les résultats des études pédologiques dans différentes régions de Tlemcen montrent que la plupart des sols sont caractérisés par un horizon de surface à texture équilibrée, poreux et riche en matière organique. Le taux d'humus est relativement satisfaisant.

La région méditerranéenne de la wilaya de Tlemcen caractérisée par des sols dits « fertialitiques » et ceux dits marron en relation avec la nature de couvert végétal (**Duchauffour, 1977 in Adjim., 2011**).

Dans l'ensemble, la wilaya de Tlemcen se caractérise en général par des sols fertialitiques rouges et bruns et des sols calcaires (**Kaid Slimane, 2000**).

Dans les monts de Tlemcen, les fertialitiques développés sur substrats gréseux et dolomitique prédominent ; ils sont interrompus par endroit par des sols calcaires dérivés de substrats calcaires ou marneux (**Gaouar, 1980 in Adjim., 2011**).

II. Saida

- Localisation

Située à l'ouest du pays, la wilaya de Saida, occupe une position centrale au niveau de cet ensemble. De par son emplacement privilégié, elle demeure un carrefour dans la mesure où elle est traversée par les principaux axes routiers de cette partie du pays et assure la jonction entre les wilayas du NORD-OUEST et du SUD-OUEST. Elle est délimitée :

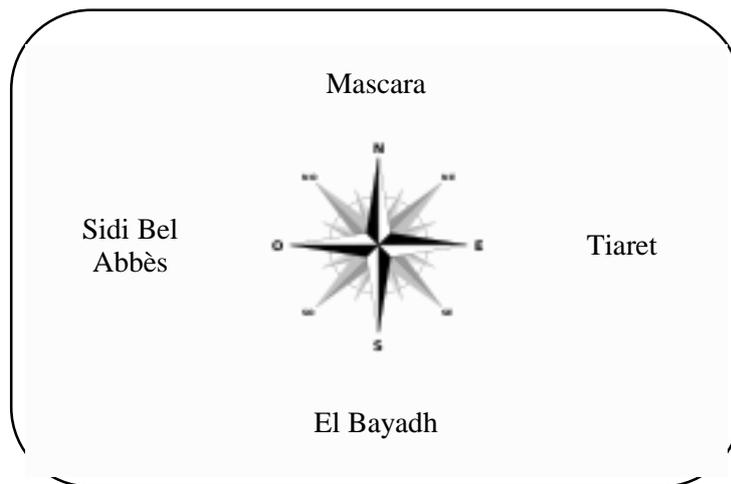


Figure 19 : Wilayas limitrophes de la wilaya de Saïda

- Le cadre géographique

La wilaya présente deux unités bien distinctes : dans sa partie Nord, les Monts de DAIA et dans sa partie Sud, les hautes plaines (parties sud des communes de Sidi Ahmed et Maamora)

Le domaine steppique dans hautes plaines couvert à peine 4 communes sur 16 que compte la wilaya, il est caractérisé par une topographie à faible pente située à plus de 1000 mètres. Son réseau hydrographique est temporaire et endoréique. Le sous-sol est constitué par la prédominance d'un substrat calcaire surmonté d'une croûte. **(Zouad Rajaa, 2012).**

- relief

Le domaine des montagnes atlasique est constitué d'ensembles de reliefs entrecoupés de dépressions et de vallées larges. Nous citerons en particulier :

- ✓ La Paine des Maalif
- ✓ Le plateau de Balloul Ain Soltaine
- ✓ La dépression d'Oued Saïda
- ✓ La vallée d'Oued El Abd

Ils couvrent plus des $\frac{3}{4}$ de la superficie de la wilaya, soit 12 communes. **(Zouad Rajaa, 2012).**

- Le climat

Le climat de la wilaya est continental avec un été chaud et sec et un hiver froid. Les températures atteignent 40° en été avec des journées de vents chauds (sirocco) et un minimum de 0° à 4° en hiver avec des gelées fréquentes (en moyenne 30j/an).

La pluviométrie moyenne varie entre 200 et 600 mm par an. Elle est mal répartie dans le temps et dans l'espace. Depuis 1980, la wilaya de Saida a connu un déficit élevé (la pluviométrie moyenne a été souvent inférieure à 300 mm). Cette insuffisance a entraîné des conséquences néfastes au niveau des secteurs de l'agriculture et de l'hydraulique. Durant les années 2000, le niveau s'est moyennement amélioré (**Zouad Rajaa, 2012**).

III. Alger

- Localisation

Alger est située au nord de l'Algérie.

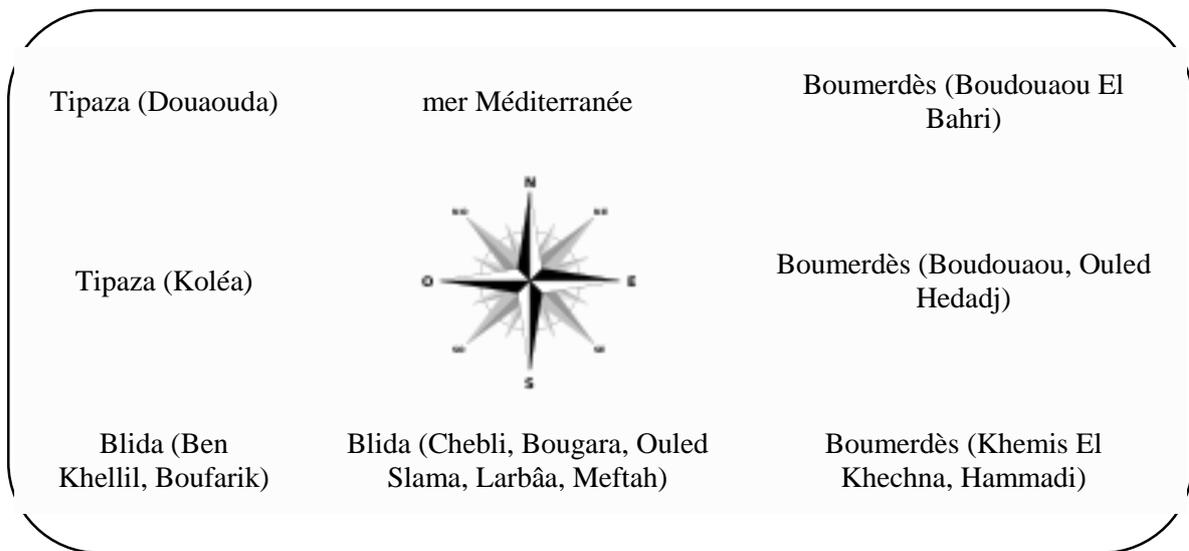


Figure 20 : Wilayas limitrophes de la wilaya d'Alger

- Topographie

La topographie de la côte algéroise est caractérisée par la succession à partir du rivage actuel et jusqu'à une altitude de plus de 300 mètres, d'une série de gradins, disposés les uns au-dessus des autres comme les marches d'un escalier.

Ces marches interrompent brusquement la continuité des pentes, en général très rapides, qui bordent le littoral algérois (**Anonyme 9**)

- Hydrographie

Alger est traversée par plusieurs fleuves et plusieurs cours d'eau qu'on nomme indifféremment Oued. Tous les fleuves qui la traversent se jettent dans la Méditerranée qui borde toute la côte algéroise. Son système hydrographique est propre au milieu méditerranéen : le débit d'eau est faible mais ses cours d'eau connaissent des crues importantes en cas de pluies. Le massif de Bouzaréah, connu par ses reliefs accidentés, possède un réseau hydrographique très dense, drainé par huit principaux cours d'eau (Baranès, Sidi Medjber, Frais vallon, Jaubert, Scotto

Nadal, Chemin du Fort, Birtraria et Oued Koriche ou Oued Atoun (ex-Oued Mkacel)
(Anonyme 9)

- Géologie et relief

L'étude géologique de la région algéroise, peu étendue en surface et formant un rocher qui s'avance dans la mer, révèle qu'en arrière il est recouvert par un cordon de dunes au-delà duquel on retrouve les terrains sédimentaires (Muraour Pierre, 1954), de la série tertiaire.

(Anonyme 10)

Dans une esquisse géologique et topographique du littoral d'Alger datant de 1911, il apparaît que ce littoral comprend essentiellement toute la région basse qui borde sur plus de 100 kilomètres le pied de l'Atlas, depuis le massif de Sidi-Fredj au nord de Thénia des Béni Aïcha, jusqu'au mont Chenoua à l'ouest de Tipaza **(Anonyme 11)**.

Le relief se caractérise par trois zones longitudinales : le Sahel, le littoral et la Mitidja.

- Le climat

Alger bénéficie d'un climat méditerranéen **(Anonyme 12)** **(Anonyme 13)** .Elle est connue par ses longs étés chauds et secs. Les hivers sont doux et humides **(Anonyme 14)**, la neige est rare mais pas impossible. Les pluies sont abondantes et peuvent être diluviennes. Il fait généralement chaud surtout de la mi-juillet à la mi-août **(Anonyme 15)**.

IV. Chlef

- Localisation

La wilaya de Chlef est située dans le Tell occidental à 200 km (jusqu'à 300 km pour les communes du nord-ouest) à l'ouest d'Alger. Elle est délimitée par :

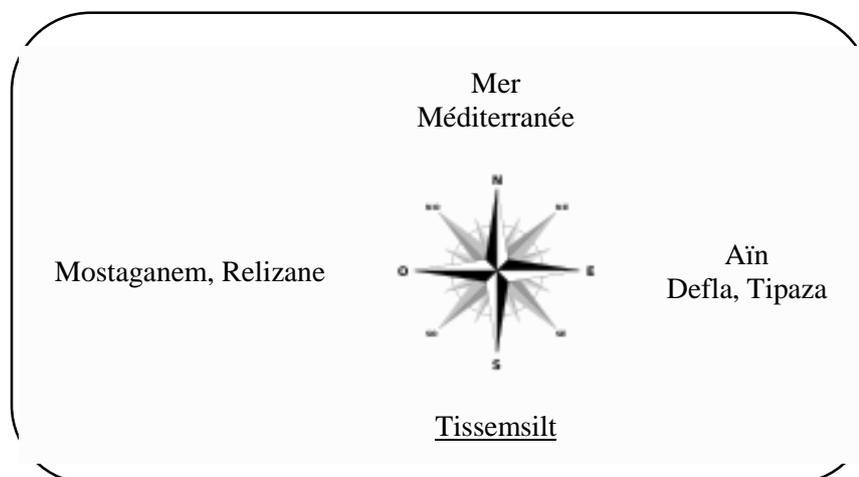


Figure 21 : Wilayas limitrophes de la wilaya de Chlef

- Relief

La wilaya est formée par quatre ensembles géographiques :

- ✓ une côte Méditerranéenne s'étendant sur 120 km ;
- ✓ la chaîne de la Dahra au nord
- ✓ les monts de l'Ouarsenis au sud

La vallée du Chlef entre les deux ensembles montagneux (**Anonyme 16**).

- Climat

La wilaya est caractérisée par un climat méditerranéen sub-humide dans la partie Nord et un climat continental au Sud, froid en hiver et chaud en été. Située dans une cuvette séparée de la mer par les monts du Dahra. Malgré son climat sub-humide, Chlef est une des régions les plus chaudes d'Algérie. La pluviométrie moyenne est de 420 mm/an. Il se distingue par un important massif forestier, constitué notamment de chênes-liège et de chênes verts.

(**Anonyme 16**).

- Hydrographie

Le Chlef est le plus important cours d'eau, il traverse la wilaya d'est en ouest et y est traversé par deux importants barrages : Oued Fodda et Sidi Yakoub. (**Anonyme 16**).

Chapitre 2 : matériels et méthodes

I. Objectifs du travail

L'objectif global de cette étude vise à caractériser sur le plan morphologique et biochimique les populations de laurier noble (*laurus nobilis*) qui existaient au niveau de notre zone d'étude (Tlemcen, Alger, Chlef et Saida)

Plus explicitement les Objectifs à atteindre sont :

- ✓ L'identification des différents peuplements de laurier noble au niveau de la zone d'étude ;
- ✓ Caractérisation de l'espèce par le biais des marqueurs morphologiques ;
- ✓ Caractérisation de l'espèce par le biais des marqueurs biochimiques ;
- ✓ Une approche révélatrice de la variabilité génétique existante au niveau des différents peuplements de laurier noble par l'étude biométrique (caractères quantitatifs et qualitatifs) et biochimique (extraction des huiles essentielles et analyse physico-chimiques) ;
- ✓ Analyse pédologiques (physique et chimique) du sol (échantillonnage pédologiques pour individus sur lesquels y'a eu l'extraction de l'huile et analyse physico-chimique)
- ✓ Révélation de l'importance et la valorisation du laurier noble ;
- ✓ L'extraction de l'huile essentielle et analyses physico-chimiques à partir des différentes collectes ;
- ✓ Fabrication du savon aromatisé par l'huile de laurier noble extrait

II. Stations d'études

Les stations d'études visitées sont pour la plupart des pieds de laurier nobles individuels plantés dans les jardins des maisons (wilaya de Tlemcen, Chlef, et Saida, Ain taya (Alger)) , et des arbres du jardin d'essai El-Hamma au niveau de la wilaya d'Alger (Alger centre).

Tableau 4 : stations d'études

Station	Commune	Wilaya
jardins des maisons	Tlemcen	Tlemcen
	Hennaya	
	Beni Mestar	
	Chetouane	
	Mansourah	
	Saida	Saida
	Tenes	Chlef
	Ain Taya	Alger
	Jardin d'essai El-Hamma	Alger-centre

II.1 Critère du choix

Les critères de choix des stations expérimentales ont été basés sur :

- L'importance et la disponibilité de l'espèce dans la région.
- L'accord des propriétaires des jardins de maison
- Accessibilité au terrain et possibilité de l'aide des forestiers.

II.2 Programme des sorties

Au total, nous avons réalisé 14 sorties sur terrain,

- 7 sorties au niveau de la wilaya de Tlemcen du mois de février jusqu'au mois de mars 2019 et du mois d'octobre jusqu'au mois de novembre 2020.
- 2 sorties au niveau de la wilaya de Saida (mois de mars 2021)
- 4 sorties au niveau de la wilaya d'Alger (mois de mars 2021)
- 1 sortie au niveau de la wilaya de Chlef (mois de mars 2021)

Ces sorties ont concerné :

- a. la prise des échantillons des feuilles de chaque station.
- b. Prise des échantillons de sol pour les arbres sur lesquels on va réaliser les analyses physico-chimique de l'huile essentielle
- c. réalisation des mesures morpho-métriques sur les différents paramètres à étudier.

III. Méthodes et techniques

A. Etude morpho-métrique

Les mesures morpho-métriques ont été effectuées sur 106 arbres, ces derniers ont été répartis en quatre stations (82 arbres à Tlemcen, 12 arbres à Saida, 8 arbres à Alger, 4 arbres à Chlef),

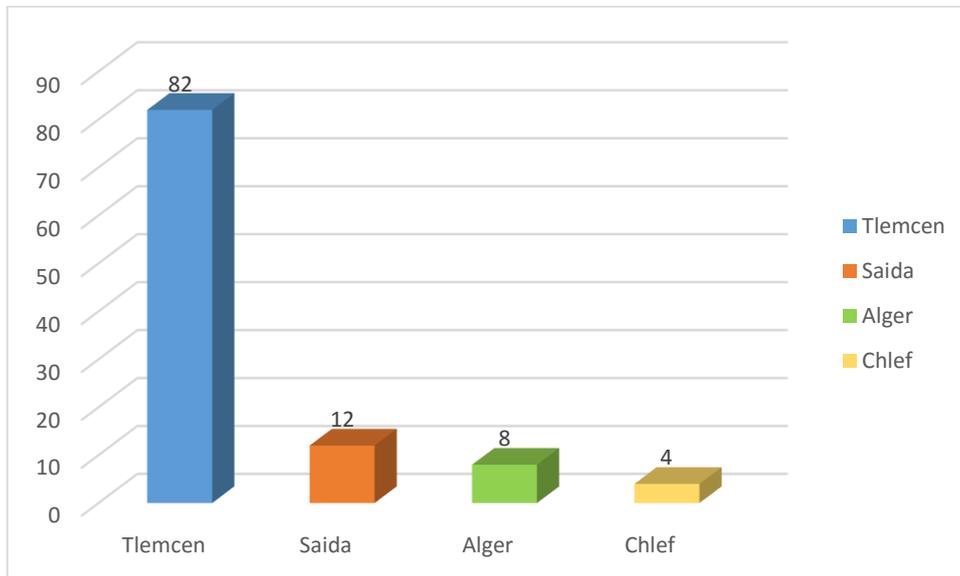


Figure 22 : Histogramme d'effectifs des arbres de laurier noble des quatre stations

Pour les mesures morpho-métrique nous avons pris 30 feuilles par chaque arbre ; ces mesures ont été effectués à l'aide d'un ruban à mètre, et pour les mesures des feuilles un pied à coulisse.

On a pris en considération pour notre étude les formes des feuilles (figure 23),

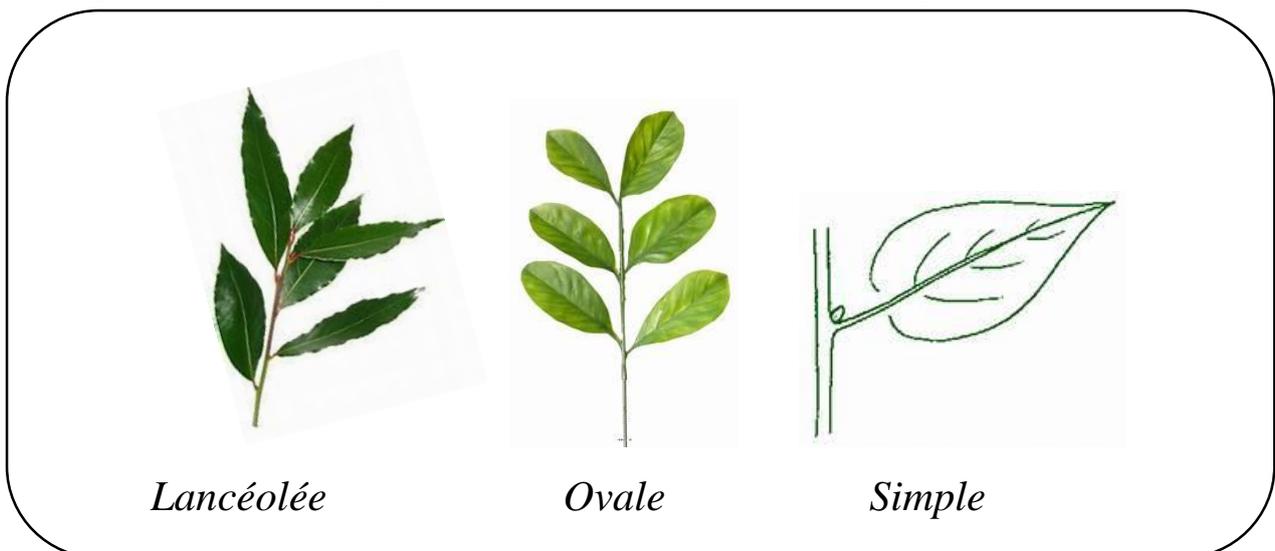


Figure 23 : Les formes types des feuilles (**Anonyme 17**)

Au total douze caractères morphologiques ont été choisis dont dix quantitatifs et deux qualitatifs (tableau 9)

Tableau 5 : Paramètres quantitatifs et qualitatifs étudiés

Echantillon Variable	Quantitatifs	Qualitatifs
Arbres	*Hauteur (HT) *Houppier (HP) *Longueur de branche primaire (1) (LB1) *Longueur de branche secondaire (2) (LB2) *circonférence tronc (CT) *longueur de la tige (LT) *nombre de rameaux par branche (NRB) *nombre de feuilles par rameau (NFR)	
Feuilles	*longueur *largeur	*forme de la feuille *corolle

Analyse statistique

- Les mesures morpho métrique ont été analysées selon le logiciel SPSS (*Graduate Pack for Windows, version 20*).

Les données recueillies ont fait l'objet d'analyses statistiques suivantes :

- ✓ Statistique descriptive : c'est l'analyse qui consiste un traitement des données qui a pour but de décrire un ensemble de données numériques, c'est-à-dire de les organiser et les présenter sous forme de tableaux, de les visualiser dans des graphiques et de les résumer en quelques valeurs numériques appelées caractéristiques ou paramètres statistiques.
- ✚ L'étude qualitative : est descriptive et se concentre sur des interprétations. Les résultats sont exprimés avec des mots.
- ✚ L'étude quantitative : permet de prouver ou démontrer des faits. Les résultats sont exprimés en chiffres (statistiques).
- ✓ ANOVA 1 : L'Analyse de la variance et l'analyse factorielle sont des techniques permettant de savoir si une ou plusieurs variables dépendantes (variables à expliquer) sont en relation avec un ou plusieurs variables dites indépendantes (variables explicatives). Sur l'ensemble des variables quantitatives nous devons déterminer s'il existe une différence significative entre les individus par leur emplacement (localités), par les types qui les constituent et par les races existantes dans la région c'est-à-dire l'influence du milieu, de la population et des races sur ces variables quantitatives **(RamousseR, 1996)**.
- ✓ Corrélation de Pearson : La corrélation entre deux variables nous permet d'avoir une idée du degré d'association ou de covariation qui existe entre ces deux variables. Le coefficient de Pearson est un indice reflétant une relation linéaire entre deux variables continues. Le coefficient de corrélation varie entre -1 et +1, 0 reflétant une relation nulle entre les deux variables, une valeur négative (corrélation négative) signifiant que lorsqu'une des variables augmente, l'autre diminue ; tandis qu'une valeur positive (corrélation positive) indique que les deux variables varient ensemble dans le même sens.
- ✓ ACP : Une analyse en composantes principales, (réalisée afin de regrouper les individus homogènes qui portent les mêmes caractères étudiés en se basant sur les mensurations morpho métriques (réalisé sur paramètres quantitatifs) pour différencier

les échantillons selon ces critères, définir une classification des arbres et construire une typologie qui consiste à identifier des individus assez semblables entre eux.

- ✓ CAH : classification hiérarchique ascendante ou Dendrogramme phylogénétique (méthode UPGMA (Unweighted Pair Group Method with Arithmetic)) réalisé sur la base des distances génétiques calculées entre les différents échantillons de laurier.
- ✓ Khi-deux : Un test du Khi deux est un test d'hypothèse qui compare la loi de distribution observée de vos données à une loi attendue. Test d'association : vous pouvez utiliser un test d'association afin de déterminer si une variable est associée à une autre.

- **Indice de Shannon et Weaver**

Avant de réaliser ce test une transformation des traits quantitatifs en classes doit être réalisée, cette transformation se fait par le biais de la fonction « summary » du logiciel R qui divise l'étendue des valeurs en nombre de classes souhaité, et détermine les limites de chacune des classes.

Les fréquences des différentes classes phénotypiques pour chaque trait dans chacune des quatre zones de collecte ainsi que dans les classes ont été calculées pour chaque échantillon.

Sur la base de ces fréquences, l'indice de Shannon-Weaver (Shannon & Weaver, 1948) est calculé pour chaque trait (paramètre morpho métrique) dans le but d'estimer la diversité phénotypique qui existe dans ces zones d'étude ainsi que pour chaque population.

L'indice de Shannon-Weaver est calculé selon la formule suivante :

$$H = - \sum_{i=1}^n P_i \ln P_i$$

Avec :

H=Indice de diversité de Shannon et Weaver

P_i= Fréquence de chaque classe phénotypique i d'un caractère donné

n = Nombre de classes phénotypiques de chaque caractère.

Le nombre de classes est calculé par la fonction « summary » du logiciel R dans notre cas on a 5 classes phénotypiques.

L'indice (H) est converti vers l'indice relatif de diversité phénotypique (H') en le divisant par sa valeur maximale H max (Ln (n)) afin d'obtenir des valeurs positive comprises entre 0 et 1.

$$H' = - \sum_{i=1}^n P_i \ln P_i / \ln(n)$$

L'indice relatif de diversité (H') atteint sa valeur minimale qui est égale à zéro pour les caractères monomorphes. Par ailleurs, la valeur de cet indice augmente avec le degré de polymorphisme et atteint une valeur maximale (1) lorsque toutes les classes phénotypiques présentent des fréquences égales.

B. Analyse du sol

1. Méthodes et techniques pédologiques

Le sol est une composante essentielle de la réussite d'une plantation, Plusieurs critères peuvent faire l'objet d'une analyse, le pH, la granulométrie, la quantité des éléments nutritifs présente (MO), la conductivité électrique....

Dans notre travail, Des analyses physico-chimiques ont été faites afin de caractériser les 4 échantillons de sol récupéré à partir des 4 stations de l'étude.

1.1. Analyses physiques

Les prélèvements des échantillons de sol ont été réalisés en se basant sur les méthodes préconisées par Clément et Françoise (2003).

Un prélèvement de 1 à 2 Kg suffit généralement. Prélever l'échantillon avec une bêche propre, bien nettoyé le fer de cette outil avant de procéder à la prise sur une face rafraîchie du profil ; Pour recueillir et transporter les échantillons, on les mets dans des sachets en film plastique en polyéthylène. Les échantillons prélevés sont étiquetés avec soin, une petite fiche pliée avec les marques d'identification est mise à l'intérieur du sachet. Il peut être utile d'indiquer la date du prélèvement.

a. Granulométrie (texture)

L'analyse granulométrique du sol (analyse mécanique) consiste à classer les éléments du sol d'après leur grosseur et à déterminer le pourcentage de chaque fraction. Une fois obtenu, on passe par un diagramme des textures ou triangles des textures afin de connaître la texture de l'échantillon de sol.

Principe : L'analyse granulométrique implique la dissociation complète du matériau Pédologique jusqu'à l'état de particules élémentaires. Cela nécessite la suppression de l'action des ciments.

Matériels et méthodes

Méthodes densimétriques : Basées sur les variations d'une suspension en cours de sédimentation. La méthode la plus employée est celle de CASAGRANDE basée sur la loi de STOKES.

Différents traitements préalables servent à obtenir une bonne dispersion des particules qui préexistent dans l'échantillon étudié. Ils servent donc à désagréger complètement les agrégats, impliquant la destruction des ponts que constitue le complexe argilo - humique.

Mode opératoire :

- On met le sol dans des moules d'inox dans l'étuve pendant 24h



Photo 1 : Avant le séchage (HADDADI;2021) Photo 2 : Après le séchage (HADDADI ;2021)

- On divise le sol en 3 quantités et on pèse 700g



Photo 3 : la balance (HADDADI ; 2021)

- On met une partie dans l'eau pendant 24h pour le lavage

Matériels et méthodes



Photo 4 : Le sol dans l'eau (HADDADI ; 2021) Photo 5 : Après 24h (HADDADI ; 2021)

- Après 24h on fait le tamisage par le tamis 80 (pour granulométrie)



Photo 6 : Tamisage (tamis 80) (HADDADI ; 2021)



Photo 7 : Après le lavage et le tamisage 80 (le haut du tamis) (HADDADI ; 2021)



Photo 8 : Après le lavage et le tamisage 80 (le bas du tamis) (HADDADI ; 2021)

- On met les deux résultats dans l'étuve pendant 24h



Photo 9 : Après le séchage 24h (HADDADI ; 2021)

- On fait granulométrie par tamisage



Photo 10 : Les tamis de la granulométrie (HADDADI ; 2021)

b. Sédimentométrie

- on pèse 80g du sol après le lavage et le séchage et on le met dans des boites avec l'eau distillée et l'examétaphosphate de sodium pendant 24h



Photo 11 : le pesé des échantillons et les mets dans des boites (HADDADI ; 2021)

- On les agite pendant 3min avec un appareil et on les met dans des éprouvettes de 2 L pendant 24h



Photo 12 : Après 24h (HADDADI ; 2021) Photo 13 : Le densimètre (HADDADI ; 2021)

- Finalement on fait la lecture des résultats avec un densimètre, et on fait les calculs pour avoir les résultats finals de granulométrie et sédimentométrie.

Les résultats obtenus vont être caractérisé à l'aide du triangle des textures afin de définir la texture de chaque échantillon (figure 24).

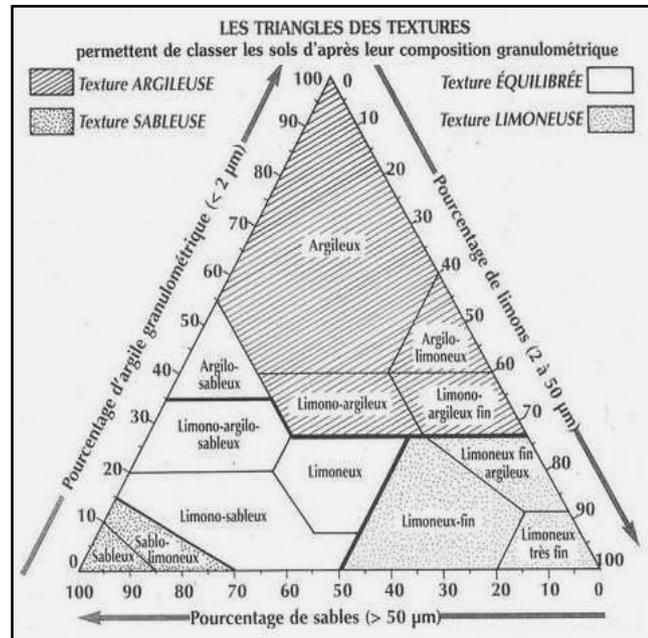


Figure 24 : Triangle des textures.

1.2. Analyses chimiques

On fait le tamisage des échantillons de sol par les deux diamètres des tamis (0.2mm et 2 mm).

Ces analyses ont concernées : le taux de la matière organique (Mo), le pH, la conductivité électrique, le taux de chlore, SO_4 , $CaCO_3$.

a. Matière organique

La matière organique stable du sol (humus) est issue de la décomposition progressive des résidus de culture, et des végétaux, animaux et autres organismes biologiques vivants dans le sol (acariens, champignons, microfaune, microflore...).

La matière organique joue un rôle important dans les fonctionnements physique, chimique et biologiques du sol. (Soltner.2000).

Tableau 6 : Echelle d'interprétation de la quantité de l'humus.

Cox (%)	Humus (%)	Quantité
< 0,6	< 1	Très faible
0,60 – 1,15	1- 2	Faible
1,15 – 1,75	1- 3	Moyenne
1,75 – 2,90	1- 5	Forte
> 2,90	> 5	Très forte

b. Le pH

Il est déterminé par mesure électro métrique dans la solution surnageant d'un mélange sol / liquide dans la proportion 1/2,5. La mesure du pH d'une suspension de sol dans l'eau rend compte de la concentration en ions H_3O^+ à l'état dissocié dans le liquide surnageant. Ces ions sont en équilibre avec ceux présents à l'état non dissocié, fixés sur certains composants solides du sol tels que les minéraux argileux, la matière organique et certains composés dans lesquels l'aluminium est associé à des molécules d'eau et à des OH^- . Ces composés solides, par leur aptitude à fixer des ions H^+ ou OH^- , tempèrent les variations de pH du sol.

Le pH régule la disponibilité des éléments nutritifs dans le sol, c'est probablement le facteur le plus important à considérer lors de l'analyse du sol.

La croissance de plantes supérieures varie sous l'action de l'acidité ou de l'alcalinité des milieux. Car Le pH influe le pouvoir de l'assimilation des éléments minéraux par la plante. La plupart des plantes cultivées ont leur optimum de croissance au voisinage de la neutralité (pH=7).l'alcalinité conduit à l'insolubilisation du fer, manganèse, bore, et quelque fois à l'acide phosphorique.

En effet, lorsque le pH est près de la neutralité (pH = 7), la disponibilité des éléments nutritifs essentiels contenus dans le sol est maximale. La plante peut alors puisée tout l'azote, le phosphore, le potassium, le calcium, le magnésium et les oligoéléments nécessaires à sa croissance. La disponibilité diminue lorsque le pH descend sous la barre de 5,5. Par contre, si le pH est trop acide (pH < 4), certains éléments toxiques deviennent disponibles, tel l'aluminium, le fer, le cuivre et le zinc. Ceux-ci prennent la place des éléments nutritifs essentiels dans le métabolisme de la plante et peuvent grandement l'affecter. (Soltner.2000).

Tableau 7 : échelle d'interprétation de l'acidité actuelle d'un sol

pH eau	Sol
< 3,5	Hyper acide
3,5 – 5,0	Très acide
5,0 – 6,5	Acide
6,5 – 7,5	Neutre
7,5 – 8,7	Basique
> 8,7	Très basique

c. Le Calcaire totale (CaCo3)

L'analyse du calcaire total est nécessaire pour affiner la caractérisation des constituants du sol et améliorer les choix stratégiques en termes de chaulage. Comme la granulométrie, c'est une caractéristique stable du sol, qu'il n'est pas utile de mesurer à chaque analyse, pour peu que la zone de prélèvement soit stable et correctement repérée.

Le calcaire total est une des composantes héritées du sol, éventuellement légèrement modifiable par apports massifs et répétés d'amendements basiques (recarbonatation anthropique des sols par exemple). La présence de calcaire confère au sol des caractéristiques spécifiques en termes de comportement physique et chimique et influe sur son activité biologique. Son absence totale a pour conséquence une acidification progressive, plus ou moins rapide suivant le contexte pédoclimatique, qu'il est nécessaire de compenser par des apports réguliers d'amendements basiques (chaulage)

Le calcaire en quantité suffisante dans le sol influence les 3 propriétés du sol (physique, chimique et biologique) (Soltner.2000).

Tableau 8 : Echelle d'interprétation de la charge en calcaire dans le sol.

Taux de CaCO ₃ total à l'analyse	Qualification du sol
CaCO ₃ T ≤ 5%	Sol non calcaire
5 < CaCO ₃ T ≤ 12,5%	Sol faiblement calcaire
12,5 < CaCO ₃ T ≤ 25%	Sol modérément calcaire
25 < CaCO ₃ T ≤ 50%	Sol fortement calcaire
CaCO ₃ T > 50%	Sol très fortement calcaire

d. La conductivité électrique (salinité)

Dans un sol, les sels solubles peuvent se trouver sous forme cristallisée, c'est le cas des sels solubles comme le gypse. Le plus souvent, il s'agit de sels sous forme dissoute, des anions et cations étant présent dans la solution du sol. Celle-ci présente une composition cationique en équilibre avec les cations échangeables retenus par le complexe absorbant. Pour extraire les sels solubles, on utilise la méthode dite des extraits aqueux. Cette méthode consiste à mélanger la terre sèche avec beaucoup d'eau distillée bouillie pour obtenir de fortes dilutions. Le rapport sol / eau restant constant quel que soit la nature de l'échantillon et notamment, sa granulométrie. La salinité globale d'un échantillon peut donc être exprimée sous la forme de la Conductivité électrique, ou bien sous la forme de la somme des ions de son extrait aqueux.

Echelle de la salinité agronomique couvrant le domaine des sols très salés comme on en rencontre le long du littoral méditerranéen. Cette échelle est exprimée en fonction de la C.E (conductivité électrique). (Soltner.2000).

Tableau 9 : Salinité des sols en fonction de la C.E.

CE 25°C (µS/cm)	Désignation
< 250	Non salé
250 < CE 25°C < 750	Moyennement salé
750 < CE 25°C < 2250	Fortement salé
2250 < CE 25°C < 5000	Très fortement salé
5000 < CE 25°C < 20000	Excessivement salé

e. Le soufre (SO₄)

Le soufre est nécessaire à la croissance des plantes. Il est un constituant des acides aminés. Il joue un rôle essentiel dans le métabolisme des vitamines. L'alimentation des plantes en soufre s'effectue essentiellement à partir des sulfates, les racines absorbant les ions SO₄ présents dans le sol.

D'une façon générale, le soufre n'est que peu fixé dans les sols ; il peut donc y avoir risque de perte par drainage. Le soufre peut être fourni par le fumier (en moyenne 1,25 unité de SO₃ par tonne), ou des engrais minéraux, tels que le sulfate d'ammoniaque (60 % de SO₃), le superphosphate de chaux simple (plus de 27 % de SO₃) et le sulfate de potasse (45 % de SO₃). (Anonyme 18)

f. Chlore (cl)

Le chlore est considéré comme indispensable aux plantes à des degrés divers. Si pour certaines plantes, sa teneur suffisante est très basse, ce qui en fait un oligo-élément, pour d'autres il représente un élément majeur (en particulier des plantes adaptées aux zones côtières).

Le chlore n'est pas un élément fixé dans le sol, mais il arrive en permanence sur les plantes et sur le sol par les aérosols, d'autant plus que l'on est proche de la mer. Il est apporté également par des engrais tels le chlorure de potassium, voire le sel marin (chlorure de sodium) épandu dans certains cas dans les cocoteraies. **(Haffer et al ; 2013)**

Tableau 10 : tableau des diamètres des tamis utilisés pour les analyses chimiques plus les quantités de chaque essai

Essais / Diamètre	Φ 2mm	Φ 0.2mm	La quantité (g)
Mo	X		50
pH	X		20
CaCo3		x	0.5
Conductivité	X		20
Cl		x	1
So4		x	1

Matériels et méthodes



Photo14 : Tamis 2mm et 0.2mm (HADDADI ; 2021) Photo 15 : La Balance (HADDADI ; 2021)



Photo 16 : après le pesé de tous les échantillons (HADDADI ; 2021)

• **Mode opératoire :**

Les essais de tamis 0.2mm

CaCo ₃	Cl	So ₄
- on prend 0.5g du sol on ajoute 10 ml d'acide chlorhydrique - on agite le mélange, et on fait la lecture des résultats grâce à un calcimètre	- on prend 1g du sol et on ajoute 100 ml d'eau distillé et on met le mélange sur la plaque chauffante jusqu'à l'ébullition - on prend une fiole jaugée avec un entonnoir plus un filtre on récupère le filtrat après une filtration de 24h -après la filtration on ajuste avec de l'eau distillé à 100 ml - on ajoute un indicateur coloré plus Ag 0.1N (4-5 goutes) jusqu'à le changement de la couleur - on fait la lecture des résultats	- on prend 1g du sol et on ajoute 25 ml d'eau distillé plus 5 ml d'acide chlorhydrique on met le mélange sur la plaque chauffante jusqu'à l'ébullition (ou une réaction chimique) - on prend une fiole jaugée avec un entonnoir plus un filtre on récupère le filtrat après une filtration de 24h - sur la plaque chauffante dans un bécher et après l'ébullition on ajoute 25 ml de BaCl ₂ - on fait la lecture des résultats



Photo 17 : L'essai de so₄ (HADDADI ; 2021)



Photo 18 : l'essai de cl (HADDADI ; 2021)



Photo 19 : Le calcimètre (HADDADI ; 2021)

Les essais de tamis 2mm

La conductivité	pH	Mo
<ul style="list-style-type: none">-on prend 20g du sol et on ajoute 100 ml d'eau distillée- on fait une centrifugation pendant 2 min, on laisse reposer pendant 30 min- on prendre une fiole jaugé et un entonnoir plus un filtre- on récupère le filtrat après une filtration de 24h- on fait la lecture des résultats grâce à un conductimètre	<ul style="list-style-type: none">-on prend 20g du sol et on ajoute 50 ml d'eau distillée- une centrifugation pendant 2 min (dissolution des sels)- laisser calmer 30 min- on fait la lecture des résultats grâce à un pH- mètre	<ul style="list-style-type: none">- on prend 50g du sol dans un moule de pyrex et on le met dans un four à moufle à 450c° pendant 3h- on laisse refroidir une nuit on le pesé après pour avoir la quantité de la matière organique évaporé- on fait le calcul pour avoir le pourcentage de la matière organique dans le sol



Photo 20 : Le conductimètre (HADDADI ; 2021) Photo 21 : Le pH mètre (HADDADI ; 2021)



Photo 22 : Le four à moufle (HADDADI ; 2021) Photo 23 : l'échantillon dans le four à moufle (HADDADI ; 2021)

C. Analyse physico-chimique de l'huile essentielle

1. Extraction de l'huile

- La récolte

Les échantillons utilisés pour la distillation ont été collectée entre le mois d'octobre et novembre 2021, à la wilaya de Tlemcen, Saida, Alger, et Chlef.

Les touffes ont été coupées de la partie aérienne. Les tiges feuillées sont récupérées, puis séchées à l'air libre et à l'ombre jusqu'au leur séchage. Après le séchage, les échantillons sont stockés dans des grands sacs ouverts aérés et placés dans un endroit à l'abri de la lumière et de la chaleur.



Photo 24 : Stockage des échantillons après le séchage (HADDADI ; 2021)

- Méthodes de distillation

L'extraction des huiles essentielles peut être obtenue par différentes méthodes, les principales sont basées sur la volatilité, solubilité, l'expression et l'entraînement à la vapeur. Le choix de la méthode dépend du procédé d'extraction utilisé et de l'objectif souhaité. Outre, la nature de la matière végétale à traiter, des caractéristiques physico-chimiques de l'essence à extraire, de même le rendement, applications et usages de l'extrait.

De notre part, nous avons opté pour la distillation la méthode d'entraînement à vapeur d'eau.

- La technique Distillation par entraînement à vapeur d'eau

La distillation de notre échantillon a été réalisée par la méthode d'entraînement à vapeur via un distillateur inox alimentaire (photo 25) dont la capacité est 10Kg-15Kg. La matière végétale est introduite dans l'alambic, avec la quantité d'eau nécessaire à l'immerger. L'ensemble est porté à ébullition durant 4h à 7h à (100°C).

Un flux de vapeur d'eau est injecté au contact d'une substance organique. Cette dernière est chauffée par la vapeur d'eau puis distillée avec elle. Le but est d'emporter avec la vapeur d'eau les constituants volatils de la plante aromatique. La vapeur détruit la structure des cellules végétales, libère les molécules contenues et entraîne les plus volatiles en les séparant du substrat cellulosique. La vapeur, chargée de l'essence de la matière première distillée, se condense dans le serpentin de l'alambic avant d'être récupérée dans un essencier (vase de décantation). Les parties insolubles dans l'eau de condensation sont décantées pour donner l'huile essentielle. La partie contenant les composés hydrosolubles est appelée « hydrolat ». Le schéma ci-dessous (figure 25) décrit le processus :

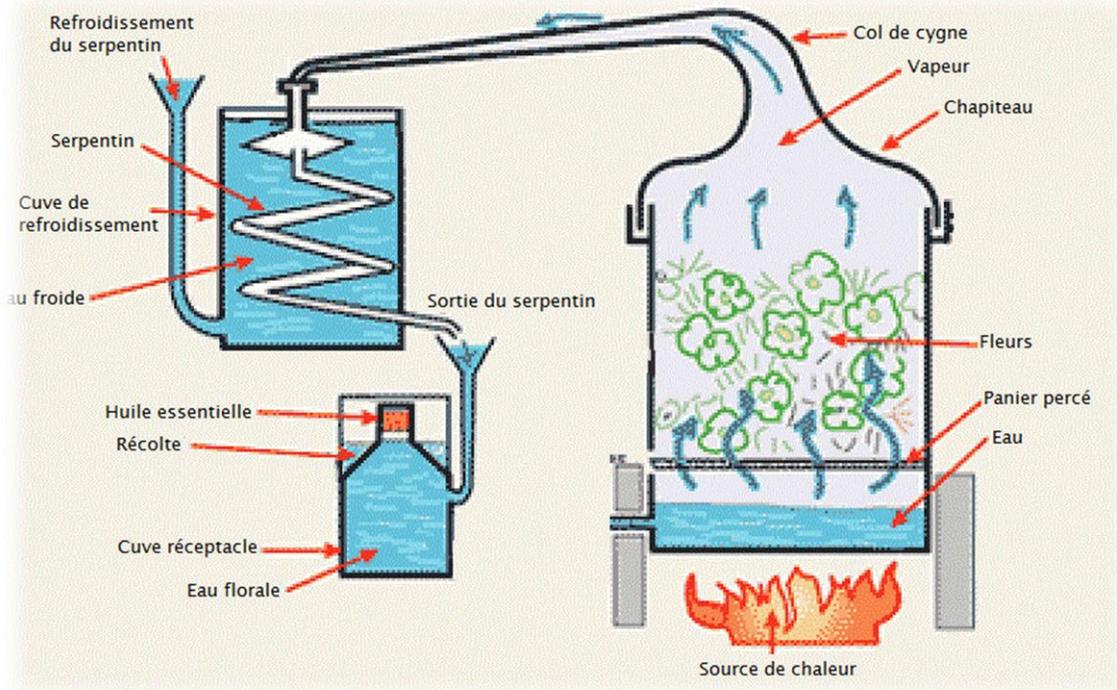


Figure 25 : principe de la méthode de distillation par entrainement à vapeur



Photo 25 : distillateur inox alimentaire (Tlemcen) (HADDADI ; 2021)

- Le rendement

Le rendement est exprimé en pourcentage et calculé par la formule suivante :

$$R = [PA/PB] * 100$$

R : rendement de l'huile en %

PA : poids de l'huile en g

PB : poids de la plante en g

2. Les analyses physico-chimiques

2.1. Analyses physiques

2.1.1. Indice de réfraction (IR) :

1. Définition

L'indice de réfraction d'une substance est le rapport de la vitesse de la lumière à une longueur d'onde définie dans le vide à sa vitesse dans la substance.

En pratique, la vitesse de la lumière dans l'air est utilisée à la place de celle dans le vide et la longueur d'onde choisie est, sauf indication contraire, celle de la moyenne des raies D du sodium (589.6nm).

L'indice de réfraction d'une substance donnée varie avec la longueur d'onde de la lumière incidente et avec la température.

La notation est n_D^t où t est la température en degrés celsius. (**JODLRA 65**).

2. Principe

Mesurage à l'aide d'un réfractomètre convenable de l'indice de réfraction de l'échantillon liquide à une température constante. (**JODLRA 65**).

3. Réactifs

3.1 α -Bromonaphtalène, ou laurate d'éthyle, de qualité pour réfractomètre et d'indice de réfraction connu. CH₃(CH₂)₄ à 20°C (ND 1.4119)

3.2 trichloréthylène, ou autres solvants tels que hexane, éther de pétrole ac étone, toluène, pour le nettoyage du prisme du réfractomètre. (**JODLRA 65**).

4. Appareillage

Matériel courant de laboratoire, et notamment :

4.1 Réfractomètre, par exemple type ABBE, susceptible de déterminer l'indice de réfraction à ± 0.0001 près entre $n_D=1.3000$ et $n_D=1.7000$.

Ce réfractomètre doit être ajusté de façon à donner, à la température de 20c° pour l'eau distillé, un indice de 1.3330.

4.2 source de lumière : lampe à vapeur de sodium.

La lumière blanche peut être utilisée si le réfractomètre est équipé d'un système de compensation achromatique.

La lame de verre, l'indice de réfraction connu.

4.3 bain d'eau, réglable à la température à laquelle les mesures sont à effectuer (cas des échantillons solides). (**JODLRA 65**).

5. Echantillonnage

L'échantillonnage se fait dans des conditions appropriées. (**JODLRA 65**).

6. Mode Opérateur

6.1 Préparation de l'échantillon pour essai :

Préparer l'échantillon pour essai conformément à la méthode officielle.

L'indice de réfraction doit être déterminé sur le corps gras parfaitement anhydre et filtré.

Dans le cas d'un échantillon solide, transférer l'échantillon préparé dans un récipient convenable et le placer dans le bain d'eau (4.5), réglé à la température à laquelle les mesurages sont à effectuer. Laisser un temps suffisant pour que la température de l'échantillon se stabilise.

6.2 Réglage de l'appareil :

Vérifier le réglage du réfractomètre (4.1) en mesurant l'indice de réfraction de la lame de verre (4.3) selon les instructions du fabricant ou en mesurant l'indice de réfraction de l' α -bromonaphtalène ou du laurate d'éthyle (3.1).

6.3 Détermination

Mesurer l'indice de réfraction de l'échantillon aux températures suivantes :

a) 20c° pour les corps gras complètement liquides à cette température

Maintenir la température du prisme du réfractomètre à la valeur constante nécessaire au moyen d'une circulation d'eau assurée par le bain d'eau (4.4) réglé à 0.1c° près.

Matériels et méthodes

Contrôler la température de l'eau sortant du réfractomètre de précision convenable. Immédiatement avant le mesurage, abaisser la partie mobile du prisme en position horizontale. Essuyer la surface de prisme d'abord avec un chiffon doux, ensuite avec un tampon d'ouate mouillé par quelques gouttes de solvant (3.2)

Effectuer les mesurages conformément aux instructions opératoires de l'appareil utilisé.

Lire l'indice de réfraction à 0.0001 près en valeur absolue et noter la température du prisme de l'appareil.

Immédiatement après le mesurage, essuyer la surface du prisme avec un chiffon doux, puis avec un tampon d'ouate mouillé après quelques gouttes de solvant (3.2).

Mesurer deux autres fois l'indice de réfraction et calculer la moyenne arithmétique des trois mesurages. (**JODLRA 65**).

6.4 Nombre de déterminations :

Effectuer deux déterminations sur des prises d'essai provenant du même échantillon pour essai.

7. Expression Des Résultats

7.1 Mode de calcul et formules :

Si la différence entre la température de mesurage t_1 et la température de référence t est inférieure à $3c^\circ$, l'indice de réfraction n_{Dt} à la température de référence t est donné par la formule :

a) Si $t_1 > t$

$$n_{Dt} = n_{Dt_1} + (t_1 - t) F$$

b) Si $t_1 < t$

$$n_{Dt} = n_{Dt_1} + (t - t_1) F$$

Où :

T_1 : est la température de mesurage

T : est la température de référence

F : est le facteur de correction, fonction de la température, égale à :

0.00037 Pour $t = 20c^\circ$, pour les huiles

Prendre comme résultats la moyenne arithmétique des valeurs obtenues pour les deux déterminations (5.4) si la condition de répétabilité (6.2) est remplie.

Noter le résultat arrondi à la quatrième décimale. (JODLRA 65).

Note :

Dans l'expression des résultats, il faut tenir compte du fait que la présence d'acides gras libres abaisse fortement l'indice de réfraction.

Si l'indice est 2, ajouter 0.000045 par unité d'indice d'acide. (JODLRA 65).

7.2 Répétabilité

La différence entre les valeurs obtenues pour les deux déterminations (5.4) effectuées rapidement l'une après l'autre par le même analyste, ne doit pas dépasser 0.0002 unité d'indice de réfraction. Sinon, répéter les déterminations. (JODLRA 65).



Photo 26 : Le réfractomètre (HADDADI ; 2021)

2.1.2. La densité

- On pèse 1 ml d'eau et 1 ml d'huile essentiel et on calcule leur densité par la loi suivante :
 $D = \frac{\delta \text{ ech}}{\delta \text{ eau}}$ (δ : la masse)

2.2. Analyses chimiques

2.2.1. Potentiel hydrogène pH

- On trempe le pH mètre dans une quantité d'huile



Photo 27 : Le pH mètre (HADDADI ; 2021)

2.2.2. Indice d'acidité (IA)

C'est le nombre de milligramme d'hydroxyde de potassium (KOH) nécessaire pour neutraliser les acides libres contenus dans un gramme de corps gras

- On pèse 1g de corps gras, et on l'introduit dans un erlen meyer en verre
- On ajoute 5 ml d'éthanol à 95% et 5 gouttes de phénolphaléine (PP) à 0.2%
- On neutralise en ajoutant grâce à une burette la solution éthanolique de KOH (0.1 mole/l) jusqu'à l'obtention d'une couleur rose



Photo 28 : résultat de la neutralisation (HADDADI ; 2021)

- Le calcul de l'IA est donné par la formule : $IA \text{ (mg KOH/g)} = 5.61 \cdot v/m$

V : volume en ml de la solution éthanolique de KOH (0.1 mole/l) utilisée pour le titrage

M : masse en g de corps gras

2.2.3. Indice de saponification (IS)

C'est le nombre de milligrammes d'hydroxyde de potassium (KOH) nécessaire pour neutraliser les acides libres et pour saponifier les acides gras combinés (les esters) présents de corps gras

- Peser 1g de corps gras dans un ballon, ajouter 25 ml de potasse alcoolique de concentration 0.5 mol/l
- Mettre au bain marie bouillant pendant 45 à 60 min.



Photo 29 : Les Bains Marie (HADDADI ; 2021)

- Ajouter 2 à 3 gouttes de phénolphtaléine à 0.2%
- Doser l'excès de potasse par l'acide chlorhydrique de concentration 0.5 mol/l en agitant constamment jusqu'au virage à l'incolore de la phénolphtaléine
- Effectuer dans les mêmes conditions un essai à blanc
- Le calcul de l'IS est donné par la formule : $IS \text{ (mg KOH/g)} = \frac{(V_0 - V_1) \cdot C_{HCL} \cdot M_{KOH}}{m}$

V0 : volume versé au témoin en ml

V1 : volume de l'essai en ml

M : masse d'huile exactement pesée en g

C HCL : concentration de la solution d'acide chlorhydrique en mol/l

M KOH : masse molaire du KOH en g/mol

2.2.4. Indice d'ester (IE)

C'est le nombre de milligramme de KOH nécessaire pour neutraliser les acides combinés par l'hydrolyse des esters contenus dans un gramme de corps gras

$$IE = IS - IA$$

2.2.5. Indice de peroxyde des corps gras (IP)

1. Terme Et Définition :

Pour les besoins de la présente méthode, le terme et la définition suivants s'appliquent.

Indice de peroxyde (IP) :

Quantité de substances de l'échantillon, exprimée en termes d'oxygène actif, qui oxydent l'iodure de potassium dans les conditions spécifiées dans la présente méthode.

Note : L'indice de peroxyde est généralement exprimé en miliéquivalents (még) d'oxygène actif par kilogramme d'huile, mais il peut également être exprimé (en unités SI) en millimoles (mmol) d'oxygène actif par kilogramme d'huile. La valeur en mmol d'oxygène actif par kilogramme représente la moitié de la valeur exprimée en még d'oxygène actif par kilogramme. L'indice de peroxyde (még d'oxygène actif par kilogramme) multiplié par la masse équivalente d'oxygène actif (égale à 8) est égal à la quantité d'oxygène en milligrammes par kilogramme d'huile. **(JODLRA 64)**

2. Principe

Découper l'échantillon d'essai dans de l'iso-octane et de l'acide acétique glacial, puis ajouter l'iodure de potassium. Déterminer visuellement l'iode libéré par les peroxydes, à l'aide d'un indicateur à l'amidon et d'une solution étalon de thiosulfate de sodium. Déterminer visuellement la fin du titrage. **(JODLRA 64)**

3. Réactifs

Sauf indication contraire, utiliser uniquement des réactifs de qualité analytique reconnue. Tous les réactifs doivent être exempts d'oxygène dissous.

3.1 Eau, déminéralisée, bouillie et refroidie à 20°C.

3.2 Acide acétique glacial, fraction massique de 100%, dégazé dans une cuve à ultrasons sous vide ou purgé sous courant de gaz inerte pur et sec (dioxyde de carbone ou azote).

3.3 Iso - octane, dégazé dans une cuve à ultrasons sous vide ou purgé sous courant de gaz inerte pur et sec (dioxyde de carbone ou azote).

3.4 Mélange d'acide acétique glacial/iso-octane, préparé en mélangeant 60 ml d'acide acétique glacial et 40 ml d'iso-octane (fraction volumique d'acide acétique glacial : densité, p =

60ml/100ml, fraction volumique d'iso-octane: densité, $p = 40\text{ml}/100\text{ml}$). Le mélange est dégazé dans une cuve à ultrasons sous vide ou purgé sous courant de gaz inerte pur et sec (dioxyde de carbone ou azote).

3.5 Iodure de potassium, exempt d'iode et d'iodates.

3.6 Solution d'iodure de potassium saturée, concentration massique = $175\text{g}/100\text{ml}$, dissoudre environ 14g d'iodure de potassium dans environ 8g d'eau récemment portée à ébullition et revenue à température ambiante. Veiller à maintenir la solution à l'état saturé (cristaux non dissous). La conserver à l'abri de la lumière et en préparer une nouvelle chaque jour. Contrôler la solution par l'essai suivant : ajouter deux gouttes de solution d'amidon à 0,5 ml d'iodure de potassium dans 30 ml de solution d'acide acétique glacial/iso-octane. Si la formation d'une couleur bleue nécessite plus d'une goutte de solution étalon de thiosulfate de sodium 0,1 mol/l, éliminer la solution d'iodure de potassium.

3.7 Solution étalon de thiosulfate de sodium 0,1 N, C ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) = 0,1 mol/l.

Pour la préparation de cette solution, utiliser uniquement de l'eau récemment portée à ébullition, si possible purgée avec de l'azote. Cette solution peut être utilisée pendant un mois et conservée dans un flacon en verre ambré.

3.8 Solution étalon de thiosulfate de sodium 0,01 N, C ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) = 0,01 mol/l (7.2).

Il est nécessaire de préparer fraîchement cette solution à partir de la solution étalon à 0,1 mol/l de thiosulfate de sodium préparé précédemment, ou bien d'en déterminer le titre tous les jours. L'expérience montre que la stabilité est limitée et dépend de la valeur du pH et de la teneur en dioxyde de carbone libre. Utiliser uniquement de l'eau récemment portée à ébullition, si possible purgée avec de l'azote.

3.9 Solution d'amidon, concentration massique = $1\text{g}/100\text{ml}$. Mélanger 0,5 g d'amidon dans une petite quantité d'eau froide. Ajouter ensuite ce mélange à 50 ml d'eau bouillante tout en remuant, laisser bouillir quelques secondes, puis laisser immédiatement refroidir.

Une nouvelle solution doit être préparée chaque jour. Il est recommandé d'utiliser de l'amidon de pomme de terre pour l'iodométrie, étant donné que cet amidon permet d'obtenir un bleu plus foncé. Des réactifs équivalents peuvent être utilisés.

3.10 Etalon d'iodure de potassium (KIO_3), matériel de référence.

3.11 Acide chlorhydrique, $c(\text{HCL}) = 4\text{ mol/l}$. (**JODLRA 64**)

4. Appareillage

4. Appareillage courant de laboratoire et, en particulier, ce qui suit :

4.1 Erlenmeyer, de 250 ml, à col rodé et muni d'un bouchon en verre rodé.

Matériels et méthodes

4.2 Burette, d'une capacité de 10 ml ou 25 ml, graduée au moins tous les 0,05 ml, dotée de préférence d'un système de mise à zéro automatique.

4.3 Unité de dosage manuel ou automatique, de 20 ml de capacité, avec une résolution d'au moins 10 μ l et une précision de $\pm 0,15$ % (par exemple une burette à piston).

4.4 Pipettes, de 0,5 ml, 1ml, 10ml, (ou pipettes automatiques).

4.5 Eprouvettes graduées, de 50 ml et 100 ml.

4.6 Balance analytique ; lecture à 0,001 g près.

4.7 Agitateur magnétique, doté d'un barreau aimanté (de 2,5 cm) et d'une plaque chauffante.

4.8 Fiole jaugée, de 1000 ml.

4.9 Fiole jaugée, de 250 ml.

4.10 Fiole jaugée, de 500 ml.

4.11 Four à micro-ondes.

Il est possible d'utiliser un four à micro-ondes pour fondre rapidement et facilement les échantillons solides. L'utilisation d'un four à micro-ondes n'entraînera pas d'augmentation de l'indice de peroxyde, s'il est utilisé avec précaution et de manière appropriée. Les conditions adaptées doivent être vérifiées par des essais préalables. **(JODLRA 64)**

5 - Echantillonnage

Il convient qu'un échantillon représentatif ait été envoyé au laboratoire. Il convient qu'il n'ait été ni endommagé ni modifié lors du transport ou de l'entreposage. **(JODLRA 64)**

6 - Préparation De L'échantillon Pour Essai

La prise d'essai destinée à la détermination de l'indice de peroxyde doit être prélevée en priorité et l'indice de peroxyde doit être déterminé immédiatement. Homogénéiser l'échantillon, de préférence sans chauffage et à l'abri de l'air. Eviter tout rayonnement solaire direct. Chauffer avec précaution les échantillons solides à 10° C au-dessus de leur point de fusion. Les échantillons ayant des impuretés visibles doivent être filtrés. Pour certains produits, la quantité extraite de corps gras ou d'huile peut être inférieure à 5 g ou l'indice de peroxyde du corps gras supérieur à 30 méq d'oxygène actif par kilogramme. Dans ces cas- là, il convient que l'utilisateur choisisse une prise d'essai plus faible. **(JODLRA 64)**

7 - Mode Opérateur

7.1 Généralités

Suivre toutes les étapes à la lumière du jour diffuse ou à la lumière artificielle. Eviter toute exposition directe aux rayons du soleil. Veiller à ce que tous les récipients soient exempts de composés oxydants ou réducteurs. Conserver les solutions étalons de thiosulfate de sodium dans des flacons en verre ambré.

Matériels et méthodes

7.2 Préparation et détermination du titre de la solution étalon de thiosulfate de sodium 0,01N

7.2.1 Préparation de la solution étalon de thiosulfate de sodium 0,01 N

A l'aide d'une pipette (4.4) transvaser 100 ml de la solution étalon de thiosulfate de sodium 0,1 N (3.7) dans une fiole jaugée de 1000 ml (4.8). Compléter au trait de jauge avec de l'eau récemment portée à ébullition (3.1). Après homogénéisation, transvaser la solution étalon de thiosulfate de sodium 0,01N obtenue dans un flacon en verre ambré. Chaque jour, préparer fraîchement la solution étalon de thiosulfate de sodium 0,01 N à partir de la solution de l'étalon de thiosulfate de sodium 0,1 N préparée précédemment, ou bien déterminer le titre. L'expérience montre que la stabilité est limitée et dépend de la valeur du PH et de la teneur en dioxyde de carbone libre. Utiliser uniquement de l'eau récemment portée à ébullition, si possible purgée avec de l'azote.

7.2.2 Détermination du titre de la solution étalon de thiosulfate de sodium 0,01 N (détermination du facteur)

Peser, à 0,001 mg près, 0,27 g à 0,33 g d'iodate de potassium (KIO₃) dans une fiole jaugée (250 ml ou 500 ml) (4.9 ou 4.10), puis remplir au trait de jauge de l'eau (3.1) récemment portée à ébullition, puis refroidie à température ambiante. A l'aide d'une pipette (4.4) transférer 5 ml ou 10 ml de cette solution d'iodate de potassium dans un erlenmeyer de 250 ml (4.1). Ajouter 60 ml d'eau récemment portée à ébullition, 5ml d'HCL 4mol/l (3.11) et 25 mg à 50 mg d'iode de potassium (3.5) ou 0,5 ml de la solution saturée de potassium (3.6). Titrer cette solution en utilisant la méthode iodométrique (visuelle) afin de déterminer le facteur de la solution étalon de thiosulfate de sodium 0,01 N (7.2.1). Calculer la concentration exacte, C stand, de la solution étalon de thiosulfate de sodium 0,01 N à l'aide de l'équation suivante :

$$C \text{ stand} = \frac{m\text{KIO}_3 \times V_1 \times 6 \times 1000 \times P_{\text{KIO}_3}}{m\text{KIO}_3 \times V_2 \times V_3 \times C_{\text{thio}} \times 100}$$

Où :

mKIO₃ : est la masse d'iodate de potassium, en grammes ; 6 : est la masse équivalente du titre (1 mol KIO₃ = 3 mol₂,) ;

V₁ : est le volume de la solution d'iodate de potassium utilisé pour la détermination du titre (5 ml ou 10 ml)

V₂ : est le volume total de la solution d'iodate de potassium, en millilitres (250 ml ou 500 ml)

V₃ : est le volume de la solution étalon de thiosulfate de sodium 0,01 N utilisé pour la détermination en millilitres ;

P K03 : est la concentration massique de l'iodate de potassium, en grammes pour 100 g ;

MK103 est la masse moléculaire de l'iodate de potassium (214 g/mol) ;

Cthio : Est la concentration de la solution étalon de thiosulfate de sodium 0,01N, en moles par litre (= 0,01).

7.3 Détermination de l'indice de peroxyde

7.3.1 Purger l'erlenmeyer (4.1) préalablement nettoyée avec soin sous courant d'azote ou de dioxyde de carbone.

y Peser à 1 mg près :

a) Une prise d'essai de $5,0 \pm 0,1$ g pour des indices de peroxyde attendus entre 1 et 30 ; ou

b) Une prise d'essai de $10,0 \pm 0,1$ g pour des indices de peroxyde attendus entre 0 et 1.

Avant utilisation, rincer l'erlenmeyer avec la solution d'acide acétique glacial/iso- octane (3.4) pour qu'il ne contienne plus aucune substance oxydante ou réductrice.

7.3.2 Dissoudre la prise d'essai dans 50 ml de la solution d'acide acétique glacial iso - octane en remuant doucement.

Pour les matières grasses de points de fusion élevés (graisses solides et animales), ajouter avec soin 20 ml d'iso - octane (3.3) à la graisse fondue en remuant doucement, puis ajouter immédiatement 30 ml d'acide acétique glacial (3.2).Chauffer également l'échantillon après dilution si nécessaire.

7.3.3 Ajouter 0,5 ml de la solution saturée d'iodure de potassium (3.6), boucher l'erlenmeyer puis mélanger à l'aide d'un agitateur magnétique (4.7) en évitant qu'un tourbillon trop important ne se forme, ou bien manuellement sans entrée d'air, pendant exactement 60 s (utiliser un chronomètre précis à ± 1 s).

7.3.4 Ouvrir la fiole conique, ajouter immédiatement 100 ml d'eau déminéralisée, rincer le bouchon en verre rodé et agiter.

7.3.5 Titrer immédiatement l'iode libéré avec la solution étalon de thiosulfate de sodium 0,01 N (3.8) pour passer de couleur jaune orangée à jaune pâle, ajouter alors 0,5 ml de la solution d'amidon (3.9) ; poursuivre le titrage pour passer du violet à l'incolore. Arrêter le titrage dès que la solution est incolore pendant 30 s.

Note 1 : La phase titrée est la phase inférieure. Avec la solution étalon de thiosulfate de sodium 0,01 N (3.8), il est nécessaire d'attendre 15 s à 30 s de voir la couleur changer.

Note 2 : Pour les indices de peroxyde inférieurs à 1, la solution d'amidon peut être ajoutée au début du titrage.

7.3.6 Dans un essai à blanc parallèle, un volume de solution de thiosulfate 0,01 N inférieur ou égal à 0,1 ml doit être utilisé. Si l'essai à blanc nécessite un volume supérieur, remplacer la solution saturée d'iodure de potassium car elle pourrait ne pas convenir.

8. CALCUL ET EXPRESSION DES RESULTATS

L'indice de peroxyde (IP) en méq d'oxygène actif par kilogramme est calculé à l'aide de l'équation suivante : $(V - V_0) \times C_{thio} \times C_{stand} \times 1000$

IP = m

Où :

V : est le volume de la solution étalon de thiosulfate de sodium 0,01N utilisé pour la détermination, en millilitres ;

V₀ : est le volume de la solution étalon de thiosulfate de sodium 0,01N utilisé pour l'essai à blanc, en millilitres ;

C stand : est la concentration exacte de la solution étalon de thiosulfate de sodium 0,01 N, déterminée selon 7.2, en moles par litre.

C_{thio} : est la concentration approximative de la solution étalon de thiosulfate de sodium 0,01 N, en moles par litre (= 0,01) ;

m : est la masse de la prise d'essai, en grammes.

Le résultat de la détermination doit être indiqué à une décimale près. **(JODLRA 64)**



Photo 30 : résultats des quatre échantillons
(HADDADI ; 2021)



Photo 31 : le blanc (HADDADI ; 2021)

3. la fabrication du savon

La fabrication du savon :

Il y' à plusieurs méthodes pour fabriquer un savon naturel, la méthode la plus utilisé est la saponification à froid. Elle s'effectue à basse température, au tour de 30°C permettant ainsi de garder les propriétés de les huiles essentielles utilisée. Elle nécessite les composants suivants : l'huile d'olive, l'huile laurier noble extrait, la soude (NAOH), la poudre, hydrolat.

Comment fabriquer du savon ?

- On pèse 61.9g de NaOH et on le met dans un bole



Photo 32 : le pesé du NaOH (HADDADI ; 2021)

- On ajoute 147 ml d'hydrolat et on les mélange avec un fouie



Matériels et méthodes

Photo 33 : mesure d'hydrolat
(HADDADI ; 2021)

Photo 34 : mélange avec fouet (HADDADI ; 2021)

- On mesure la température avec un thermomètre (40c°)



Photo 35 : mesure de température (HADDADI ; 2021)

- On chauffe 420g d'huile d'olive jusqu'au 40c°



Photo 36 : mesure d'huile d'olive et le chauffer (HADDADI ; 2021)

- On ajoute le mélange du NaOH plus l'hydrolat sur l'huile chauffé et on le mélange avec un fouie après avec un mixeur jusqu'à prendre une texture plus solide (purée)



Photo 37 : mélange les ingrédients avec un fouet après un mixeur (HADDADI ; 2021)

- On met le mélange dans des moules de silicones



Photo 38 : le savon dans les moules de silicones (HADDADI ; 2021)

- Après 24h on peut les démoulé et le savon est prés



Photo 39 : le savon de laurier noble (HADDADI ; 2021)

Résultats et discussion

A. Etude morpho-métrique

1. Les arbres

Le tableau 11 représente la liste des abréviations des caractères quantitatifs.

Tableau 11 : les paramètres et leurs abréviations

Paramètre	Abréviation
Hauteur (m)	HT (m)
Houppier (m)	HP (m)
La longueur de branche 1 (m)	LB1 (m)
La longueur de branche 2 (m)	LB2 (m)
La circonférence du tronc (cm)	CT (cm)
La longueur de la tige (cm)	LT (cm)
Nombre de rameau par branche	NRB
Nombre de feuille par rameau	NFR

1.1. Analyse descriptive

Le tableau suivant représente l'analyse descriptive des mesures morpho métriques désigné aux arbres de laurier noble dans les quatre départements tel que les moyennes, les écart-types, les erreurs standard, les variances, les minimas, et les maximas.

Tableau 12 : l'analyse descriptive des mesures morpho-métriques des arbres

Paramètres	Moyenne	Ecart type	Erreur Std	Variance	Min	Max
HT (m)	6.01	3.70	0.36	13.73	1.4	20
HP (m)	3.72	9.12	0.88	83.31	0.5	9.5
LB1 (m)	1.76	1.37	0.13	1.88	0.4	9
LB2 (m)	1.92	5.82	0.56	33.89	0.2	5.4
CT (cm)	35.99	29.96	2.91	897.83	1.2	135
LT (cm)	61.71	41.79	4.05	1746.53	15	220
NRB	17.84	9.03	0.87	81.64	4	55
NFR	28.82	13.30	1.29	176.98	10	70

(HT) la hauteur, (HP) le houppier, (LB1) la longueur de branche 1, (LB2) la longueur de branche 2, (CT) la circonférence du tronc, (LT) la longueur de la tige, (NRB) le nombre des rameaux par branche, (NFR) le nombre des feuilles par rameau.

Il est remarquable que la moyenne de :

(HT) hauteur est de 6.01

(HP) houppier est de 3.72

(LB1) la longueur de branche 1 est de 1.76

(LB2) la longueur de branche 2 est de 1.92

(CT) la circonférence du tronc est de 35.99

(LT) la longueur de la tige est de 61.71

(NRB) le nombre des rameaux par branche est de 17.84

(NFR) le nombre des feuilles par Rameau est de 28.82

1.2.Analyse de Variance (ANOVA 1)

Dans cette analyse on a étudié l'effet des différentes régions sur les paramètres (quantitatifs) par un test d'ANOVA 1, les résultats sont représentés par le tableau 13.

Tableau 13 : Représentation de coefficient de variation par ANOVA 1

Paramètres	F value	P value	Décision
HT (m)	2.68	0.051	NS
HP (m)	0.039	0.99	NS
LB1 (m)	1.7	0.175	NS
LB2 (m)	0.16	0.923	NS
CT (cm)	1.08	0.358	NS
LT (cm)	1.41	0.242	NS
NRB	1.11	0.348	NS
NFR	2.45	0.067	NS

(HT) la hauteur, (HP) le houppier, (LB1) la longueur de branche 1, (LB2) la longueur de branche 2, (CT) la circonférence du tronc, (LT) la longueur de la tige, (NRB) le nombre des rameaux par branche, (NFR) le nombre des feuilles par rameau, (NS) non significatif.

- ✓ Après le traitement des données statistiques par ANOVA 1, on a obtenu P value > α ($\alpha=0.05$) pour tous les paramètres morpho-métriques, donc on a conclu qu'il n'y a pas une différence significative entre les échantillons dans les quatre wilayas.

1.3.Corrélation de PEARSON

Cette corrélation nous permet d'étudier les liens entre les différents paramètres quantitatifs représentés par le tableau 14.

Tableau 14 : corrélation de PEARSON

Paramètres	HT	HP	LB1	LB2	CT	LT	NRB
HP	NS						
LB1	+ S*** 0.69	NS					
LB2	NS	NS	NS				
CT	+ S*** 0.84	NS	+ S*** 0.73	NS			
LT	+ S*** 0.8	NS	+ S*** 0.81	NS	+ S*** 0.77		
NRB	+ S*** 0.59	NS	+ S*** 0.67	NS	+ S*** 0.60	+ S*** 0.64	
NFR	+ S*** 0.68	NS	+ S*** 0.59	NS	+ S*** 0.59	+ S*** 0.70	+ S*** 0.73

(HT) la hauteur, (HP) le houppier, (LB1) la longueur de branche 1, (LB2) la longueur de branche 2, (CT) la circonférence du tronc, (LT) la longueur de la tige, (NRB) le nombre des rameaux par branche, (NFR) le nombre des feuilles par rameau, (S***) très hautement significatif.

 Significatif

- ✓ Après le traitement des données statistiques par un test de corrélation de Pearson on a remarqué qu'il existe principalement des liens forts entre les paramètres, HT, LB1, CT, LT, NRB, NFR. Ces résultats ont été confirmés par l'analyse multi variée figure 34 dite ACP (Analyse en composante principale) :

Entre :

- (LB1) la longueur de branche 1, (CT) la circonférence du tronc, (LT) la longueur de la tige, (NRB) le nombre des rameaux par branche, (NFR) le nombre des feuilles par rameau et (HT) la hauteur.

P value < α (0.000 < 0.05) donc il existe une forte corrélation entre les paramètres mentionnés par un taux de corrélation égale à :

69% entre (LB1) et (HT)

84% entre (CT) et (HT)

80% entre (LT) et (HT)

59% entre (NRB) et (HT)

68% entre (NFR) et (HT)

- (CT) la circonférence du tronc, (LT) la longueur de la tige, (NRB) le nombre des rameaux par branche, (NFR) le nombre des feuilles par rameau et (LB1) la longueur de branche1.

P value $< \alpha$ ($0.000 < 0.05$) donc il existe une forte corrélation entre les paramètres mentionnés par un taux de corrélation égale a :

73% entre (CT) et (LB1)

81% entre (LT) et (LB1)

67% entre (NRB) et (LB1)

59% entre (NFR) et (LB1)

- (LT) la longueur de la tige, (NRB) le nombre des rameaux par branche, (NFR) le nombre des feuilles par rameau et (CT) la circonférence du tronc

P value $< \alpha$ ($0.000 < 0.05$) donc il existe une forte corrélation entre les paramètres mentionnés par un taux de corrélation égale a :

77% entre (LT) et (CT)

60% entre (NRB) et (CT)

59% entre (NFR) et (CT)

- (NRB) le nombre des rameaux par branche, (NFR) le nombre des feuilles par rameau et (LT) la longueur de la tige.

P value $< \alpha$ ($0.000 < 0.05$) donc il existe une forte corrélation entre les paramètres mentionnés par un taux de corrélation égale a :

64% entre (NRB) et (LT)

70% entre (NFR) et (LT)

- (NRB) le nombre des rameaux par branche et (NFR) le nombre des feuilles par rameau.

P value < α (0.000<0.05) donc il existe une forte corrélation entre les deux paramètres mentionnés par un taux de corrélation égale à 73%.

1.4.ACP

L'analyse en composante principale (ACP) a été réalisée, sur les variables étudiées. Le résultat de cette analyse a montré que ces variables ont présentées 69.27% de l'inertie totale sur les deux axes, ce qui est relativement moyen (tableau 15)

Tableau 15 : Des valeurs propres de l'ACP

Composante	Valeurs propres initiales		
	Total	% de la variance	% cumulés
1	4.507	56.334	56.334
2	1.035	12.937	69.270

L'analyse des paramètres étudiés montre que les deux axes présentent respectivement 56.33% pour PC1 et 12.93% pour PC2 dont l'inertie totale est de 69.27%

L'axe 1 (56.33%) est représenté par les variables quantitatives suivantes : la hauteur, la longueur de branche 1, la circonférence du tronc, la longueur de la tige, le nombre de rameau par branche et le nombre de feuille par rameau et le nombre de rameau.

L'axe 2 (12.93%) : est représenté par les variables suivantes : le houppier et la longueur de branche 2.

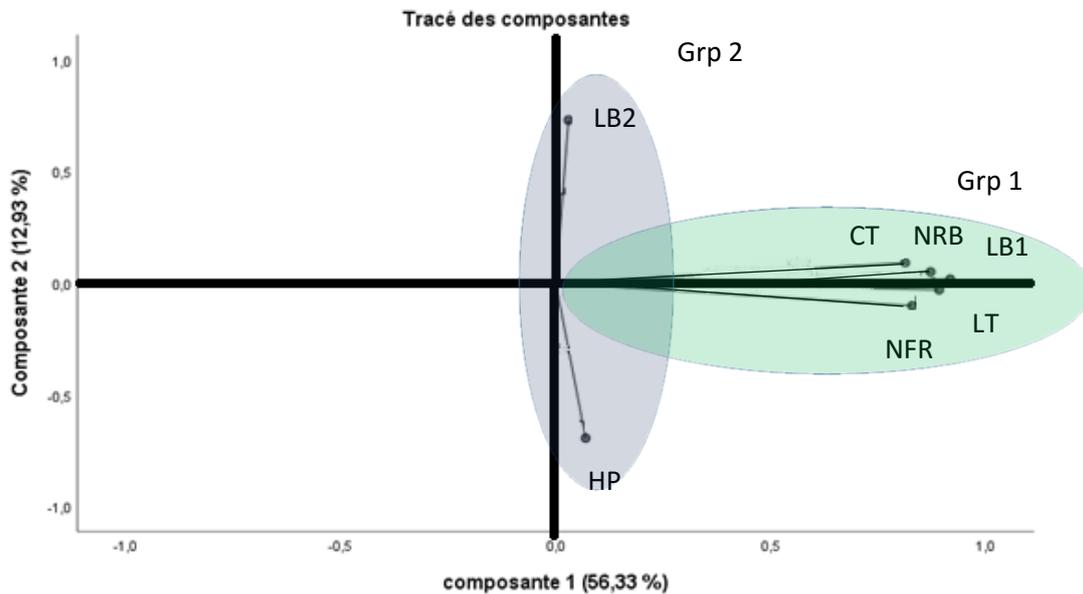


Figure 26 : la présentation des mesures dendrométriques des arbres de laurier par l'ACP
L'analyse en composante principale : ACP (Figure 26) et la classification ascendante hiérarchique (Figure 35) ont permis de déterminer deux classes

- Un groupe (Grp1) : contenant des variables corrélées positivement ; il s'agit du : CT, NRB, LB1, LT, et NFR, On peut dire alors qu'ils sont influencés par l'environnement d'une façon identique, aussi ils sont contrôlés par la majorité des mêmes gènes.
- Un groupe de deux variables (Grp 2) comprenant des variables corrélées négativement ; il s'agit du HP et LB2. on peut dire que l'expression des gènes d'un caractère bloque l'expression des gènes de l'autre caractère.
- Deux groupes de variables indépendants en terme de corrélations (Grp 1 – Grp 2), c'est-à-dire il y a une corrélation neutre (indépendance), on peut dire que les gènes qui contrôlent les caractères du Grp1 et Grp 2 sont totalement différents.

1.5.CAH

La figure 27 Représente la classification ascendante hiérarchique de laurier noble dans les quatre wilayas.

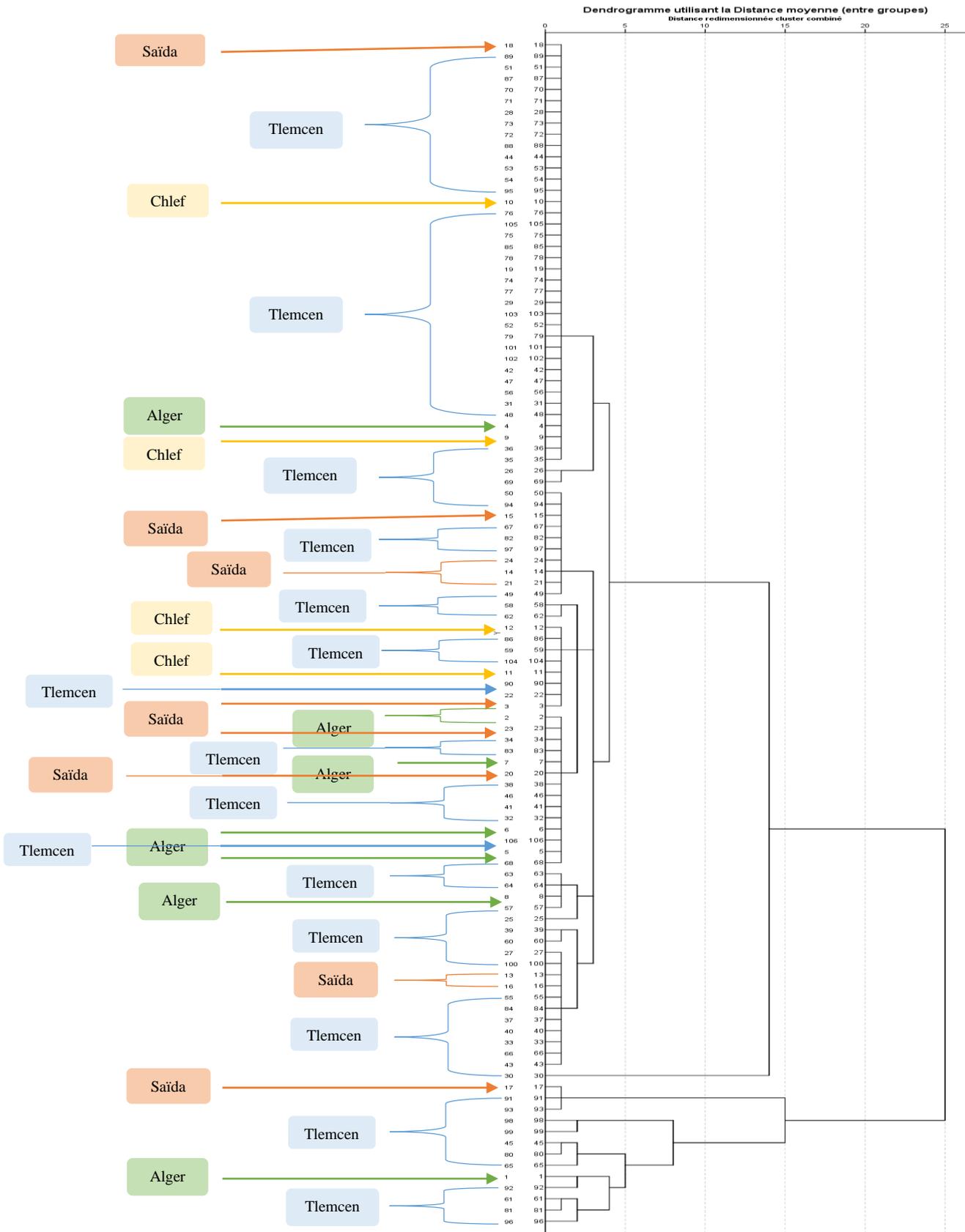


Figure 27 : Arbre Dendrométrique De Laurier Noble

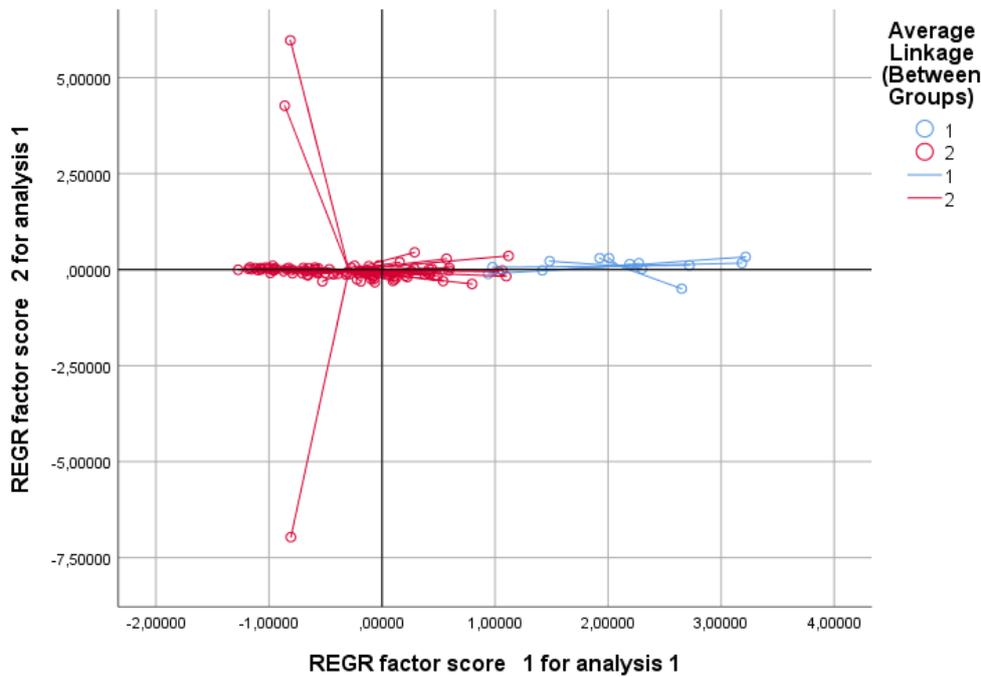


Figure 28 : Présentation des tailles des arbres de laurier par l'ACP

Classe 1 : les arbres de cette classe (13 arbres) sont les plus grands que les arbres de la classe 2 tel que la hauteur (13.3 ± 3.4 m), ils ont une longueur de branche 1 (4.1 ± 1.9) m, une longueur de branche 2 (3 ± 1.1) m, une grande circonférence du tronc (95.4 ± 28.3) cm, des longues tiges (148 ± 47) cm, un nombre important des rameaux par branches (32 ± 9), et un nombre des feuilles par rameaux (9 ± 32).

Classe 2 : les 93 arbres de cette classe constituent la majorité de la population étudiée, ils ont une taille moins importante que les arbres de la première classe (Tableau 16).

Tableau 16 : la classification des arbres de laurier par ACP

	Classe 01	Classe 02
Effectif	13	93
HT (m)	13.3±3.4	5±2.4
HP (m)	4.9±1.9	6.3±9.7
LB1 (m)	4.1±1.9	1.4±0.9
LB2 (m)	3±1.1	1.8±6.2
CT (cm)	95.4±28.3	27.7±18.8
LT (cm)	148±47	50±23
NRB (cm)	32±9	16±7
NFR (cm)	9±32	7±16

(HT) la hauteur, (HP) le houppier, (LB1) la longueur de branche 1, (LB2) la longueur de branche 2, (CT) la circonférence du tronc, (LT) la longueur de la tige, (NRB) le nombre des rameaux par branche, (NFR) le nombre des feuilles par rameau.

2. Les feuilles

Tout d'abord, avant d'analyser des données la figure 29 représente l'effectif total des feuilles des quatre wilayas selon leurs formes.

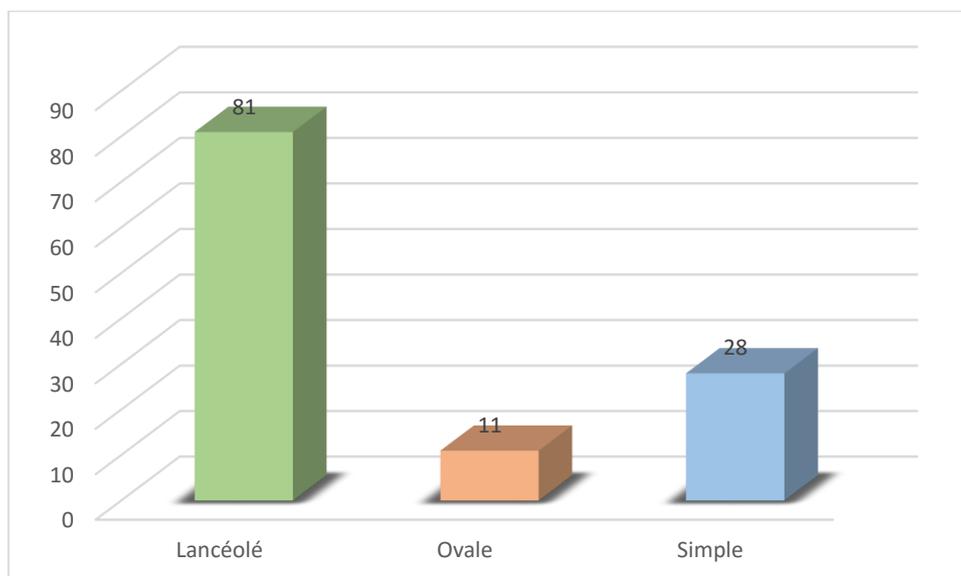


Figure 29 : Un histogramme représente l'effectif des formes des feuilles

- ✓ D'après l'histogramme on a remarqué que la forme des feuilles la plus dominante c'est la forme lancéolée d'un effectif de 81 pour les quatre stations, aussi la forme simple de 28 feuilles pour les quatre stations, et la forme ayant le plus faible effectif c'est la forme ovale de 11 feuilles pour les quatre stations.

2.1. Analyse descriptive

Le tableau 17 Représente les moyennes, les écart-types, les erreurs standards, les variances, les minimas et les maximas des caractères quantitatifs des feuilles de laurier noble.

Tableau 17 : Analyse descriptive des feuilles de laurier noble

	Moyenne	Ecart type	Erreur Std	Variance	Min	Max
Longueur	8.299	2.24	0.2045	5.017	4.3	13.5
Largeur	2.929	0.8783	0.8002	0.771	1	5

Il est remarquable que la moyenne des longueurs des feuilles de laurier noble soit de 8.29 cm, et la moyenne de leurs largeurs est de 2.92 cm.

2.2. Analyse de la variance (ANOVA 1)

On a étudié les caractères quantitatifs par rapport à la région par ANOVA 1 (tableau 18)

Tableau 18 : ANOVA 1 des caractères quantitatifs des feuilles / la région

Paramètres	F value	P Value	Décision
Longueur	21.056	0.000	S***
Largeur	31.323	0.000	S***

*S*** : très hautement significatif*

- ✓ Après le traitement des données par ANOVA 1 on a obtenue P value $< \alpha$ ($0.000 < 0.05$) très hautement significatif ceci dit qu'il y a au moins une différence significative entre les échantillons.

Aussi on a traité par ANOVA 1 ces caractères quantitatifs par rapport à la forme des feuilles (tableau 19)

Tableau 19 : ANOVA1 des caractères quantitatifs des feuilles / la forme

Forme	F value	P value	Décision
Longueur	5.91	0.04	S*
Largeur	10.12	0.000	S***

S* : significatif, S*** : très hautement significatif

- ✓ Après l'analyse par ANOVA 1 des données on a obtenu P value $< \alpha$, pour la longueur de la feuille c'est hautement significatif et pour la largeur c'est très hautement significatif, donc on peut dire qu'il y a au moins une différence significative entre les échantillons.

2.3.Analyse qualitative

Le graphe (figure 30) représente les pourcentages des formes des feuilles de Laurie noble.

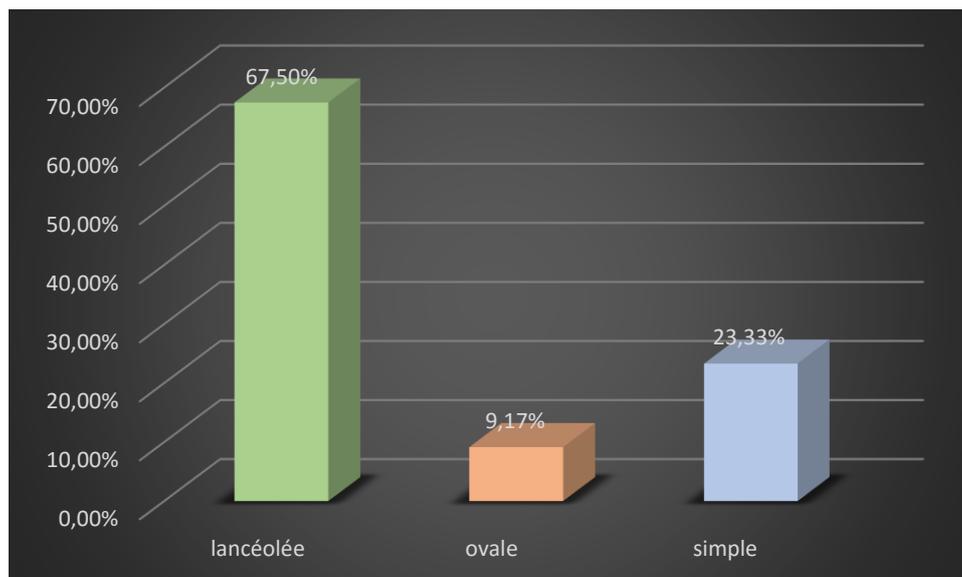


Figure 30 : Histogramme des pourcentages des formes des feuilles

- ✓ D'après l'histogramme on peut conclure que la forme des feuilles la plus fréquente est la forme lancéolée (67.5%), vient ensuite la forme simple des feuilles avec 23.33%, et la forme ovale (la moins importante) avec 9.17%.

2.4.Khi-deux

Dans ce test de khi-deux on a étudié la relation entre la région et la forme des feuilles (tableau 20)

Tableau 20 : Contingence entre la région et la forme des feuilles

	Lancéolé	Ovale	Simple	Total
Alger	30	0	0	30
Chlef	24	1	5	30
Saida	11	10	9	30
Tlemcen	16	0	14	30
Total	81	11	28	120

- ✓ D'après les résultats de test khi-deux on remarque que la seule forme des feuilles de laurier noble dans la wilaya d'Alger est la forme lancéolée, la même chose pour les autres wilayas la forme lancéolée est la forme des feuilles la plus fréquente par rapport aux autres formes.



Figure 31 : représentation des différentes formes des feuilles de laurier noble dans les quatre wilayas

- ✓ D'après les résultats on a remarqué toujours que la forme la plus dominante c'est la forme lancéolée pour les quatre stations, ensuite la forme simple des feuilles et la forme la plus faible c'est la forme ovale.

Tableau 21 : Test de Khi-Carré

	Valeur	ddl	P value	Décision
Khi-carré de Pearson	51,376 ^a	6	0.000	S***
Rapport de vraisemblance Association	55,137	6	0.000	S***
linéaire par linéaire	23,638	1	0.000	S***
N d'observations Valide	120			

a. 4 cellules (33,3%) ont un effectif théorique inférieur à 5. L'effectif théorique minimum est de 2,75, S*** : très hautement significatif

- ✓ Pour ce tableau, le niveau de signification est inférieur à 0.05 (p= 0.000), donc ces 2 variables affirment une corrélation entre eux, c'est que l'une exerce une influence sur l'autre (dans ce cas la région avec la forme)

Tableau 22 : les mesures symétriques par le test khi-deux

		Valeur	P value	Décision
Nominal par nominal	Phi	0.654	0.000	S***
	V de Cramer	0.463	0.000	S***
N d'observations valides		120		

- ✓ A l'aide de coefficient de V de carmer qui est 0.463 (46.3 %) < 70% on peut dire que la force de relation entre les deux paramètres (la région x la forme) est moyenne.

3. Indice de Shannon et Weaver

Afin de connaître le taux de diversité de la population étudiée nous avons calculées l'indice de diversité de Shannon et Weaver H' avec la formule suivante :

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

Tableau 23 : Indice de diversité de Shannon et Weaver H' de chaque caractère étudié.

Paramètres	Indice S-W
HT	0,91
HP	0,94
LB1	0,95
LB2	0,91
CT	0,96
LT	0,95
NRB	0,9
NFR	0,9
Moyenne	0,93

Nous avons obtenue suite au calcul de l'indice de diversité de Shannon et Weaver H' sur Excel un taux égale à 0,93 pour la population étudiée (tableau 19). Cette indice est relativement élevé ce qui est probablement le reflet d'une diversité génétique importante.

B. Analyse du sol

1. Analyse physique

- **Granulométrie et Sédimentométrie**

La connaissance de la texture permet la déduction de propriétés de la terre vis-à-vis des végétaux, depuis son comportement hydrique jusqu'à son activité biologique en passant par l'aptitude à l'enracinement, etc.

Les résultats obtenus ont été caractérisé à l'aide du triangle des textures afin de définir la texture de chaque échantillon.

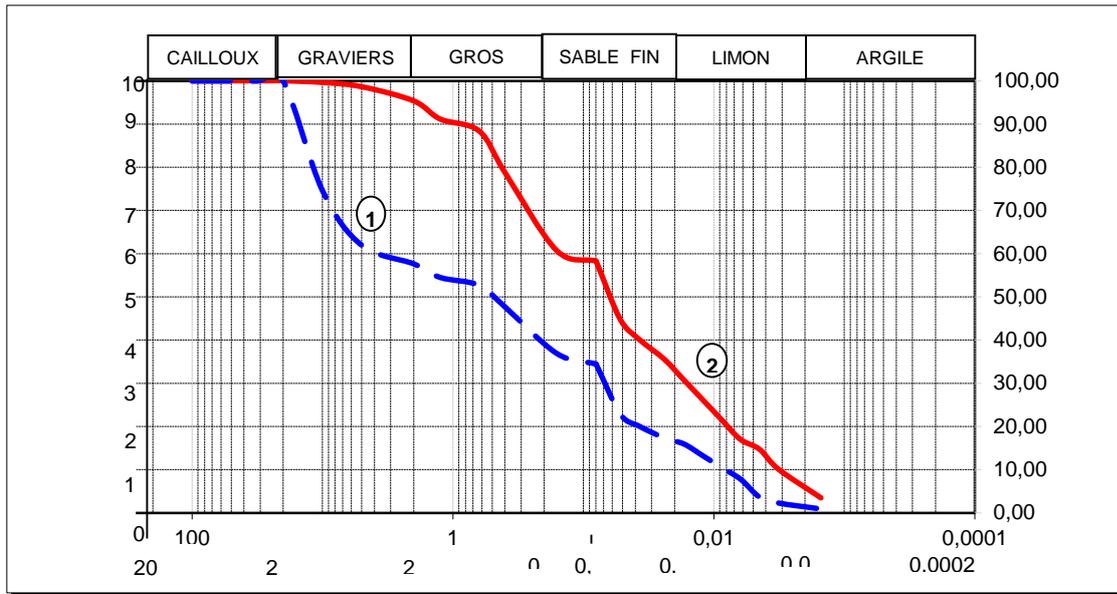


Figure 32 : les courbes de textures des sols de la wilaya de Tlemcen et Saida

Echantillon 1 : Tlemcen

Echantillon 2 : Saida

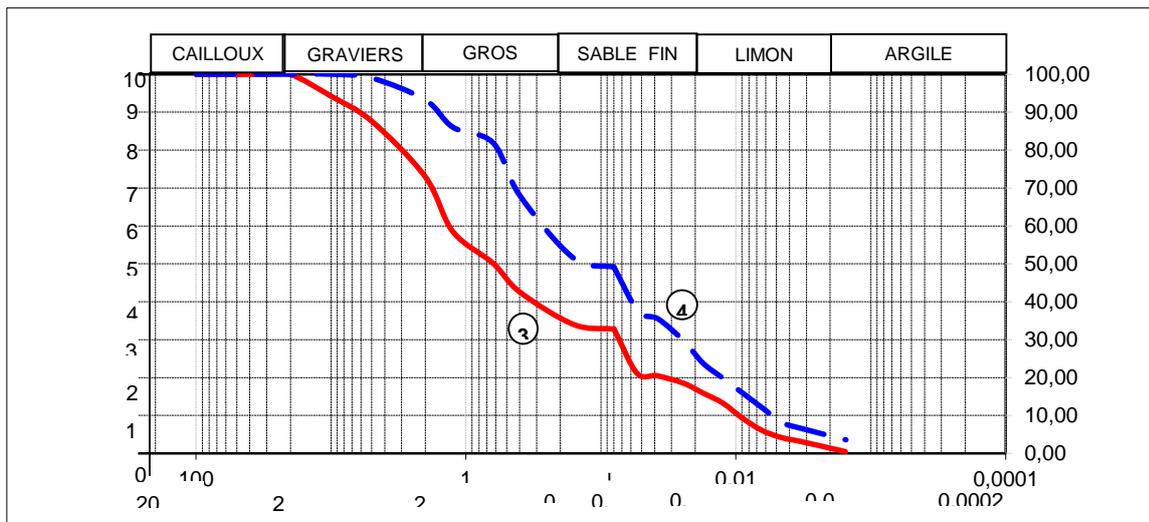


Figure 33 : les courbes de textures des sols de la wilaya d'Alger et Chlef

Echantillon 3 : Alger

Echantillon 4 : Chlef

Tableau 24 : résultats des textures des sols analysés

Ech	Tlemcen	Saida	Chlef	Alger
Texture	limono-sableux texture équilibrée	sablo-limoneux texture limoneuse	sablo-limoneux texture limoneuse	sablo-limoneux texture limoneuse

La texture se mesure par l'analyse et s'apprécie au toucher ; c'est sa teneur centésimale en sable grossiers et fins, en limons en argile, en humus et en calcaire. (Soltner., 2000).

La texture influe sur les propriétés du sol de cela elle va influencer directement l'état de la plante cultivé et le rendement qui sera obtenu. Mais sa connaissance ne suffit pas pour prévoir tous ses propriétés physiques (sa perméabilité, son aération, son aptitude à l'ameublissement, au tassement, etc.) néanmoins cette connaissance indique la tendance du sol. On sait par exemple que :

- les sols sableux sont filtrants ;
- les sols où sont associés beaucoup d'éléments fins aux sables ont tendance à se colmater, rendant le sol imperméable et battant ;
- ceux où sont associées suffisamment d'argiles aux autres éléments permettent une structuration qui donne souvent une bonne perméabilité.

L'analyse granulométrique effectuée a montré que les échantillons possèdent une des textures différentes ;

L'échantillon du sol de la wilaya de Tlemcen a une texture équilibrée (limono-sableux) ; tandis que les trois autres échantillons possèdent une texture limoneuse.

2. Analyse chimique

a. La matière organique (MO)

La matière organique joue un rôle important dans les fonctionnements physique, chimique et biologiques du sol. Elle améliore la cohérence des éléments structuraux, favorise la rétention en eau utile, participe au stockage réversible des éléments nutritionnels, limite le développement de certains parasites, augmente l'aération du sol...Un sol bien pourvu en matière organique offrira un milieu bien plus favorable au développement des cultures et moins sensible aux aléas climatiques.

Tableau 25 : les pourcentages de MO des sols des quatre échantillons

Echantillon	MO (%)	Décision
Tlemcen	6.248	Très forte
Saida	14.134	Très forte
Alger	17.33	Très forte
Chlef	2.652	Forte

Selon les résultats obtenus, nos sols ont un taux de matière organique variant entre fort et très fort, paramètre très important conditionnant avec exactitude l'état de la plante dans son milieu qui est remarquablement adéquat vis-à-vis de la fertilité des sols pour l'arbre et qui aboutira à une productivité assez élevée.

En conclusion, on peut dire que la matière organique est la base de la fertilité, de la conservation des sols et de la qualité des productions végétales.

b. pH

La croissance de plantes supérieures varie sous l'action de l'acidité ou de l'alcalinité des milieux. Car Le pH influe le pouvoir de l'assimilation des éléments minéraux par la plante

La plupart des plantes cultivées ont leur optimum de croissance au voisinage de la neutralité (pH=7).l'alcalinité conduit à l'insolubilisation du fer, manganèse, bore, et quelque fois à l'acide phosphorique.

En effet, lorsque le pH est près de la neutralité (pH = 7), la disponibilité des éléments nutritifs essentiels contenus dans le sol est maximale. La plante peut alors puisée tout l'azote, le phosphore, le potassium, le calcium, le magnésium et les oligoéléments nécessaires à sa croissance. La disponibilité diminue lorsque le pH descend sous la barre de 5,5.

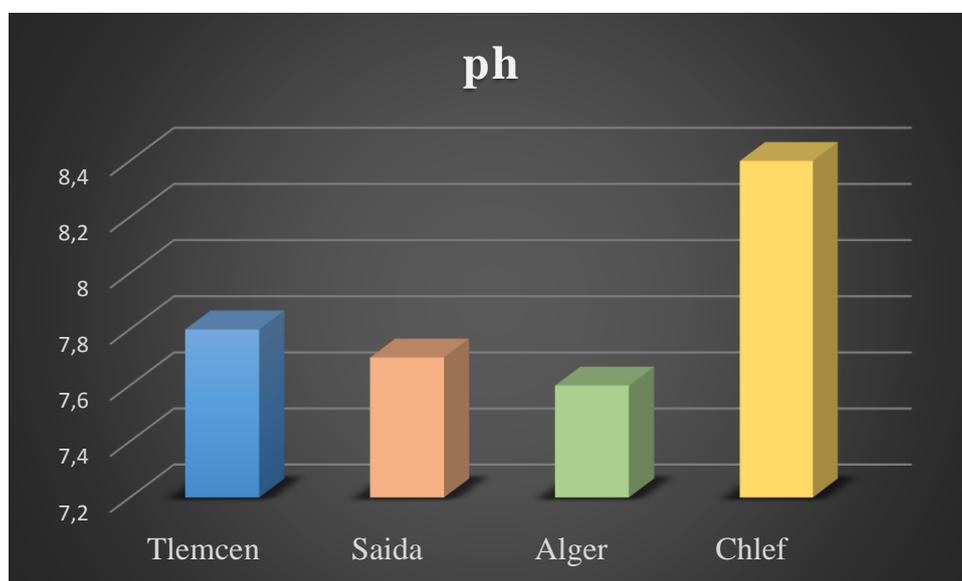


Figure 34 : Un histogramme des pH des quatre sols des échantillons

D'après les résultats (figure 34). On peut remarquer que nos échantillons ont un pH du sol basique allant de 7.6 jusqu'à 8,4.

Selon (Teuscher et al 2005), le laurier peut s'adapter à tout type de sol. Il se développe aisément dans les sols profonds et humides toute l'année. Le sol type doit être riche en nutriments, en humus et en bases avec un pH proche de la neutralité Excepté les sols trop acides.

c. Le Calcaire totale (CaCo3)

Le calcaire est constitué essentiellement de carbonate de calcium. On pourrait donc penser que le calcaire est bon pour nos plantes, nécessiteuses en calcium, mais ce n'est pas toujours le cas. En effet, l'excès de calcium peut entraîner une mauvaise assimilation d'autres minéraux cruciaux pour le développement de la plante comme le fer, le potassium ou encore le magnésium. Ces éléments participent entre autres à la circulation de la sève et à l'assimilation des éléments nutritifs par les végétaux. Sans eux, la plante se retrouve ternie et affaiblie, et sa croissance est fortement ralentie. (Anonyme 19)

Tableau 26 : Les pourcentages de CaCo3 des quatre échantillons

Echantillon	Ca Co3 (%)	Décision
Tlemcen	43.2	Sol fortement calcaire
Saida	10.4	Sol faiblement calcaire
Alger	4.4	Sol non calcaire
Chlef	13	Sol modérément calcaire

D'après le tableau 26 on remarque qu'il y a une perturbation des pourcentages de calcaire pour les quatre échantillons car le sol de Tlemcen est fortement calcaire, Saida un sol faiblement calcaire, Alger un sol non calcaire et Chlef un sol modérément calcaire.

d. La conductivité électrique (salinité)

La salinité constitue un facteur limitant non négligeable pour l'agriculture mondiale (Hillel, 2000). L'effet de la salinité se manifeste généralement chez la plupart des plantes cultivées par une réduction de la croissance et le développement (Munns et al, 1983). Cet effet néfaste se traduit par des changements morphologiques, physiologiques, biochimiques et moléculaires qui affectent négativement la croissance et la productivité végétale (Ashraf et Harris, 2004).

Tableau 27 : Le taux de conductivité pour chaque échantillon

Echantillon	Conductivité ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	Décision
Tlemcen	395	Moyennement salé
Saida	757	Fortement salé
Alger	435	Moyennement salé
Chlef	240	Sol non salé

D'après le tableau 27. On peut distinguer que le sol de la wilaya de Tlemcen est moyennement salé, le sol de Saida est fortement salé, le sol d'Alger est moyennement salé, et le sol de Chlef est un sol non salé, on remarque qu'il y a une différenciation de la salinité entre les quatre échantillons du sol mais sur terrain on observe que le développement et la croissance de l'arbre est normale ce qui signifie que le laurier noble a une certaine résistance vis-à-vis de la salinité.

e. Le soufre (SO₄)

Le soufre est l'un des 6 nutriments essentiels pour le développement d'une plante. Les situations de subcarence en soufre sont souvent ignorées et limitent l'absorption de l'azote, réduisent le rendement et la qualité des cultures. (**Anonyme 20**)

Il est remarquable que les résultats sont nulle c'est-à-dire que notre sols ne contient pas du soufre donc notre plante n'a pas une limitation d'absorption d'azote et un bon rendement.

Tableau 28 : le pourcentage de SO₄ des quatre échantillons

Echantillon	So ₄ (%)
Tlemcen	Nulle
Saida	Nulle
Alger	Nulle
Chlef	Nulle

f. Le chlore (Cl)

Le chlore peut également empêcher l'absorption des éléments nutritifs indispensable à la croissance de la plante, ainsi que modifier les niveaux de pH. (Anonyme 21)

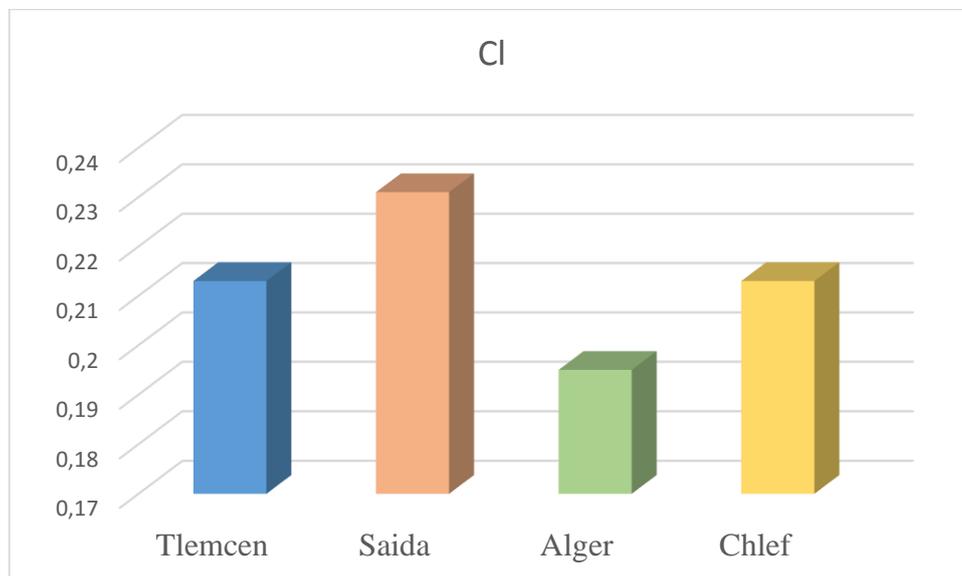


Figure 35 : Un histogramme des taux de Cl dans les sols des échantillons

On peut remarquer que le pourcentage du chlore pour les quatre échantillons faible ce qui signifie qu'il n'y a pas un empêchement d'absorption des éléments nutritifs pour la croissance de l'arbre, et par déduction pas de changement dans le pH du sol.

C. Analyses physico-chimique de l'huile essentielle

1. Extraction de l'huile essentielle

La distillation par entraînement à vapeur s'accomplit dans un alambic, l'objectif est d'entraîner avec la vapeur d'eau les constituants volatils de laurier, pour avoir enfin l'huile essentielle et l'hydrolat. Le rendement dans notre étude est 25ml d'huile essentielle pour 11Kg de matières sèche de Tlemcen, 9.2ml pour 11Kg de Saida, 17ml pour 11Kg d'Alger, et 25ml pour 11Kg de Chlef.

• Le rendement

L'histogramme (figure 44) représente les rendements d'extraction de l'huile essentielle des quatre wilayas d'un poids d'échantillon identique (11 kg)

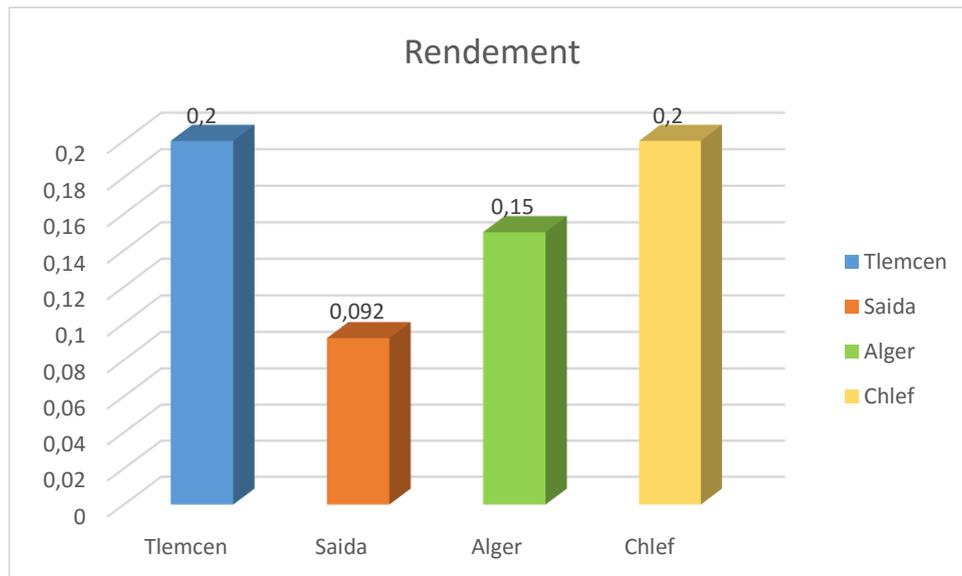


Figure 36 : histogramme des rendements de l'huile essentielle de laurier noble

On a remarqué que le rendement de l'HE de la wilaya de Tlemcen et Chlef est de 0.2% c'est un taux intéressant par rapport à la wilaya d'Alger d'un taux de 0.15%, et un taux de rendement le plus faible de la wilaya de Saida de 0.092%, on peut dire que peut être le climat qui joue un rôle très important pour le rendement des huiles aussi que la composition des sols de chaque arbre et chaque région.

2. Analyses physico-chimique

2.1. Analyse physique

2.1.1. Indice de réfraction

La (figure 37) représente l'indice de réfraction des huiles essentielles des quatre wilayas, analysées par un réfractomètre.

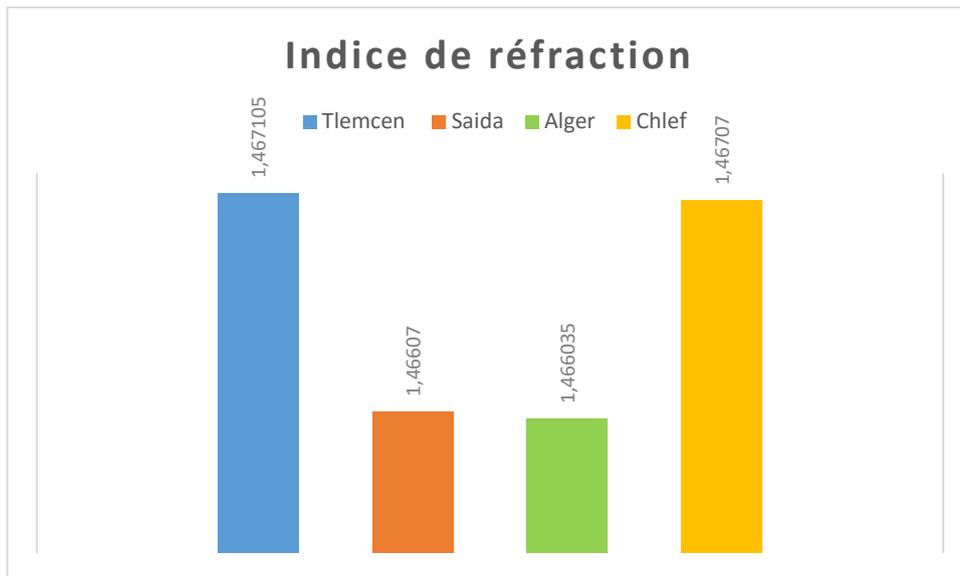


Figure 37 : un histogramme d'indice de réfraction

L'indice de réfraction, est une constante spécifique à chaque HE. Cet indice provient du phénomène de réfraction qui désigne le changement de direction de la lumière au passage d'un milieu à un autre. Selon (Jollois et al 2001 ; Faucon 2015) ; Les HE avec un indice de réfraction élevé doit être entre 1,447 à 1,469 pour le laurier noble, Nos résultats ayant un indice entre 1.466 et 1.4671 sont dans les normes donc de bonne qualité.

Exemple si l'IR normal est de 1.4996 et que vous obtenez 1.4462, c'est peut-être que l'HE est diluée ... (Anonyme 22)

2.1.2. La densité

La (figure 38) représente les valeurs de la densité des quatre échantillons

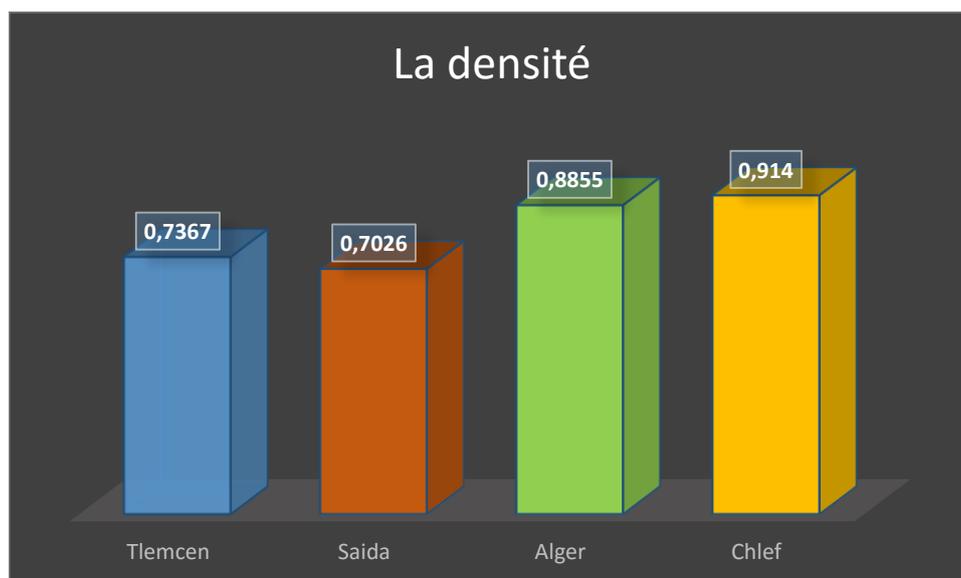


Figure 38 : un histogramme de la densité

D'après l'histogramme on a remarqué que la densité de l'HE de la wilaya de Chlef est le plus élevé par rapport aux autres wilayas (0.914), après la wilaya d'Alger avec une densité de 0.8855, et la wilaya de Tlemcen (0.7367) et Saida (0.7026) sont presque égales et moins denses par rapport aux précédents.

La densité de l'HE de laurier noble est inférieure à celle de l'eau ($d_{eau}=1$) avec une valeur d'environ 0,91. La quasi-totalité des HE sont moins denses que l'eau sauf celles contenant des phénols, qui sont plus denses (**Faucon 2015**)

Les huiles essentielles riches en phénols peuvent entraîner des irritations, voir des brûlures sur la peau et plus encore sur les muqueuses. (**Anonyme 23**)

Nos résultats montrent que l'HE de Chlef est la moins dense et la moins nocive selon les travaux de (**Faucon 2015**), il est de même pour les HE des autres régions étudiées, on conclut que notre HE de laurier noble contient une quantité très réduite des phénols qui est plus sécurisée à utiliser.

2.2. Analyses chimiques

2.2.1. Potentiel hydrogène pH

Grâce à un pH-mètre on a mesuré l'acidité des HE des quatre régions, la (figure 39) représente les valeurs du Ph des quatre échantillons

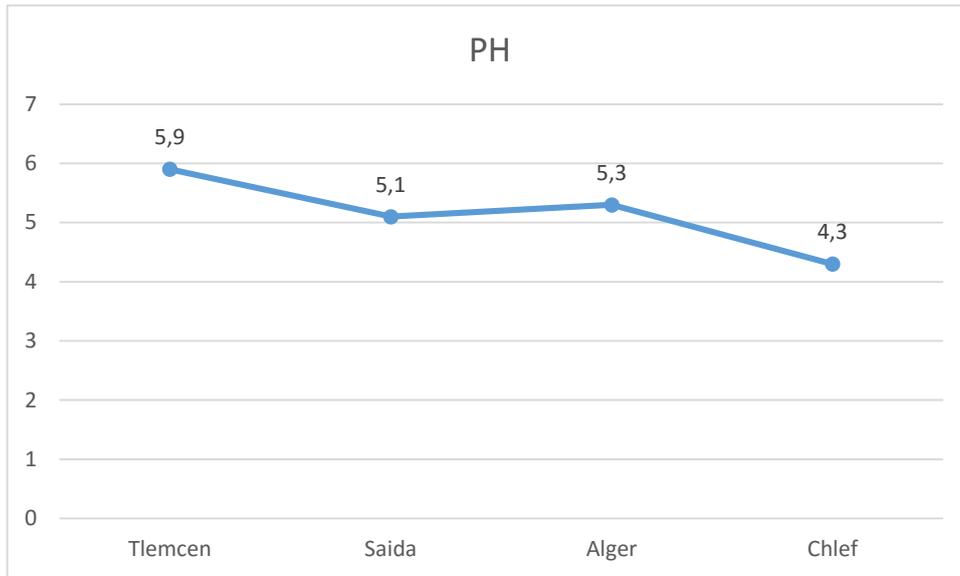


Figure 39 : la courbe du pH

Les pH de nos échantillons varient de 4.3 à 5.9 ce qui signifie que nos HE sont tous acides

2.2.2. Indice d'acidité

Le graphe des barres (figure 40) représente l'indice d'acidité des quatre wilayas

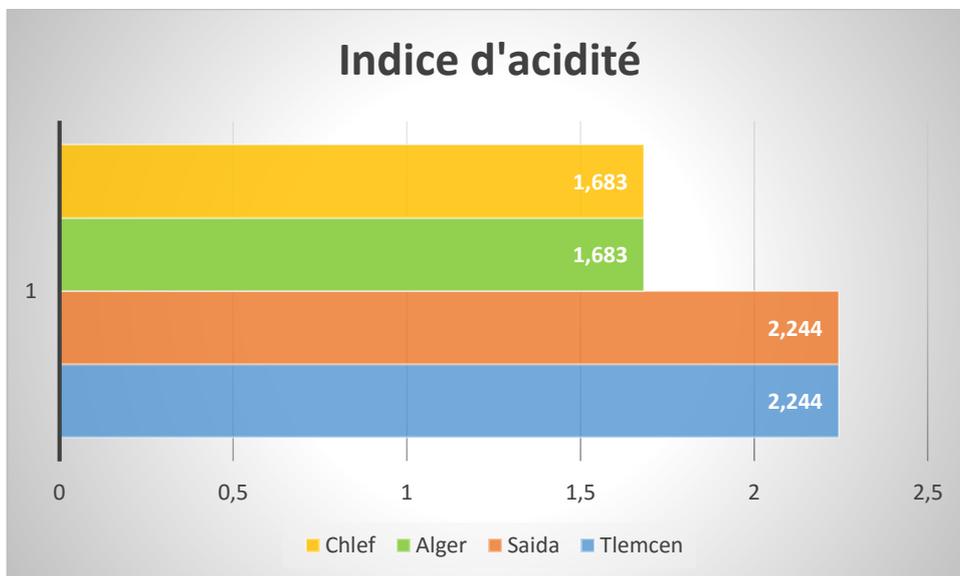


Figure 40 : les barres d'indice d'acidité

D'après (Anonyme 24) l'indice d'acidité de l'huile de laurier noble est de 2.5 mg KOH / gr.

Un IA élevé constitue un critère de vidange (c'est-à-dire que notre huile est corrompu il faut le changé, dans ce cas de préférence un remplacement de l'huile et flushing préconisé avant remise en service). (**Anonyme 25**)

L'indice d'acidité pour les deux wilaya de Tlemcen et Saida de 2.244 mg KOH / gr , ce qui qu'il est presque parfait signifiant un faible critère de vidange (c'est-à-dire que notre huile est fraiche et d'une bonne qualité) , L'indice d'acidité pour les huiles de la wilaya d'Alger et de Chelif est de l'ordre de et l'IA de 1.683 mg KOH / gr, ce qui est inférieur à la norme (très faible critère de vidange de l'huile).

2.2.3. Indice de saponification

Le secteur suivant (figure 41) représente les taux d'indice de saponification des quatre échantillons

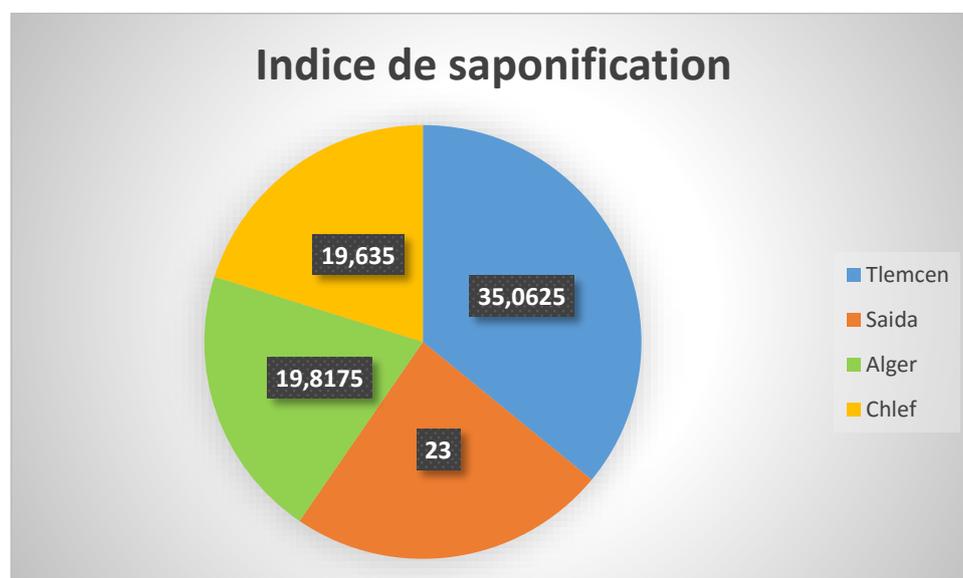


Figure 41 : un secteur d'indice de saponification

L'IS indique simplement combien de milligrammes de base sont nécessaire pour saponifier complètement 1 gramme d'un acide (huile ou graisse). Ce chiffre indique habituellement la quantité d'hydroxyde de potassium (potasse) nécessaire plutôt que la quantité d'hydroxyde de sodium (NaOH) nécessaire. (**Anonyme 26**)

Alors on peut dire qu'il faut 35.0625g de soude pour saponifier 1g d'huile de laurier noble de la wilaya de Tlemcen (car IS=35.0625), 23 g de soude pour saponifier 1g de l'huile de Saida (IS=23), 19.8175g de soude pour saponifier 1g d'huile d'Alger (IS=19.8175), et 19.635g de soude pour saponifier 1g d'huile de Chlef (IS=19.635).

2.2.4. Indice d'ester

Les taux d'indice d'ester des quatre échantillons sont représentés dans le secteur suivant (figure 42)

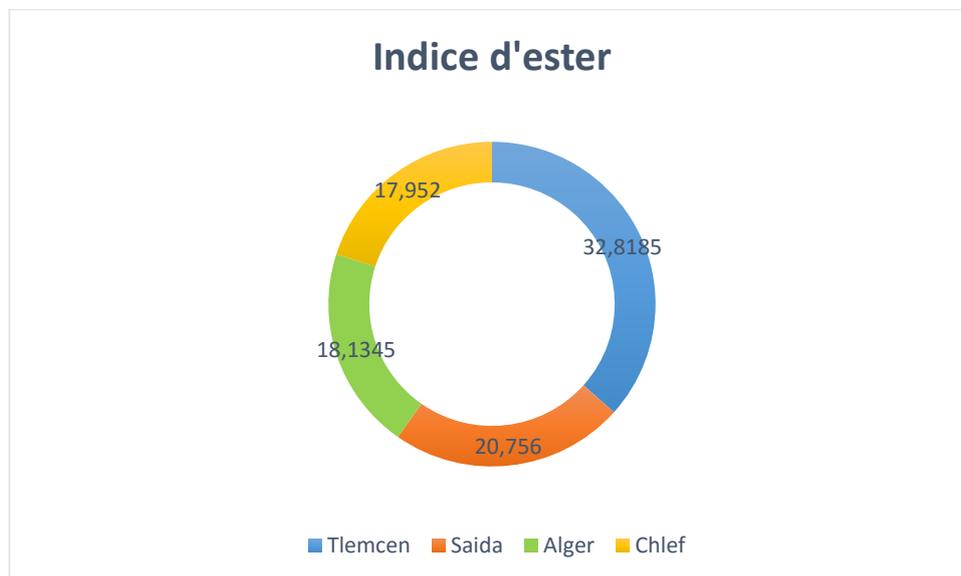


Figure 42 : un secteur d'indice d'ester

Les esters sont des molécules à peu près privées de toxicité aux doses physiologiques normales. D'après (**Anonyme 27**) l'huile essentielle de laurier noble contient 17% d'ester, l'indice d'ester de l'HE de laurier noble est de 44 (**Anonyme 24**)

On a obtenu dans nos résultats un taux d'indice d'ester inférieure que les normes, 32.8185 d'HE de la wilaya de Tlemcen, 20.756 de Saida, 18.1345 d'Alger et 17.952 de Chlef ce qui signifie que notre HE a un faible pouvoir de toxicité.

2.2.5. Indice de peroxyde des corps gras

Les taux d'indice de peroxyde des corps gras des quatre wilayas sont représentés dans l'histogramme suivant (figure 43)

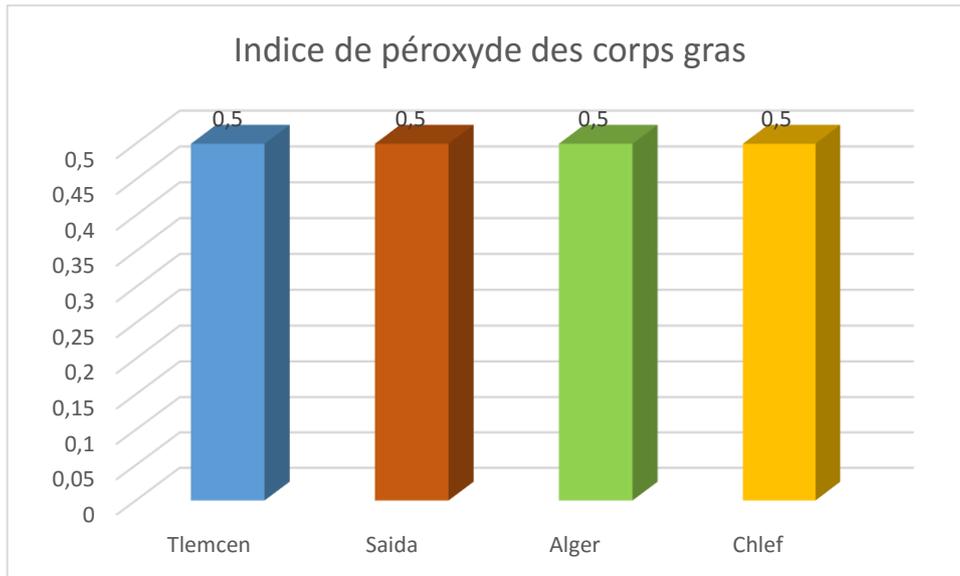


Figure 43 : un histogramme d'indice de peroxyde des corps gras

Un corps gras fraîchement raffiné, a un indice de peroxyde inférieur à 1 milliéquivalent d'O₂ par kg, peut atteindre 2 ou 3 meq/kg après conditionnement et transport, 5 ou 10 meq/kg en fin d'un stockage de 12 mois dans son emballage d'origine. (**Anonyme 28**)

On a obtenu un indice de peroxyde des corps gras 0.5meq/g dans les quatre HE des quatre wilayas c'est un taux très réduit par rapport à la norme ce qui signifie que notre HE a un très faible pouvoir d'oxydation c'est-à-dire on peut le stocker pendant de longues périodes.

3. Fabrication du savon

Pour certains problèmes de la peau L'huile de laurier noble présente des propriétés régénératrices cutanées et antioxydants lui permettant d'agir sur les affections dermatologiques suivantes : abcès, chute de cheveux ou cheveux gras, furoncles, mycose, panaris, psoriasis, escarres, acné, d'eczéma, brûlures ; il agit sur les virus, les bactéries et les champignons ; il calme les rhumatismes et les douleurs articulaires. (**Anonyme 29**)

On a réussi à fabriquer du savon naturel aromatisé par l'huile essentielle de laurier noble (*laurus nobilis*)



Photo 40 : le savon de laurier noble finale (*laurus nobilis*) (HADDADI ; 2021)

Conclusion et Perspectives

Conclusion et Perspectives

Dans le but d'approfondir la connaissance et la valorisation du laurier noble en Algérie, notre présent travail a permis de réaliser une prospection et une étude des caractéristiques morphologiques, des analyses des sols, d'extraction des huiles essentielles et leur analyse physico-chimiques des quatre wilayas : Tlemcen, Saida, Alger et Chlef.

La prospection au niveau des quatre régions indique l'existence de laurier noble dans l'Algérie qui n'est pas identifié dans le catalogue des plantes Algérien. L'enquête réalisée avec les gens de ces régions confirme que cet arbuste est connu depuis longtemps ; chose que nous avons constaté par la présence d'arbres centenaires.

La description morphologique des arbres et des feuilles permet de construire une fiche descriptive basée essentiellement sur 10 caractères quantitatifs et 2 caractères qualitatifs pour chaque station étudiée.

Nous constatons qu'il n'y a pas une grande différence entre ces profils phénotypiques des arbres mais les feuilles sont différentes par rapport à la région.

Les résultats obtenus de l'ACP et la corrélation de Pearson indiquent qu'il y a des fortes corrélations positives entre les caractères quantitatifs concernant la hauteur, la longueur de branche primaire, la circonférence du tronc, la longueur de la tige, le nombre de rameaux par branche et le nombre de feuilles par rameau, ainsi il y a des corrélations négatives entre la longueur de la branche secondaire et le houppier.

La CHA montre qu'il y a deux classes de taille de laurier noble par les caractéristiques quantitatifs, car la première classe représente les arbres les plus grandes de tailles par contre la deuxième classe représente les arbres d'une taille moyenne ou petite.

Le test de khi-deux est fait sur les caractéristiques qualitatives des feuilles nous montre qu'il y a une influence de la région sur la forme des feuilles.

Les analyses pédologiques des sols de laurier des quatre stations ont concerné la granulométrie pour les analyses physiques ; la matière organique comme analyse biologiques, la conductivité, le pH, le CaCo₃, SO₄, et le Cl pour les analyses chimiques.

Les résultats des analyses pédologiques nous montrent que les types de notre sols des quatre stations sont différents les uns par rapports aux autres alors on peut dire notre plante *laurus nobilis* s'adapte bien à tous types des sols.

Conclusion et Perspectives

Concernant les rendements des extractions des huiles essentielles des quatre wilayas on a obtenu un rendement faible (0.2% pour la wilaya de Tlemcen et Chlef, 0.15% pour la wilaya d'Alger et 0.092% pour la wilaya de Saida).

La caractérisation physicochimique des huiles basée sur les paramètres suivants : la densité, l'indice de réfraction, le pH, l'indice d'acidité, l'indice de saponification, l'indice d'ester, et l'indice de peroxyde des corps gras.

Les analyses physico-chimiques des huiles de laurier nous donnent des résultats fiables et intéressants car on a conclu que nos différentes huiles sont de très bonne qualité permettant leur stockage pendant une longue période.

D'après les résultats obtenus nous pouvons conclure que le laurier noble (*laurus nobilis*) est une espèce très robuste, résistante et qui s'adapte bien aux conditions défavorables.

En perspective, des études plus approfondies seront nécessaires afin d'apporter plus de connaissances sur le Laurier noble en Algérie, il s'agit de :

- Elargir la zone d'étude de laurier pour toute l'Algérie
- Compléter cette étude en prenant en considération plus de paramètres morphologiques (inflorescences, fruits), physico-chimiques (chromatographie, polyphénols ...), et du sol (des analyses par laser)
- Réaliser une extraction d'ADN et une analyse par les marqueurs moléculaires (SSR, SNP...) pour estimer réellement la diversité génétique et les relations phylogénétiques.

Références Bibliographiques

Les références bibliographiques

ANAT. (2010). Plan d'Aménagement du Territoire de la Wilaya de Tlemcen. Phase1 Evaluation Territoriale.

Aqli Khorasani M.S. (1992) - Collection of drugs. *Educational Organization, Tehran*. Pp: 624-630.

Balfour J. Class Book of Botany, Part 1. Ed. Nabu Press. 2011. 380 p.

Ballabio R, Goetz P. Huile de graine/fruit de laurier *Laurus nobilis* L., *Laurus azorica* (Seub.) Franco, *Laurus novocanariensis* Rivas Mart., Lousã, Fern. Prieto, E. Dias, J.C. Costa et C. Aguiar. *Phytothérapie*. 2010; 8(2): pp. 141-144.

Barla, A., Topcu G., Oksuz S., Tumen G. and Kingston DGI, 2007. Identification of Cytotoxic sesquiterpenes from *Laurus nobilis*. L. *Food Chem.* **104**: 1478-1484

Baser KHC. And Buchbauer G., 2010. Handbook of Essential oils: Science, Technology and Applications. CRC Press. UK.

Belkou H., Beyoud F., Taleb Bahmed Z. (2005) - Approche de la composition biochimique de la menthe vert (*menthe spicata* L) dans la région de Ouargla, Mémoire DES, univ Ouargla pp 2,61.

Bellatreche A., 2011) Contribution à l'étude pédologique et génétique de quelques variétés de blé dur et blé tendre dans la wilaya de Tlemcen. Mém. Mag. Agro., Univ. Tlemcen – Algérie

Beloued A. (2001) - Plantes médicinales d'Algérie. *Office des publications universitaires. Alger*, p124.

Beloued A., 2005. Plantes médicinales d'Algérie. Office des publications universitaires. Alger. 124p.

Bézanger-Beauquesne L., Pinkas M., Torck M. et Trotin F. - *Plantes médicinales des régions tempérées* (Français) Relié – 18 avril 1996

Binet P. Et, Brunel J. P. (2000) - Physiologie Végétale. Tome II. Edit., Doin. p54.

Botineau M. Botanique systématique et appliquée des plantes à fleurs. Paris : Ed. Tec&Doc ; 2010. pp. 35-41.

Botineau M, Pelt J. Guide des plantes à fruits charnus comestibles et toxiques. Paris : Ed. Tec&Doc; 2015. 320 p.

Bouali T, (1990) Possibilités d'extension de *Juglans regia* L. dans la wilaya de Tlemcen. Mém. Ing. For., Univ. Tlemcen

Bouamer A .Bellaghit M.Et Mollay Amera. (2004) -Etude comparative entre l'huile essentielle de la menthe vert et la menthe poivrée de la région de Ouargla ; Mémoire DES Unive. Ouargla, p 2-5 ; 10 ; 19 ; 21-22.

Bouderhem Aida ; 2015. Effet des huiles essentielles de la plante *Laurus nobilis* sur l'aspect Toxicologique et morphométrique des larves des moustiques (*Culex pipiens* et *Culiseta longiareolata*) ; Université Echahid Hamma Lakhdar D'el-Oued

Les Références

- Brunetton J. (1987)** - Elément de phytochimie et pharmacognosie, Paris : Lavoisier - Tech. & doc, 584.
- Brunetton J. (1993)** - Pharmacognosie et phytochimie, plantes médicinales. Ed : Tec & Doc. Lavoisier. Paris. 915p.
- Brunetton J. (1999)** - Pharmacognosie, phytochimie, plants médicinales. Ed. Tec &
- Chaker El Kalamounni. (2010)** - Thèse sur : Caractérisations chimiques et biologiques d'extraits de plantes aromatiques oubliées de Midi-Pyrénées, l'Institut National
- Dajoz R, (1985).** Précis d'écologie. Ed. Dunod, Paris, in ADJIM H .2011. Contribution à l'étude de la diversité floristique et entomologique dans les champs de céréales dans la région de Tlemcen.Mém. Mag. Agro., Univ. Tlemcen – Algérie p34.
- Delille A.L. (2010)** - les plantes médicinales d'Algérie. 2eme édition .Berti édition.p239 Doc., Paris, p 488, 489, 490, 491, 510, 533, 536, 537, 538.
- Demir V., Guhan T., Yagcioglu A.K., Degirmencioglu A., 2004.** Mathematical modeling and the Determination of some Quality Paramaters of Air-dried Bay leaves. Biosystems Engineering. 88 (3) : 325-335. (Vetvicka et Matousova, 1991).
- Duke, JA 1997.** La pharmacie verte : Nouvelles découvertes dans les remèdes à base de plantes pour les maladies et conditions courantes de la plus grande autorité mondiale sur les herbes médicinales. New York, NY: Rodale Press. 501s USA.
- Eggerer H., Lynen F. (1960)** - Ann. Chem., 830, p58.
- Elmastasa, M., Isildaka, O., Turkekulb, I., & Temura, N. (2007).** Determination of antioxidant activity and antioxidant compounds in wild edible mushrooms.Journal of Food Composition and Analysis, 20, 337–345.
- Emam A, Mohamed M, Diab Y, Megally N. (2010)** - Isolation and structure elucidation of antioxidant compounds from leaves of laurus nobilis and Emex spinosus – Drug Discoveries & Therapeutics. Vol.4 (3).pp.202-207, Egypt.
- Encyclopedie bordas nature, (1999).** Tome: 7. Pp: 211.
- Fang J, Haasl RJ, Dong Y, Lushington GH ;** Discover protein sequence signatures from protein-protein interaction data. *BMC Bioinformatics* 6:277 Journal Article | Research Support, N.I.H., Extramural | Research Support, Non-U.S. Gov't
- Faucon M.** Traité d'aromathérapie scientifique et médicale : fondements & aide à la prescription. Paris : Le Sang de la Terre ; 2015. 879 p.
- Fiorini C., David B., Fouraste I., Vercauteren J., 1998.** Acylated kaempferol glycosides from *Laurus nobilis* leaves. *Phytochemistry*. **47**: 821–824.
- Franchomme P., Pénoël D. (1990)** - L'aromathérapie exactement. Encyclopédie de l'utilisation thérapeutique des huiles essentielles. Roger Jallois éditeur. Limoges. 445 p. Francis. CRC press .pp.73-77.2007.
- Gaouar A, (1980)** Hypothèses et réflexions sur la dégradation des écosystèmes forestiers dans la région de Tlemcen. For. Medit. 2 (2)
- Gaspar F. And Jeeke G. (2004)** - Essential oil from *Origanum vulgare* L. ssp. *virens*

Les Références

(HOFFM. and LINK) IETSWAART: Content, Composition and Distribution within the Bracts, J. Essent. Oil Res., 16, pp. 82-84

Geerts P, Rammeloo J, Van Cauteren G, Et Al. *Laurus nobilis* : le livre du laurier. Gand : Ed. Ludion ; 2002. 131 p.

Gerhard R. (1993) -Press polytechnique et universitaire romandes, Diffusion, Tec et Doc, France, 291p.

Haffer et al, (2013). Heffer P, Gruère A & Roberts T (2013) Assessment of Fertilizer Use by Crop at the Global Level 2010–2010/1. Report A/17/134 rev (International Fertilizer Association and International Plant Nutrition Institute).

HASSANI F, (2003) Etude comparative de l'infestation de trois variétés d'agrumes par la mouche méditerranéenne des fruits *Ceratitis capitata* (wied) (Diptera : Tephritidae) dans la région de Tlemcen. Mém. Mag. Eco., Univ. Tlemcen

Homburger, F., Boger, E. (1968) - The carcinogenicity of essential oils, flavors and spices a review. Cancer Res. 28, 2372-2374.

Ipor I.B & Oyen L.P.A (2016). *Laurus nobilis* (PROSEA), Plant Resources Of South-East

Iserin P., (2001). Encyclopédie des plantes médicinales, Tome 2. Ed. Larousse. Londres. 143- 225-226p.

Ivan A. (2001) -Ross - medicinal plants of the world, chemical constituents, traditional and modern medicinal uses - HUMANA PRESS. Volume 2. Pp.261-264, United States of America.

JODLRA 64 Journal Officiel De La République Algérienne N°64

JODLRA 65 Journal Officiel De La République Algérienne N°65

JOLLOIS R, PENOËL D, FRANCHOMME P. L'aromathérapie exactement : encyclopédie de l'utilisation thérapeutique des huiles essentielles : fondements, démonstration, illustration et applications d'une science médicale naturelle. Limoges : Ed. Roger Jollois ; 2001. 490 p.

Judd W, Campbell C, Kellogg E, Et Al. Botanique systématique: Une perspective phylogénétique. Paris : Ed. De Boeck Supérieur ; 2002. 1428 p.

Kaid Slimane L, (2000). Etude de la relation sol-végétation dans la région Nord des Monts de Tlemcen (Algérie). These Mag Dpt Bio Fac Sc Univ Tlemcen.120p.

Kang HW., Yu KW., Jun WJ., Chang IS., Han SB., Kim HY., Cho HY., 2002. Isolation and characterization of alkyl peroxy radical scavenging compound from leaves of *Laurus nobilis*. *Biol Pharm Bull.* **25**: 102-108.

Kazi Tani C, (1995). Possibilité d'enrichissement par introduction d'essences feuillues dans Les monts de Tlemcen. Mém d'ingénieur d'état en foresterie. Fac Sci Uni Tlemcen.

Khenaka K. (2011) - Effet de diverses plantes médicinales et de leurs huiles essentielles sur la méthanogénèse ruminale chez l'ovin. Thèse Magister : Biotechnologies Microbiennes. Constantine : Université Mentouri, 81p.

Kurkin V. A. (2003) - Chem. Nat. Compd., 39,123

Lubinic, E. (2003) Manuel pratique aromathérapie des huiles essentielles et leurs utilisations. Edition VIGOT. Pp : 112-114.

Marie Elisabeth Lucc. (2005) - Thèse sur : Extraction sans solvasnt asistée par Microondes conception et application à l'extraction des huiles essentielles

Matsuda, S., Miyazaki, K., Ichigotani, Y., Kurata, H., Takenouchi, Y., Yamamoto, T., Nimura, Y., Irimura, T., Nakatsugawa, S., Hamaguchi, M. Molecular cloning et caractérisation d'un nouveau gène humain (NESCA) qui code pour une protéine adaptatrice putative contenant SH3. Biochim. Biophys. Acta 1491: 321-326, 2000. [PubMed: [10760598](#) , citations associées] [Texte intégral]

Messaoudi S. (2008)-Les plantes médicinales. Troisième édition, Dar Elfikr,

Muraour Pierre, (1954) « Contribution du massif de granodiorite de Ménerville (Algérie) à l'élaboration des formations sédimentaires environnantes », Compte rendu sommaire des séances de la société géologique de France, vol. 34, 15 octobre 1954 (lire en ligne, consulté le 15 janvier 2017).

Myose M. et Paris R., 1976 Précis de matières médicales. Ed Masson. 161-162p.

Naganuma M., Hirose S., Nakayama, Y., Nakajima, K., Someya T. (1985)

-A study of the phototoxicity of lemon oil. Arch. Dermatol. Res. 278, 31-36.

Ouibrahim A; 2015. Evaluation de l'effet antimicrobien et antioxydant de trois plantes aromatiques (*Laurus nobilis* L., *Ocimum basilicum* L. et *Rosmarinus officinalis* L.) de l'Est Algérien.

Padrini F Et Lucheroni M.T. (1996) - le grande livre des huiles essentielles .Ed de Vecchi. Page 115.

Padua L.S., Bunyapraphatsara N., R.H.M.J. Lemmens. (1999) - Plant Resources of South-East Asia.12

Pavida D.L, Lanpman G.M, Kriz G.S 1976. Introduction to Organic Laboratory Techniques WB. Sanders Co Philadelphia USA Asia. Protologue : Sp.pl :369 (1753)

Pech Brigitte Et Bruneton Jean, 1982 Alcaloïdes Du Laurier Noble, *Laurus Nobilis* ; Laboratoire De Pharmacognosie, Centre D'étude Des Plantes Médicinales, 16 ; Boulevard Daviers, 49000 Angers, France

Qamar S. and Chaudhary F. M. (1991), Antifungal activ-ity of some essential oils from local plants. Pak. J. Sci.Ind. Res.34, 30Ð31

Quezel P. et Santa S., 1962. Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales, Tome I. Ed CNRS. Paris. 565p.

Quezel P. et Santa, S., 1963. La nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales, Tome II. Ed CNRS. Paris. 360-361 p.

RamousseR, (1996). Ramousse.R ; Le Berre.M ; Le Guelte.L, 1996. Introduction aux Statistique.

Raynaud J. Prescription et conseil en aromathérapie. Paris : Ed. Tec&Doc; 2006. 247 p.

Rezanger-Ranquese .L, Pinkas M Et Torck M. Les plantes dans la thérapie moderne. Edition. Maloine. Pp : 168, 169.

Sayyah M., Valizadeh J., Kamalinejad M. (2002) Anticonvulsant activity of the leaf essential oil of *Laurus nobilis* against pentylenetetrazole. *Phytomedicine*. 9 : 212-216.

Selles C. (2012) - Valorisation d'une plante médicinale à activité antidiabétique de la région de Tlemcen : *Anacyclus pyrethrum L.*

Semis, Boutures, Greffes : Jardinage (2). Ed. Aedis; 2005. 8 p.

Sen P., Maiti P. C., And Puri S. (1992), Mechanism of anti-stress activity of *Ocimum sanctum* Linn, eugenol and *Tinospora malabarica* in experimental animals. *Indian J. Exp. Biol.* 30, 592-596.

Seyed M., Riaz M., and Chaudhary F. M. (1991), The antibacterial activity of the essential oil of the Pakistani *Acotus calmus*, *Callistemon lanceolatus* and *Laurus nobilis*. *Pak. J. Sci. Ind. Res.* 34, 456-458

Skerget, M., Kotnik, P., Hadolin, M., Hras, HR, Simonic, M., ET Knez, Z. (2005). Phénols, proanthocyanidines, flavones et flavonols dans certaines matières végétales et leurs activités antioxydantes. *Chimie alimentaire*, 89 (2), 191 - 198. [Crossref] , [Web of Science ®], [Google Scholar]

Smith-Palmer, A ; Stewart, J. Fyfe, L. L'application potentielle des huiles essentielles végétales comme conservateurs alimentaires naturels dans le fromage à pâte molle. *Microbiologie alimentaire*, v. 18, p. 463-470, 2001. <http://dx.doi.org/10.1006/fmic.2001.0415>

SMV et SFP. (2010) - Société de médecine des voyages et Société française de parasitologie. Recommandations de bonne pratique – Texte court : « protection personnelle anti-vectorielle ou protection contre les insectes piqueurs et les tiques ».

Soltner D. (2000). Les bases de la production végétale le sol- le climat- la plante. *tome 1 le sol et son amélioration* 22ème Ed Coll-sci et tech. Agri.:p 23.161.178.287.299

Steven P.S. (2001). « Angiosperm Phylogeny Website ».

Tayoub G., Schowb I., Masotti V., Rabier J., Ruzzier M., Viano J. (2006)

Contribution de la microscopie électronique à balayage et photonique à la connaissance de l'anatomie et de la morphologie de *Styrax officinalis L.* *C. R. Biologies*, 329 : p. 712-718.

Technology and Applications. Ed. Taylor and Francis Group, LLC. United States of Tunis. pp. 23-181.

Teuscher E, Anton R, Lobstein A. Plantes aromatiques : épices, aromates, condiments et leurs huiles essentielles. Paris : Ed. Tec&Doc ; 2005. pp. 285-289.

Uchiyama K, Naito Y, et al. *Astaxanthin protects beta-cells against glucose toxicity in diabetic db/db mice.* *Redox Rep.* 2002 ; 7(5) : 290-3.

Vaga Eugenio Encyclopédie de médecine naturelle (Français) Relié – 1 janvier 1976

Valnet, J ; PHYTOTHÉRAPIE : TRAITEMENT DES MALADIES PAR LES PLANTES.. 6° ÉD., PARIS, MALOINE, 1992, INAS/MED/185/7417

Vassart S. (2009) - Les huiles Essentielles .Ed. I.P.I, Besancon.92p

Les Références

Vetvicka V. et Matousova V., 1991. Arbres et Arbustes : 256 illustrations en couleurs. Ed GRÜND. 112p

Wada, K., Ueda, N., Sawada, H., Amemiya, N. ET Haga, M. 1997. Nat. Med. 51 (3), 283 - 285. Google Scholar

Yahyaoui N. (2005) - Extraction, analyse et évaluation de l'effet insecticide des huiles essentielles de Menthe Spicata L sur Rhyzoperlhu dominicu (F.) (Coleoptera, Bostrychidae) et Tribolium confusum (Duv.) (Coleoptera, Tenebrionidae). Thèse de Magister en sciences agronomiques, option Ecologie, INA, El-Harrach.

Zargari, UNE. 1990. Médicinal les plantes, L'Iran : Téhéran Presse universitaire. Vol. 4, 28 - 42.

Zhiri A., Baudoux D.(2005) - Essentielles chémotypées et leurs synergies: a r o m a t h é r a p i e s c i e n t i f i q u e Edition Inspir Development - rue Goethe, 1 - L-1637 Luxembourg;; ISBN : 2-919905-27-9.

Zhiri A., Baudoux D., Breda ML., 2005. Huile essentielles chémotypées et leurs synergies. Ed. Inspir développement. 46p.

Pariente L., 2001. Dictionnaire des sciences pharmaceutiques et biologiques. 2ème Ed Académie nationale de pharmacie. Paris. 1643p

Zhiri A, Baudoux D, Breda M. Huiles essentielles chémotypées. Luxembourg : Ed. Inspir development; 2008. 88 p.

Zouad Rajaa, (2012). Diagnostic territorial et développement local, un essai d'analyse en composantes principales (acp) appliquée à la wilaya de Saida, université d'Oran.

Les références électroniques

Anonyme 1 : <https://booksofdante.wordpress.com/2014/01/16/le-laurier-noble-laurus-nobilis/>

Anonyme 2: <https://www.rustica.fr/forum-jardinage/racine-laurier-t15332.html>

Anonyme 3: Les Arbres.Fr site

Anonyme 4: Tela-Botanica.Org site

Anonyme 5: (www.aromatherapie-huiles-essentielles.com).

Anonyme 6: <http://tpe-huiles-essentielles-2014-2015.e-monsite.com/pages/procede-d-extraction/l-expression-a-froid.html>

Anonyme 7: <https://www.albertvieille.com/fr/lexique/distillation-seche/>

Anonyme 8: <http://tpe-huile-essentielle.e-monsite.com/pages/i-les-differents-procedes-d-extraction-d-une-huile-essentielle/6-extraction-par-expression-a-froid-ou-par-pression-a-froid.html>

Anonyme 9: http://www.iwra.org/congress/resource/abs142_poster.pdf

Anonyme 10 : « Les roches éruptives des environs de Ménerville (Algérie) : Étude pétrographique », sur archive.org (consulté le 15 janvier 2017)

Anonyme 11: http://jubilotheque.upmc.fr/fonds/memsgf/GM_000021_006/document.pdf?name=GM_000021_006_pdf.pdf

Anonyme 12 : « Alger-roi » (consulté le 20 mars 2014)

Anonyme 13 : Ambassade d'Algérie à Prague

Anonyme 14 : Portail du monde entier

Anonyme 15 : Météo Algérie

Anonyme 16 : Présentation de la wilaya de Chlef sur le site officiel de la Wilaya

Anonyme 17:

https://fr.images.search.yahoo.com/search/images;_ylt=AwrJS9OmfMNgJmsAOSgk24IQ;_ylu=Y29sbwNpcjIEcG9zAzEEdnRpZANDMjAwOV8xBHNIYwNwaXZz?p=les+formes+des+feuilles&fr2=piv-web&fr=mcafee

Anonyme 18: <http://www.ithec.fr/>

Anonyme 19: <https://uae.fr/jetraitemoneau/calcaire-plantes-amis-ennemis/>

Anonyme 20: <https://www.yara.fr/fertilisation/pur-nutriments/soufre/soufre-dans-sol/>

Les Références

Anonyme 21: <https://www.condexatedenbay.com/quel-effet-l-eau-chloree-a-t-elle-sur-les-plantes/>

Anonyme 22: <https://distillateur-inox.fr/qualite-des-he/modeles-refractometres/>

Anonyme 23: <https://melleapothicaire.fr/les-dangers-des-huiles-essentielles/>

Anonyme 24:

https://www.academia.edu/38026198/Caract%C3%A9ristiques_physicochimiques_et_activit%C3%A9_antimicrobienne_de_lhuile_essentielle_du_Laurus_nobilis_L_au_Maroc

Anonyme 25: <https://sogemaservices.com/prestations/analyse-dhuile-hydraulique/le-tan/>

Anonyme 26 : <https://www.remedes-de-grand-mere.com/tableau-de-saponification-et-caracteristiques-huiles-savon/>

Anonyme 27: <https://booksofdante.wordpress.com/2015/03/26/les-huiles-essentielles-a-esters/>

Anonyme 28: <http://iterg.com/wp-content/uploads/2018/07/FicheinformationN3.pdf>

Anonyme 29:

<https://www.passeportsante.net/fr/Solutions/HuilesEssentielles/Fiche.aspx?doc=huile-essentielle-laurier>

Résumé

Dans le cadre de la caractérisation et valorisation de laurier noble en Algérie nous avons entrepris des prospections et des collectes des matériels végétaux à travers la wilaya de Tlemcen, Saida, Alger, et Chlef.

Une caractérisation morphométrique a été effectuée sur les principaux caractères morphologiques notés sur les arbres et les feuilles de laurier noble, des analyses des variances, des corrélations avec ACP et corrélation de Pearson ont montrés certaines différences entre les individus des quatre régions à travers ces caractères quantitatifs et qualitatifs.

Une caractérisation pédologique des sols des zones d'étude a révélé une certaine ressemblance concernant les propriétés physiques et chimiques des différents sols échantillonnés. L'extraction des huiles essentielles des quatre stations par une distillation (l'entraînement à vapeur) nous a donné des rendements variables ainsi les analyses physico-chimiques de ces huiles ont montré des résultats presque identiques dans les régions.

Mots clés : laurier noble, valorisation, caractérisation morphométrique, caractérisation pédologique, extraction de l'huile essentielle (HE), analyse physico-chimique HE.

Abstract

As part of the characterization and valorisation of laurel noble in Algeria, we undertook prospecting and collecting of plant material through the wilaya of Tlemcen, Saida, Alger, and Chlef.

A morphometric characterization was carried out on the principal morphological characters noted on the shrub and the leaves of laurel noble, analyses of variances, correlations with ACP and Pearson correlation showed some differences between individuals in the four regions through these qualitative and quantitative traits.

Pedological analyzes of the soils in the study areas revealed some similarity in the physical and chemical properties of the different samples of soil, extraction of essential oils from the four stations by distillation gave variable yields so the physico-chemical analyzes of these oils showed almost identical results in the four regions.

Key words: laurel, valorization, morphometric characterization, soil characterization, essential oil (HE) extraction, physico-chemical analysis HE.

الملخص

في إطار تقييم وتوصيف شجرة الغار في الجزائر، لقد اجرينا دراسات استقصائية وجمع المواد النباتية في ولاية تلمسان، سعيدة، الجزائر وشلف.

التوصيف الشكلي تم بواسطة المميزات الشكلية الاساسية لأشجار واوراق ورق الغار، تحليلات التباين، ارتباطات ال أسب وبيرسون اثبتوا بعض الاختلافات بين افراد الاربع مناطق عبر الخصائص الكمية والتنوعية

التوصيف البيدولوجي للتربة لمناطق الدراسة اثبتت بعض التشابهات في الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة المختلفة التي تم أخذ عينات منها. من خلال استخلاص الزيوت الاساسية للأربع مناطق بواسطة مقطر (بالبخار)، تحصلنا على مردود مختلف، التحاليل الفيزيائية والكيميائية للزيوت المستخلصة قد اعطت نتائج متقاربة للمناطق

الكلمات المفتاحية: الغار، تقييم، التوصيف الشكلي، توصيف التربة، استخلاص الزيوت الاساسية، التحاليل الفيزيائية والكيميائية.