

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث 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

TOUENTI Djamila

BENCHAI B Ghizlane

En vue de l'obtention du diplôme de MASTER

En Biologie

Option : Génétique.

Thème

**Caractérisation morpho métrique du thuya de berbérie
(*Tetraclinis articulata*) au niveau du nord-ouest Algérien**

Soutenu le 07-07-2021, devant le jury composé de :

Président	GAOUAR Semir Bechir Suheil	Professeur	Université de Tlemcen.
Examineur	BOUKHARI Rachid	M A A	ESA Mostaganem.
Encadrant	.BOURI Amina	M C B	ESA Mostaganem.

Année universitaire 2020/2021.

Remerciements

Louange à **ALLAH**, nous le glorifions, lui demandons aide et invoquons son pardon. Contre le mal de nos péchés, celui qui fut guidé, personne ne peut l'égarer et celui qui est Égaré, personne ne peut le guider. Je témoigne qu'il n'y a point de divinité digne d'adoration

Sauf **ALLAH**, l'Unique, qui n'a point d'associé.

On voudrait tout d'abord adresser du fond du cœur, nos remerciements notre directrice de thèse Madame **Bouri Amina**, Professeur à l'école supérieure agronomique à Mostaganem, d'avoir acceptée de nous encadrer et pour sa disponibilité, son aide et ses conseils.

Nous adressons nos sincères remerciements tout particulièrement à notre professeur et le responsable de la spécialité génétique **Monsieur GAOUAR SBS** pour ses conseils et pour le temps qu'il a consacré à nous apporter les idées, les outils méthodologiques à indispensables à la conduite de cette recherche.

on tient à remercier nos collègues **TEBBAL Safaa** et **KERMOUNI SERRADJ Marwane**, qui font partie de ce travail le fait qu'on a travaillé ensemble comme un groupe, pour la réalisation de ce modeste travail.

Nous tenons également à exprimer nos sincères remerciements aux tous les professeurs de la spécialité de génétique, sans exception pour leurs conseils, leurs présence, leur temps qu'ils ont bien voulu nous consacrer tout le long de ces années.

Nous remercions aussi tout l'équipe du parc national de Tlemcen en particulier les forestiers **BENAISSA Houcine** et **NEHARI Djawed** pour leur soutien, et leur disponibilité.

On veut faire part aussi aux tous les équipes et les gardes forestiers de conservation des forêts d'Oran, de Relizane , et de Ain Temouchent .

On tient à remercier infiniment nos familles **TOUENTI** et **BENCHAIIB**, nos parents, qui nous a aidé aux cous de ces années, nos frères, nos sœurs, pour leur patience, leurs encouragements, et leur soutien sans faille et permanent.

Nous tenons à remercier profondément tous ce qui a participé de loin ou de près à la réalisation de ce travail

Dédicace

Au nom de Dieu, Clément, Miséricordieux

On doit d'avouer pleinement nos reconnaissances à toutes les personnes qui nous ont soutenues durant notre parcours, qui ont su nous hisser vers le haut pour atteindre notre objectif.

C'est avec amour, respect, et gratitude, on dédie ce modeste travail :

A nos chers parents, qui nous ont toujours encouragés, pour leurs sacrifices, leurs soutiens, et leurs précieux conseils aucun hommage ne pourrait être à la hauteur de l'amour dont ils ne cessent de nous combler, que dieu leur procure bonne santé et longue vie.

A nos frères et nos sœurs qui n'ont cessé d'être pour nous des exemples de persévérance, de courage et de générosité.

A toute la famille **BENCHAIB et TOUENTI** sans exceptions.

A nos chers amis, qui nous rendent la vie plus belle.

A tous étudiants de la promotion de génétique 2021.

Et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce projet soit possible.

Sommaire

Introduction générale.....	01
----------------------------	----

Partie 01 : Revue bibliographique

I. Origine et distribution géographique.....	03
II. Importance, Production et commerce international.....	05
III. Caractéristiques botanique de <i>Thuya de barbarie</i>	06
1. Position systématique.....	06
2. Les caractères morphologiques et physiologiques.....	06
2.1. Caractères morphologique.....	06
2.2. Caractères physiologiques.....	09
IV. Génétique de <i>Tetraclinis articulata</i>	10
V. Ecologie.....	11
1. Condition climatiques.....	11
2. Altitude.....	11
VI. Composition chimique de la plante.....	12
1. L'huile essentielle du bois.....	12
2. L'huile essentielle des racines.....	12
3. L'huile essentielle des cônes.....	12
4. L'huile essentielle des graines.....	13
5. L'huile essentielle des branches.....	13
6. L'huile essentielle des feuilles.....	13
VII. Usage et propriétés thérapeutiques.....	16
1. Médecine traditionnelle.....	16
2. Autres utilisations.....	17
VIII. Huiles essentielles.....	17
1. Définition de l'huile essentielle.....	17
2. Localisation de l'huile essentielle.....	17

3. Techniques d'extraction des huiles essentielles.....	18
3.1. Les techniques conventionnelles.....	18
3.1.1 Hydro distillation.....	18
3.1.2 Extraction par entrainement à la vapeur d'eau.....	19
3.1.3 Expression à froid.....	20
3.1.4 Extraction par des solvants organiques.....	21
3.2. Les techniques innovantes.....	21
3.2.1. Extraction assistée par les ultrasons.....	21
3.2.2. Extraction assistée par les micro-ondes.....	22
3.2.3. Extraction par fluide à l'état CO2 supercritique.....	22
4. Toxicité.....	23

Partie 02 : Partie expérimental.

Chapitre 01 : Cadre d'étude

1. Situation géographique de la zone d'étude.....	24
2. Présentation de la région d'Ain temouchent.....	25
3.1. Relief, topographie et hydrographie.....	25
3.2. Propriétés climatiques et bioclimatiques.....	26
3.2.1. Précipitation.....	26
3.2.2. Température.....	27
3.2.3. Synthèse climatique.....	27
3. Présentation de la région de Relizane.....	28
3.1. Relief, topographie et hydrographie.....	29
3.2. Propriétés climatiques et bioclimatiques.....	30
3.2.1. Précipitation.....	31
3.2.2. Température.....	31
3.3. Substrat géologique.....	31
3.4. Cadre pédologique.....	32

4. Présentation de la région d'Oran.....	32
4.1. Relief, topographie et hydrographie.....	33
4.2. Propriétés climatiques et bioclimatiques.....	34
4.2.1. Précipitation.....	34
4.2.2. Température.....	34
4.3. Substrat géologique.....	34
4.4. Cadre pédologique.....	35

Chapitre 02 : Matériel et méthode

1. Objectifs du travail.....	36
2. Stations d'études.....	36
2.1. Critères du choix.....	37
2.2. Programme des sorties.....	37
3. Échantillonnages et mesures morpho-métriques.....	37
4. L'extraction des huiles essentielles.....	39
4.1. Le matériel végétal.....	39
4.2. Méthodes de préparation de l'extrait de l'huile essentiel de Thuya.....	39
4.2.1. La distillation à la vapeur d'eau.....	39
4.2.2. Le rendement d'huile essentielle.....	40
4.2.3. Méthodes de la fabrication du savon à froid.....	41

Chapitre 03 : Résultats et discussions

I. Prospection sur terrain et constations.....	42
II. Analyses statistiques.....	42
1. Paramètres quantitatifs.....	42
1.1 Analyses descriptive.....	42

1.2 Analyse de variance ANOVA 1.....	45
1.3 La corrélation de Pearson.....	46
1.4 ACP (variables).....	47
1.5 ACP (individus).....	48
1.6 CAH.....	49
1.7 Indice de Shannon et Weaver.....	50
2. Paramètres qualitatifs.....	52
2.1 Distribution des classes phénotypiques.....	52
2.2 Couleur de bille.....	52
2.3 Couleur des aiguilles.....	52
2.4 Test de Khi-deux.....	53
2.4.1 Couleur des aiguilles / région.....	53
2.4.2 La couleur des billes / région.....	54
2.5 Indice de Shannon et Weaver.....	55
2.6 ACM.....	56
3 Le rendement des huiles essentielles.....	58
Conclusion et perspective.....	59
Références Bibliographiques.	
Résumer.	

• **Liste des figures :**

Figure 01 : Aire de répartition du thuya de barbarie en méditerrané Sud-Occidentale.....	03
Figure 02 : Répartition du thuya de berbèrie dans la région de Tlemcen.....	05
Figure 03 : caryotype de <i>tetraclinis articulata</i> (Chromosome idiograms. x 1500).....	10
Figure 04 : Évolution en composés majoritaires des huiles essentielles des feuilles de <i>Tetraclinis articulata</i> au cours du séchage à l'ombre.....	14
Figure05 : Technique d'extraction par hydro distillation d'huile.....	19
Figure 06: Description schématique de la technique d'extraction à la vapeur d'eau.....	20
Figure 07 : Extraction par expression à froid.....	21
Figure 08 : Schéma de la technique d'extraction par les micro-ondes.....	22
Figure 09 : Carte géographique des zones d'étude.....	24
Figure 10 : Carte de situation géographique de la wilaya d'Ain temouchent.....	25
Figure 11 : Carte géographique de la wilaya de Relizane.....	29
Figure 12 : Carte de situation géographique de la wilaya d'ORAN.....	33
Figure 13 : Cercle de corrélation de la mensuration morpho métrique par analyse ACP.....	47
Figure 14: graphe des individus par l'analyse ACP.....	48
Figure 15: Le dendrogramme des classes par CAH.....	49
Figure 16: Classification Ascendante Hiérarchique des individus.....	50
Figure 17: Diagramme en bâton représente les différentes couleurs des billes de thuya par rapport aux région.....	52
Figure 18: Diagramme en bâton des différentes couleurs des aiguilles de thuya par rapport à chaque région.....	53
Figure 19: Graphe des variables qualitatifs pour les individus par l'analyse de l'ACM.....	57

• **Liste des tableaux :**

Tableau 01 : la systématique du thuya de berberie.....	06
Tableau 02: Stations d'études.....	37
Tableau 03 : Paramètres quantitatifs et qualitatifs étudiés.....	37
Tableau 04: l'analyse descriptive des mesures morpho-métriques des arbres (90 individus).....	43
Tableau 05: Représentation de coefficient de variation par ANOVA 1.....	45
Tableau 06 : Les résultats du test du Tuley HSD.....	46
Tableau 07: Le coefficient de corrélation de Pearson entres les paramètres quantitatifs.....	46
Tableau 08: L'indice relatif de Shannon et Weaver des différents caractères quantitatifs étudiés des génotypes de thuya.....	51
Tableau 09 : Contingence entre la couleur des aiguilles et la région.....	54
Tableau 10: Contingence entre la région et la couleur des billes.....	55
Tableau 11 : l'indice relatif de Shannon et Weaver des différents caractères qualitatif étudiés.....	56
Tableau 12 : Représentation du rendement en HE dans chaque région.....	57

• **Liste des photos**

Photo 01 : Ecorce de thuya.....	07
Photo 02 : Les aiguilles de thuya.....	08
Photo 03 : Les cônes de thuya.....	09
Photo 04 : Les rejets de souche du thuya de berbérie.....	10
Photo 05 : Vue réelle sur la forêt de madagh 2 d'Ain temouchent	28
Photo 06 : Le séchage de la plante.....	36
Photo 07 : Vue réelle sur la forêt de la vierge d'Oran	40
Photo 08 : La distillation à la vapeur d'eau.....	40
Photo 09 : l'obtention de l'huile essentielle et d'hydrolat.....	41
Photo 10 : la fabrication du savon.....	42
Photo 11 : Le résultat final du savon.....	59

- **Liste des abréviations**

HE : huile essentielle.

R : Rendement de l'huile en %.

PA : Poids de l'huile en g.

PB : Poids de la plante en g.

Crf: Circonférence de l'arbre

Ha: La hauteur.

Hp: L'houppier

Lg 1 : La longueur de branche primaire.

Lg 2 : La longueur de branche secondaire.

Lg aig : La longueur des aiguilles.

Cl aig: La couleur des aiguilles.

Cl bi : La couleur des billes.

Cm : centimètre.

N : nord.

W : Ouest.

g : Gramme.

°C : Degré Celsius.

% : le pourcentage.

Introduction générale

Depuis l'aube de l'humanité, les plantes permettent à l'homme non seulement de se nourrir, se vêtir, se loger, se chauffer, se parfumer, mais aussi de maintenir son équilibre, soulager ses souffrances, préserver et soigner les maladies qui nuisent à sa santé.

Par ailleurs les plantes aromatiques et médicinales jouent un rôle économique considérable dans le secteur des industries de l'agroalimentaire de la parfumerie des cosmétiques et de la pharmacie. **(Bruneton 1999)**.

De plus, les produits forestiers ont éveillé un intérêt considérable en Afrique au cours de ces dernières années pour leur contribution à l'économie des ménages et la conservation de la biodiversité végétale. **(Betti.2002)**.

L'Algérie, grâce à sa situation géographique, son relief, sa grande variété de climats et de sols, possède une flore variée dans les régions côtières, les massifs montagneux, les hauts plateaux, la steppe et oasis sahariennes recèle d'un patrimoine végétal important en renfermant plus de 3000 espèces végétales. **(C. Lacirignola ,2016)**.

Parmi ces plantes Médicinales on cite le thuya de berberie (*Tetraclinis articulata* Vahl Masters)) de la famille des Cupressacée, endémique du bassin méditerranéen occidental. Cette essence forestière présente une grande diversité en Algérie mais rarement ou peu valorisée (écologiquement, économiquement et surtout génétiquement).

Le thuya est utilisé en menuiserie, dans la préparation des produits cosmétiques et en médecine traditionnelle en raison de ses effets thérapeutiques, particulièrement son huile essentielle est extraite à partir de ses feuilles. **(Bourkhiss et al, 2015)**.

Malgré ses vertus , on ressent très peu d'étude surtout sur le plan génétique ; d'où l' 'intérêt de notre travail qui porte sur la caractéristiques génétique par le biais de marqueurs morphologique au niveau de trois régions Oran (foret de Vierge) ,Ain temouchent (foret de Madagh) et Relizane (foret de Zemmoura) et l'extraction des huiles essentielles à partir des feuilles.

Introduction générale

Ce mémoire est structuré de la manière suivante :

La première partie : une synthèse bibliographique.

La deuxième partie : une étude expérimentale.

La troisième partie : résultats et discussions et à la fin une conclusion avec perspectives.

Revue bibliographique

I. Origine et distribution géographique

Le thuya de berberie (*tetraclinis articulata* Vahl Master) est une plante endémique du bassin méditerranéenne, En dehors de son aire l’Afrique de nord, on le trouve aussi dans deux stations limitées tels que la province de Carthagène en Espagne et l’autre à malte (**Bourkhiss et al, 2016**).

Il pousse à des hauteurs qui oscillent du niveau de la mer jusqu’à 1800 m d’altitude dans un climat méditerranéen en zone semi-aride, on le trouve au Maroc, en Algérie et en Tunisie, (**selon Union internationale pour la conservation de la nature et de ses ressources 2011**).

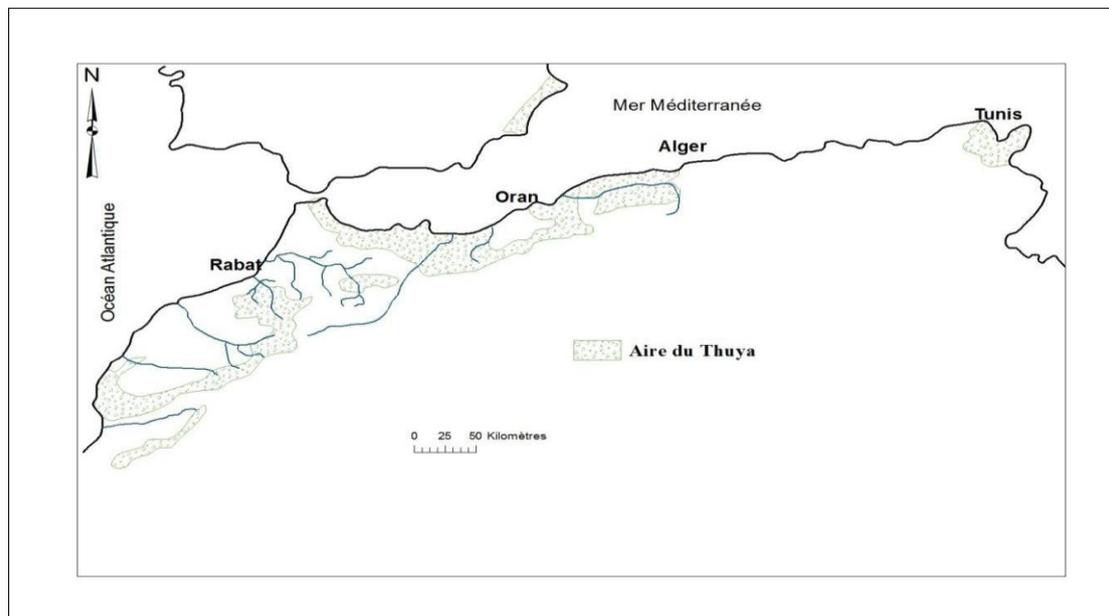


Figure 01 : Aire de répartition du thuya de barbarie en méditerrané Sud-Occidentale d’après **Quezel (1980)**, modifiée par **Hadjadj (2016)**.

Figure représente la répartition de thuya au niveau du bassin méditerranéen: Algérie, Maroc et Tunisie et deux stations limités Carthage et Malte.

Au Maroc

Il est par excellence, l'arbre du bioclimat semi-aride tempéré et chaude, les principaux massifs s'observent sur le versant méditerranéenne du Rif depuis Tétouan jusqu'à Al Houseima, le Rif oriental, les Monts de Beni-Snassène et de Dehbou, le moyen atlas surtout central, les vallées du plateau central et de la Meseta occidentale. Les Haha et idaoua-Tanane, le haut Atlas Ey l'anti atlas. C'est un arbre de basse altitude dépassant rarement 1400 m. (**Abourouh Mohamed et al, 1999. Le grand livre du foret marocain**).

Il occupe une superficie de 725000 ha. Son aire marocaine actuelle est d'environ 607900 ha localisée principalement dans les étages semi-arides océaniques et maritimes, entre le niveau de la mer et 1500 m d'altitude. **Benabid (1976)**.

En Tunisie

Le thuya de barbarie ne couvre que 30000 ha (**Boudy, 1950**), depuis les collines du Nord-Est jusqu'à une ligne allant de Bizert au Mont de Zaghouane et à Hammamat ((**Maire, 1952**). Il pousse sur le calcaire, la silice, et même sur le terrain gypseux à condition qu'il soit bien drainé (**El hamrouni, 1978**). Son aire bioclimatique semble plus étendu puisqu'on le trouve depuis l'étage aride dans ses variantes douces, tempérées ou fraîches jusqu'au niveau supérieur du subhumide tempéré et doux (**Fennane, 1987**).

En Algérie

Tetraclinis articulata occupe une superficie estimée à 160 000 ha, localisée en majorité dans la région ouest du pays. La quasi-totalité des peuplements se présentent sous forme de taillis (**Ahmed Haddad et al, 2006**).

Les chiffres avancés par l'administration des forêts varient entre 143000 ha et 130000 ha (**Letrech B-N, 1991**), et Selon **Quezel et Santa (1962)** qui ont mentionné que le thuya est très commun dans le secteur Oranais, assez commun dans le secteur Algérois et dans le sous-secteur des hauts plateaux et il est très rare dans la grande Kabylie.

Dans la région du Nord ouest d'Algérie les peuplements de thuya ne s'individualisent pas et sont le plus souvent en mélange avec le Pin d'Alep. On les trouve dans les circonscriptions de Cherchel, Média, Ténes, et Theniet el Had sous forme de vieux taillis dégradés par les incendies, ils se trouvent aussi dans les régions de Delles et Lakhdaria sous forme de pied isolé et petit bouquet puis dans la vallée de l'oued sahel vers

M'Chandella sur le piémont sud de lalla Khadîdja du Djurdjura (Lapie et Maige, 1914 et Hadjadj Aoual, 1995).

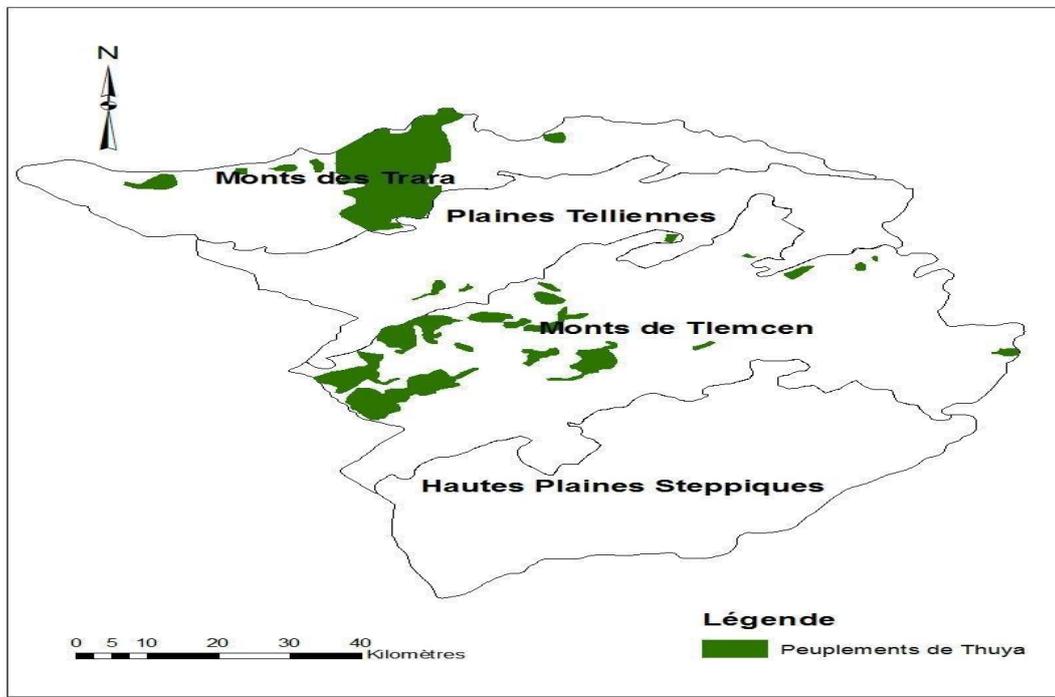


Figure 02 : Répartition du thuya de Berberie dans la région de Tlemcen (Hadjadj, 2016).

II. Importance, Production et commerce international

Le thuya de Berbérie, (*Tetraclinis articulata*), espèce résineuse, thermo xérophile, de la famille des Cupressacées, constitue un élément important dans la végétation forestière nord-africaine puisqu'il couvre plus d'un million d'hectare (EL MOURIDI, 2011).

Cet arbre joue un rôle socio-économique important dans le domaine de l'artisanat, et ce, grâce à son bois de grande valeur employé en ébénisterie et à son écorce riche en résine dont les extraits sont utilisés dans la fabrication de certains vernis (Montassir et al., 2017; Mhirit et Benchekroun , 2006).

La Tétracлинаie a un rôle important aussi dans la production de miel, car elle est riche en lamiacées (*Thymus subsp*, *Artemisia subsp*, *Lavandula subsp*,...etc.). Elle permet un rendement élevé en nectar, ce qui donne au miel qui en résulte une excellente qualité.

Le thuya présente également un grand intérêt pour les reboisements des terrains médiocres, c'est une essence locale qui s'accommode au climat sec déshérité, très rustique et offre le grand avantage de rejeter de souche (**BOUDY, 1952**).

III. Caractéristiques botanique de Thuya de barbarie

1. Position systématique

Le thuya de barbarie (*Tetraclinis articulata* Vahl master) a été décrit par **Vahl (1791)** sous le nom de thuya articulata , par la suite il a été reporté au genre *Tetraclinis* par **Benth (1883)** et **Maire (1952)**.

Du point de vue taxonomique, cette essence fait partie de :

Tableau 01 : la systématique du thuya de berberie. (**Quezel et Santa, 1963**).

Embranchement	Spermatophytes
Sous – embranchement	Gymnospermes
Ordre	Coniferales
Famille	Cupressacées
Sous – famille	Caliitroide
Genre	<i>Tetraclinis</i>
Espèce	<i>Tetraclinis articulata</i>

NB : Tetra du grec tettara : 4 ; Kliné : lit.

2. Les caractères morphologiques et physiologiques

2.1 Caractères morphologiques

Tetraclinis articulata est un arbre souvent petit et buissonnant de 6 à 15 m de hauteur (rarement 20m) et d'un diamètre de 0.5 m (rarement 1m), parfois avec deux ou plusieurs troncs à la base (**Farjon, 2005**).

Le système racinaire : Les racines de thuya sont généralement traçantes et peuvent aussi être pivotantes dans des situations particulières. Elles donnent un réseau serré et dense pour fixer solidement l'arbre dans les sols rocheux et déclives. Cette espèce émet abondamment les rejets de souche jusqu'à un âge très avancé (**Fennane, 1984**).

L'écorce : Il est **crevassé** dans les deux sens, peu épaisse et forme une sorte de quadrillage serré. Il contient des canaux résinifères renfermant une résine exploitable (gomme sandaraque) (**Boudy, 1952**).



Photo 01 : Ecorce de thuya. (**TOUENTI et al, 2019**)

Les rameaux : Les rameaux verts et articulés (**Quezel et Santa, 1963**) sont recouverts de feuilles en très petites écailles de 1 à 18 mm de long et 1 à 1.5 mm de large (**Farjon, 2005**), opposées mais paraissant verticillées par 4, en partie soudées à la tige dont chaque entre nœud est entouré par 4 feuilles (**Quezel et santa, 1963**).

Le bois : est très léger, tendre et aromatique. Il peut se fendre facilement (**Nichane, 2010**) et résiste bien à la pourriture (**Bouayad Alam, 2015**).

Comme toutes les essences résineuses ou conifères, a une structure simple et homogène « structure homoxylée ». Il est caractérisé par la présence de cellules, assurant le soutien et la conduction de la sève, les trachéides, munies de ponctuations aréolées (**Haddad et al, 2005**).

Les feuilles : Se sont réduites à des écailles aplaties, allongées et opposées- décussées. Les feuilles sont en aiguilles bleutées, de 1-2 cm chez les jeunes plantes. Elles vont ensuite, chez les plantes adultes, laisser la place aux feuilles en écailles, persistantes, opposées et plus ou moins verticillées par 4. (**Boudy, 1952**).



Photo 02 : Les aiguilles de thuya (**BENCHAIB et al, 2019**).

Les fleurs : Les fleurs monoïque, de couleur brune sont aussi petites que les feuilles, et se trouvent à l'extrémité des rameaux (**Baba Aissa, 2000**).

Les fruits : Ce sont des cônes verts de 10 à 15 mm de long, devenant marron prématurité (**Farjon, 2005**), constitués de 4 valve munies au sommet d'un appendice plat et réfléchi (**Quezel et santa, 1963**).

Les grains : sont allongées de 5 mm de long et 2 mm de large (**Fasla, 2009**), portent dans chaque cote, deux fines ailes de 3 à 4 mm de long (**Farjon, 2005**). Elles ont entre trois et six cotylédons (**Bajaj, 1996**).



Photo 03 : Les cônes de thuya (TOUENTI et BENCHAIB 2021).

III.2.2. Caractères physiologiques

Tetraclinis articulata est une essence monoïque, qui dépasse rarement 6 à 8 m de hauteur et atteint 30 cm en diamètre en moyenne. Quelques vieux sujets, jusqu'à 20 m de haut pour 1 m de diamètre ont été observés, mais cela reste très rare (HADJADJ-AOUL et *al.*, 2009). L'arbre fleurit en automne (octobre) et fructifie l'été suivant (juin, juillet). Cette fructification démarre vers l'âge de 15 ans et se poursuit jusqu'à un âge très avancé. L'ouverture des cônes, qui reste comme pour beaucoup d'espèces conditionnées par la chaleur, n'a lieu qu'à la fin de l'été (BOUDY, 1952).

La production des graines est relativement bonne, voire très bonne et le problème de régénération naturelle par semis n'est pas freiné par la quantité des semences produite (HADJADJ-AOUL, 1995). La longévité des semences dure 6 à 8 mois (EMBERGER, 1938 ; GRECO, 1967). La dissémination des graines reste limitée et le plus gros des semences se retrouve au pied même de l'arbre, contrairement au Pin d'Alep beaucoup plus anémochore (ACHERAR, 1981). Par ailleurs, le thuya de Berbérie est l'un des rares résineux à rejeter de souche et ce jusqu'à un âge très avancé, 400 ans environ (BOUDY, 1952). C'est ce qui donne la physionomie de taillis à ces peuplements et a sans doute contribué de manière significative à son maintien dans les massifs boisés nord-africains (HADJADJ- AOUL, 1995). Les plantules sont très semblables à celles du pin d'Alep, avec lesquelles d'ailleurs elles peuvent

être confondues. En effet, toutes deux présentent durant la première année de petites feuilles en aiguilles d'un centimètre environ. Ce n'est que plus tard que les petites feuilles de la plantule du thuya s'imbriquent telles des écailles par quatre pour donner de petits rameaux articulés caractéristiques. Cela donne un feuillage très léger et ainsi le couvert du thuya reste suffisamment lumineux (HADJADJ-AOUL, 1995).



Photo 04 : Les rejets de souche du thuya de berbérie. (BENCHIAB et TOUENTI 2019)

III. Génétique de *Tetraclinis articulata*

Le thuya de barbarie est une espèce monoïque diploïde possédant un nombre chromosomique $2n=22$.

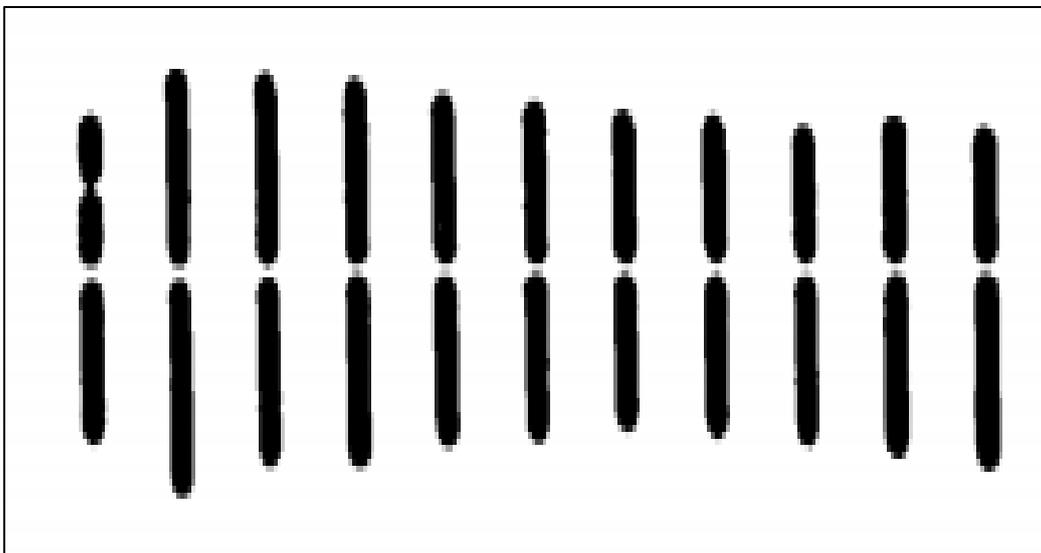


Figure 03: caryotype de *tetraclinis articulata* (Chromosome idiograms. x 1500).(HAIR, 1968).

IV. Ecologie

le thuya a depuis longtemps été considéré comme essence forestière de seconde ordre , malgré sa vitalité physiologique et sa longévité , sa résistant remarquable aux différents facteurs de dégradation , sa faible exigence écologique vis-à-vis de la nature du sol et des précipitations .

1. Conditions climatiques

Le thuya est une essence de lumière thermophile et xérophile caractérisée par ses faibles exigences en eau 300 à 500 mm / an. Son optimum écologique est lié à l'étage bioclimatique semi-aride à variante tempérée douce, chaude et très chaude aussi se développe en étage subhumide à variante chaude, douce et tempérée sur sol filtrant (calcaire), il craint les froids humides et préfère les expositions chaudes (Quezel, 2000).

Alors en Algérie le thuya occupe essentiellement l'étage semi-aride, étage le plus répandu d'ailleurs en Oranie. Il peut déborder dans le subhumide à la faveur de l'altitude (Hadjadj Aoual, 1988). Elle a été observé dans différents secteurs ou la pluviométrie se situe ente 300 et 700 mm/an n'intéressent pas de grandes étendues (algérois).

Son optimum devrait se situer entre 300 et 500 mm/an (valeur du littoral oranais) (Hadjadj, 1995).

2. Altitude

Le thuya ne se trouve pas en hautes altitudes, mais plutôt sur les plateaux dans la basse et moyenne altitude , Sa limite supérieure est de 1800 mètres (Grand Atlas), sa limite inférieure est variable, il va jusqu'au bord de la mer mais dans le grand Atlas il n'apparaît qu'à 800 ou 1000 mètres d'altitude (Boudy, 1952).

En Algérie le thuya existe en altitude maximale de 1400 m en montagne sèche (Djebel Reguirat), on le trouve jusqu'au bord de la mer dans la région de Mostaganem (Hadjadj Aoual, 1995). En haute altitude, le thuya se trouve écarté par des essences plus résistantes aux froids tels que le Chêne vert et le Genévrier oxycèdre. (Alcaraz, 1982) et (Hadjadj Aoual, 1995).

Dans les Monts de Tlemcen, l'essence, occupe le bas de l'étage méso-méditerranéen, néanmoins on observe son installation à des altitudes entre 1000 et 1020 m dans ce même étage (Benab dellah,2011).

V. Composition chimique de la plante

Plusieurs travaux ont été effectués sur la composition chimique des huiles essentielles de *Tetraclinis articulata*. En général, elles concernent la composition de l'huile essentielle d'un seul ou bien de diverses parties du végétal (feuilles, rameaux, cônes, branches, graines, racines et bois ou sciure du bois).

1. L'huile essentielle du bois

À notre connaissance, huit publications font état de la composition chimique des huiles essentielles du bois et de la sciure du bois de *T. articulata* :

- Le composé majoritaire de l'huile essentielle du bois de thuya de l'Oued Cherrat (Maroc) est le carvacrol (28,0%), suivi de p-méthoxythymol (22,1%), le thymohydroquinone (16,1%), le cédrol (7,2%), le terpinén-4-1-ol (5,4%) et l' α -pinène (3,8%) (**Ait Igri et al, 1990**).

Zrira et al. (2005) ont déterminé la composition chimique de 2 échantillons de la sciure du bois récoltés dans les régions de khemisset (80 km nord de Rabat, Maroc) et d'Aoulouz (600 km sud de Rabat, Maroc). Le carvacrol (21,3%, 36,4%), l' α -cédrene (10,1%, 13,1%), le Synthèse bibliographique 11 cédrol (1,0%, 7,3%) et le terpinèn-4-ol (2,8%, 6,0%) sont les principaux composants respectivement.

2. L'huile essentielle des racines

Une seule étude concerne l'huile essentielle des racines de *T. articulata* prélevées dans la région de Zaghouan (**Tékaya-Karoui et al, 2007**). Ce travail réalisé en Tunisie fait état d'une composition très riche en camphène (70,2%). Elle renferme aussi une quantité appréciable en acétate de bornyle (16,6%), suivi par le γ -cadinène (2,9%) et le camphène (1,6%).

3. L'huile essentielle des cônes

D'après nos recherches, seulement trois études concernent l'huile essentielle des cônes de *Tetraclinis articulata* (**Buhagiaret al., 2000 ; Tékaya-Karoui et al., 2007 ; Chikhouné et al., 2013**). Ces études, réalisées en Malte et en Algérie, rapportent une composition chimique dominée par l' α -pinène (68,2% en Malte, 57,5-75,0% en Algérie), suivi par le limonène (16,6% et 10,6-20,9%). Nous notons également la présence de β -myrcène (3,6-10,6%) dans l'huile essentielle d'Algérie (**Chikhouné et al. 2013**). Par contre, **Tékaya-Karoui et al. en 2007**, rapportent une composition très différente. Cet échantillon originaire de Tunisie

renferment plusieurs composés présents en quantités appréciables : p-cymèn-8-ol (10,4%), trans-pinocarvéol (6,1%), acétate de fenchyle (5,1%) et carvone (5,3%).

4. L'huile essentielle des graines

Un seul échantillon d'huile essentielle des graines de thuya récoltées à Msida (Malte) contient deux composés majoritaires : l' α -pinène (46,3%), et le limonène (25,3%). D'autres composés sont présents en quantités appréciables, il s'agit de : germacrène D (5,0%), acétate de bornyle (2,2%), sabinène (1,7%), myrcène (1,5%), camphre et β -caryophyllène (1,1%) (**Buhagiar et al., 2000**).

5. L'huile essentielle des branches

Au Maroc (Essaouira, Oued Cherrat), deux compositions des huiles essentielles des brindilles ont été mises en évidence. La première est dominée par l' α -pinène (37,2%) et le limonène (23,3%) (**Bourkhiss et al., 2007c**), tandis que le deuxième échantillon est caractérisée par la prédominance de l'acétate de bornyle (30,5%), suivi par le camphre (18,6%) et le bornéol (10,2%) (**Ait Igri et al. 1990**).

- L'huile essentielle des branches de thuya prélevées également au Maroc (Khemisset) contient l' α -pinène (30,2%) et le limonène (22,3%) comme composés majoritaires. On note également la présence du widdrol (5,4%) et de l'acétate de bornyle (4,8%) (**Bourkhiss et al., 2007a, 2010b**).

- L'huile essentielle des branches terminales (ligneuses et non ligneuses) de Malte est caractérisée respectivement par l' α -pinène (31,0% ; 46,4%), suivi par l'acétate de bornyle (19,1% ; 19,9%), le camphre (18,1% ; 7,3%) ; et le limonène (3,8% ; 6,2%) (**Buhagiar et al., 2000**).

- En Tunisie, les principaux composants dans l'huile essentielle des branches terminales (non ligneuses) étaient le muurolène (29,0%) et le 4,6-diméthylloctane-3,5-dione (22,4%) tandis que le camphène (43,2%), le (Z)- β -ocimène (11,7%) étaient les composés majoritaires dans les branches terminales (ligneuses) (**Tékaya-Karoui et al., 2007**).

6. L'huile essentielle des feuilles

La composition chimique des huiles essentielles des feuilles fraîches et sèches de thuya prélevées au mois de décembre dans la région de Marrakech est dominée respectivement

Par l' α -pinène (41,0% ; 23,0%) et l'acétate de bornyle (20,6% ; 36,4%) (Achak et al., 2009). En revanche, dans un autre échantillon récolté au mois de janvier dans la même région, les auteurs identifient l'acétate de bornyle (26,8%) et le camphre (22,4%) comme composés majoritaires, suivis par l' α -pinène (7,2%) et le bornéol (6,4%) (El Jemli et al., 2016).

Enfin, une autre étude porte sur l'évolution des composés majoritaires des huiles essentielles extraites des feuilles de thuya de Berbérie de provenance du Maroc, au cours du séchage à l'ombre (**Figure 04**). Les composés majoritaires sont l'acétate de bornyle (30,6%), le camphre (18,6%), l' α -Pinène (16,8%), le limonène (5,7%) et le Bornéol (4,7%). La concentration cumulative de ces cinq principaux constituants est passée de 61,1%, le premier jour, à 65,3% le treizième jour du séchage à l'ombre. Elle atteint son maximum, soit 70,8%, au septième jour du séchage. Ils soulignent également des fluctuations irrégulières durant la période de séchage. À titre d'exemple, l' α -pinène varie de 23,54%, le premier jour, à 28,78% le treizième jour, tandis que l'acétate de bornyle évolue de 30,74% à 22,27% pendant la même Synthèse bibliographique 14 périodes. Les autres constituants demeurent pratiquement constants durant la période de stockage (**Bourkhiss et al., 2009b**).

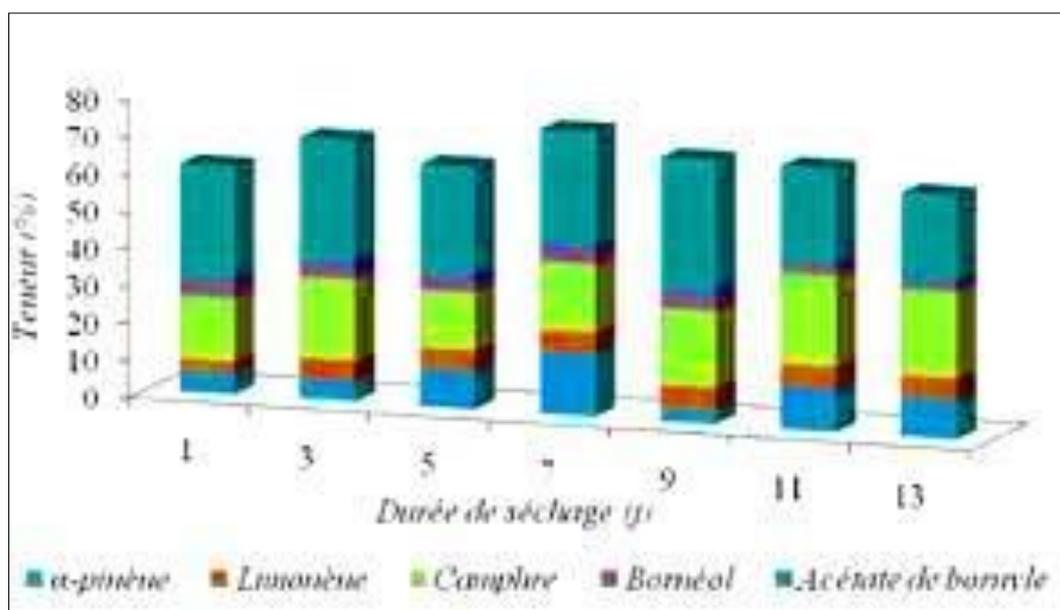


Figure 04: Évolution en composés majoritaires des huiles essentielles des feuilles de *Tetraclinis articulata* au cours du séchage à l'ombre.

- **Au Maroc**

Dans région d'Amsa (près de Tétouan), le composé majoritaire est le camphre (19,1%), suivi de l'acétate de bornyle (16,5%) et de bornéol (9,6%) (**Barrero et al. , 2005**).

L'étude menée par **Bourkhiss et al. (2007c)** sur *Tetraclinis articulata* (Vahl) provenant de la région d'Essaouira ont montré que l'huile essentielle des feuilles est caractérisée par la prédominance du camphre (31,6%) et de l'acétate de bornyle (25,4%).

Dans la région de Khemisset, deux compositions ont été mises en évidence, dont le composé majoritaire est l'acétate de bornyle (30,7% ; 30,6%, respectivement) suivi par l' α -pinène (23,5% ; 16,8%, respectivement) et le limonène (23,31% ; 5,7%, respectivement). Le camphre est également présent à des teneurs appréciables (17,3% et 18,6%, respectivement) (**Bourkhiss et al, 2007b, 2009a, 2010b**).

La composition chimique des huiles essentielles des feuilles fraîches et sèches de thuya prélevées au mois de décembre dans la région de Marrakech est dominée respectivement par l' α -pinène (41,0% ; 23,0%) et l'acétate de bornyle (20,6% ; 36,4%) (**Achak et al., 2009**). En revanche, dans un autre échantillon récolté au mois de janvier dans la même région, les auteurs identifient l'acétate de bornyle (26,8%) et le camphre (22,4%) comme composés majoritaires, suivis par l' α -pinène (7,2%) et le bornéol (6,4%) (**El Jemli et al., 2016**).

- **En Algérie**

Benali Toumi et al. (2011) ont effectué une étude sur des échantillons des feuilles de *Tetraclinis articulata* prélevées dans trois régions différentes de l'Ouest algérien : El Haçaiba (Sidi Bel Abbés), Ouled Mimoun (Tlemcen) et Frenda (Tiaret). Les composés majoritaires présentent une variabilité quantitative et sont respectivement, le camphre (26,7% ; 31,6% ; 23,4%), l'acétate de bornyle (25,8% ; 17,1% ; 24,6%), le bornéol (12,9% ; 14,3% ; 6,6%), le limonène (2,7% ; 3,0% ; 10,1%) et l' α -pinène (3,7% ; 6,5% ; 11,3%). Dans la région d'Alger, les composés majoritaires sont respectivement l' α -pinène (24,9% ; 19,8%) et l'acétate de bornyle (40,2 ; 59,2%) dans deux échantillons prélevés, respectivement dans deux stations différentes : Hammam Melouane et Tipaza (**Chikhoune et al., 2013**). On note aussi la présence du camphre, mais à faibles teneurs (2,3% ; 4,8%, respectivement).

La composition chimique de l'huile essentielle des feuilles de *Tetraclinis articulata* provenant de la région de Ghazaouet (Tlemcen), est nettement dominée par l'acétate de bornyle (52,1%) suivi de caryophyllène (7,51%), de germacrène D (5,6%) et de l'oxyd

de caryophyllène (5,0%). Par contre, le camphre est également présent à une très faible teneur (2,1%) (**Abi-Ayad et al., 2013**).

Une seule étude porte sur la composition chimique des huiles essentielles des parties aériennes de *Tetraclinis articulata*. Très récemment, **Bouayad Alam et al. (2014)** ont identifié, par CPG-SM, 54 constituants dont l' α -pinène (32,0%) est le composé majoritaire, suivi par le cédrol (11,0%), le 3-carène (9,6%), le limonène (4,3%), le sabinène (4,3%) et le (E)- β -caryophyllène (4,0%).

VI. Usage et propriétés thérapeutiques

1. Médecine traditionnelle

Cette essence forestière est très utilisée en médecine traditionnelle en raison de ses multiples effets thérapeutiques. En effet, différentes parties du thuya sont préconisées dans le traitement des infections intestinales, des douleurs gastriques, des maladies respiratoires, du diabète, de l'hypertension et de la fièvre (**Zahir et Rahmani, 2020**).

Au Maroc, les populations locales utilisent cette essence forestière dans la médecine traditionnelle. Les différentes parties de l'arbre particulièrement les feuilles et les rameaux, sont utilisées dans le traitement des infections intestinales et respiratoires. (**Bellakhdar et al, 1997**).

En Tunisie et dans d'autres pays d'Afrique du nord, il est utilisé en médecine traditionnelle humaine et vétérinaire, en particulier contre les maux intestinaux et respiratoires et contre les infections cutanées (**Le Floc'h ,1983 ; Buhagiar et al, 2000**).

Les feuilles de Thuya sont utilisées par la population rurale Algérienne en médecine traditionnelle. **Amar (2001)** a noté les utilisations dans les domaines suivants :

- * Les soins dentaires, pour l'élimination des noircissements et traitement des caries dentaires.
- * Les feuilles de Thuya sont utilisées en décoctions par addition de quelques gouttes de vinaigre et du sel, en procédant à un brossage léger des dents.

- * En mélange avec du zest de grenadine, elles sont très utiles et efficaces pour calmer les troubles digestifs, les nausées, les problèmes respiratoires

2. Autres utilisations

- **Le bois** de thuya est utilisé surtout dans le secteur artisanal en menuiserie et en ébénisterie (**Hadjal-Chebheb, 2014**).
- **La gomme** sandaraque produite par *Tetraclinis articulata* est totalement exportée à l'étranger. Elle est utilisée dans la fabrication de vernis de luxe et en industrie pharmaceutique (**Bellakhadar 1997 et Boudy 1952**).
- **La résine** du thuya (la sandaraque) est utilisée dans:

L'industrie pour préparer les vernis, les laques, et est particulièrement évaluée pour préserver les peintures (**Farjon, 2005**).

La préparation des lames microscopique en remplaçant le baume de Canada (**Fasla, 2009**).

Les ciments dentaires et en fumigation (**Seth, 2004**).

Elle servirait surtout à la fabrication de colle (**Mered Chiali, 1973**).

VII. Huiles essentielles

1. Définition de l'huile essentielle

Ce sont des substances huileuses, volatiles, d'odeur et de saveur généralement fortes, extraites à partir des différentes parties de certaines plantes aromatiques, par les méthodes de distillation, par enfleurage, par expression, par solvant ou par d'autres méthodes (**Belaiche, 1979 ; Valnet, 1984 ; Wichtel et Anthon, 1999**). Pour **Bruneton (1999)**, les huiles essentielles (= essences = huiles volatiles) sont « des produits de compositions généralement assez complexes renfermant des principes volatils contenus dans les végétaux et plus ou moins modifiés au cours de la préparation ».

La norme française **AFNOR NF T75-006** définit l'huile essentielle comme: « un produit obtenu à partir d'une matière première végétale soit par entraînement à la vapeur, soit par des procédés mécaniques à partir de l'épicarpe de Citrus, et qui sont séparés de la phase aqueuse par procédés physiques » (**Garnero, 1996**).

2. Localisation de l'huile essentielle

Selon **Bruneton (1999)**, les huiles essentielles n'existent quasiment que chez les végétaux supérieurs, les plantes capables d'élaborer les constituants qui composent ces huiles essentielles sont connues sous le nom de plantes aromatiques, réparties dans un

nombre limité de familles, ex : Myrtacées, Lauracées, Rutacées, Lamiacées, Astéracées, Apiacées, Cupressacées, Poacées, Zingibéracées, Pipéracées, etc.

Les huiles essentielles se trouvent dans tous les organes de la plante : racines, fruits, graines, fleurs, feuilles, écorces, bois, etc. ... Elle se forment dans des cellules spécialisées le plus souvent regroupées en canaux ou en poches sécréteurs et elles sont ensuite transportés dans différents parties de la plante, lors de croissance de cette dernière (**Bernard et al , 1988**).

3. Techniques d'extraction des huiles essentielles

L'extraction des huiles essentielles de la matière végétale peut être réalisée au moyen de plusieurs techniques, le choix de ces dernières dépend de la localisation histologiques de l'huile dans le végétal et de son utilisation (**Marouf et Tremblin, 2009**).

Certains auteurs les classifient en deux groupes : Les méthodes conventionnelles dites classiques et les méthodes innovantes.

3.1. Les techniques conventionnelles

3.1.1. Hydro distillation

C'est la technique la plus simple et la plus répandue pour extraire les huiles essentielles, elle est utilisée depuis des siècles (**Meyer-Warnod, 1984**). Historiquement Avicenne (980-1037) a été le premier à développer l'extraction avec un alambic pour obtenir l'huile essentielle pure de rose.

L'hydro distillation par le système Clevenger est recommandée par la troisième édition de la Pharmacopée Européenne pour la détermination des rendements en HE. Ce système permet le recyclage des condensats. par un système de cohobation (**Bohra et al., 1994 ; Asbahani et al., 2015**).

Le principe consiste à immerger directement la matière végétale à traiter dans un ballon rempli d'eau qui est ensuite porté à ébullition, les vapeurs hétérogènes vont se condenser sur une surface froide et l'HE sera alors séparé par différence de densité (**Bruneton, 1993 ; Ferhat et al., 2010**). Le chauffage permet l'éclatement des glandes contenant l'huile essentielle dans la structure végétale puis la libération des molécules volatiles.

La turbo distillation est une variante optimisée de cette technique, elle a l'avantage de réduire le temps de distillation, de la consommation énergétique et d'obtenir des rendements élevés. Par ailleurs, c'est une technique de choix pour les épices ou les bois dont les huiles essentielles sont difficiles à extraire (Fernandez et Chemat, 2012).

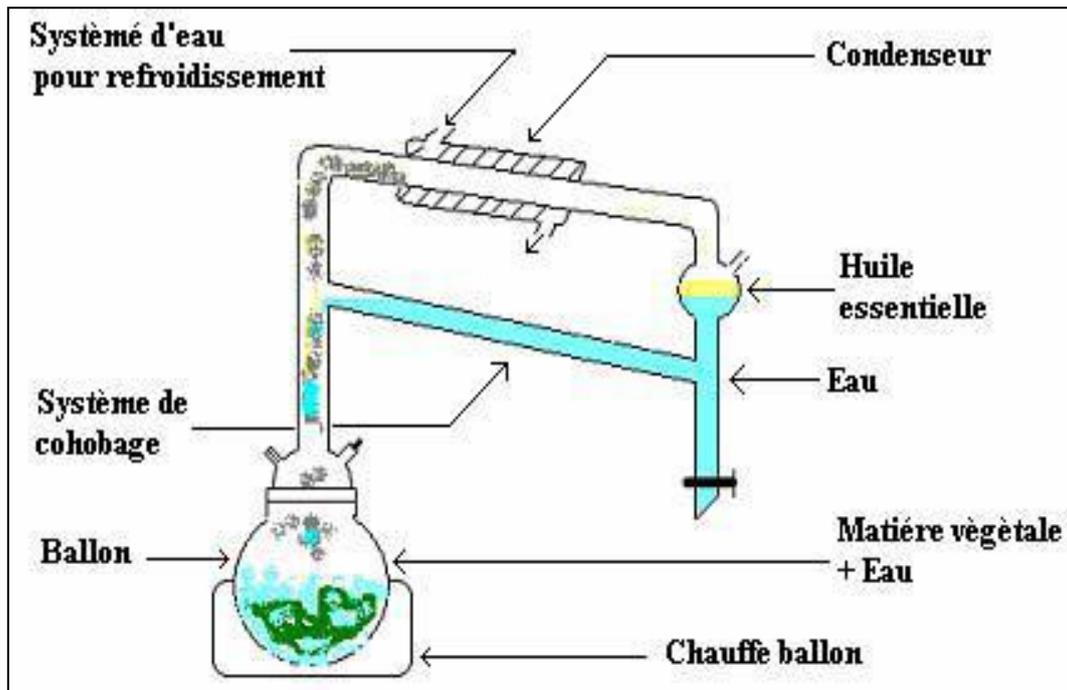


Figure 05: Technique d'extraction par hydro distillation d'huile (Hernandez Ochoa, 2005).

3.1.2. Extraction par entraînement à la vapeur d'eau

C'est le moyen le plus répandu pour l'obtention des huiles essentielles dans les entreprises de petite taille et plus généralement dans l'industrie. Contrairement à l'hydro distillation, il n'y a pas de contact direct entre la matière végétale et l'eau et c'est la vapeur ascendante qui est le vecteur d'extraction (Masango, 2005).

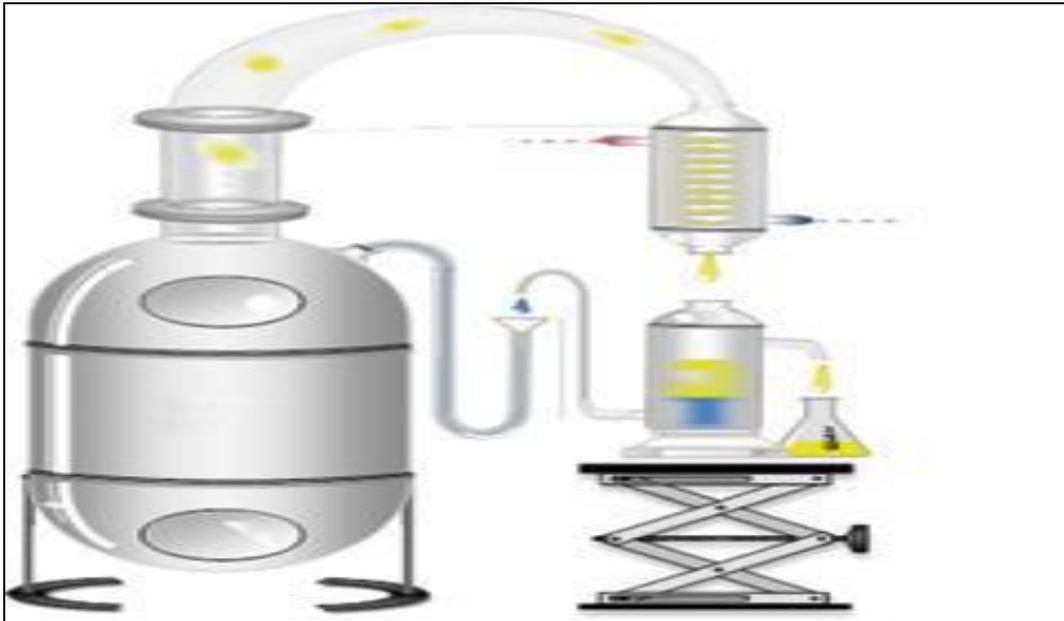


Figure 06 : Description schématique de la technique d'extraction à la vapeur d'eau
(Li et al. 2014).

3.1.3. Expression à froid

L'expression à froid est une extraction sans chauffage réservée aux agrumes (citron, mandarine, orange, pamplemousse). Le principe de ce procédé mécanique consiste à éclater les minuscules vésicules et les poches à essences. L'essence ainsi libérée est entraînée par un courant d'eau. Le procédé consiste à fixer le fruit sur une coupe équipée de lames et une seconde coupe pour l'enfermer. Un couteau circulaire creuse un trou à la base du fruit. L'application d'une pression sur les parois du fruit entraîne l'extraction du jus qui va être transporté jusqu'au collecteur pendant que l'essence est extraite de la peau et collectée à l'aide d'un jet d'eau. L'émulsion eau-essence est ensuite séparée par décantation. L'intérêt de cette technique réside dans l'obtention d'essence n'ayant pas subi de modification chimique liée à la chaleur. De même, elle est couplée avec la production du jus de fruit (Bas er & Buchbauer, 2010 ; Wilson2010).

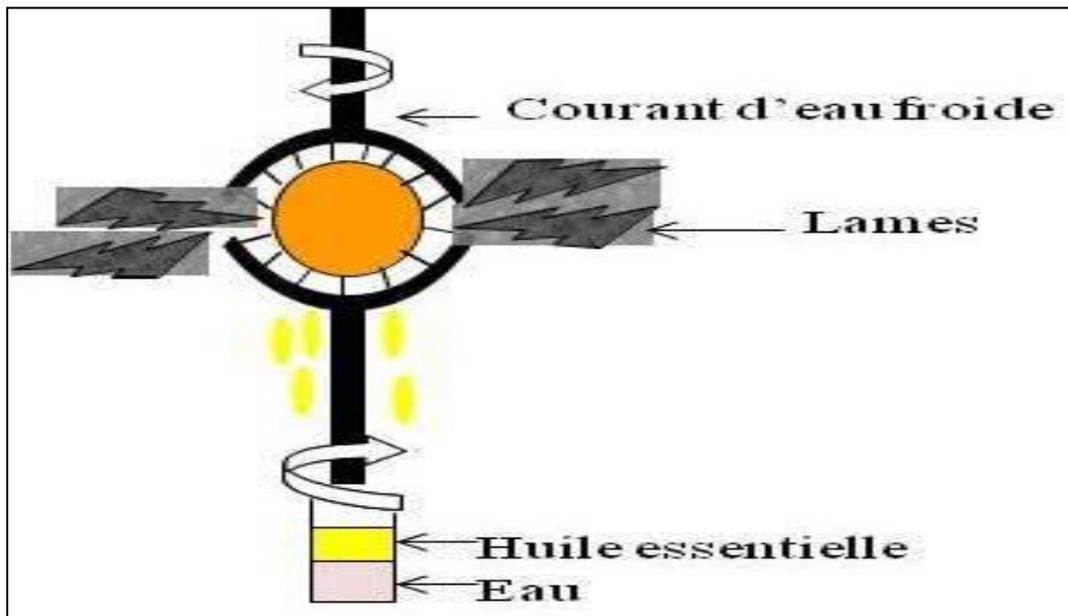


Figure 07 : Extraction par expression à froid.

3.1.4. Extraction par des solvants organiques

Cette technique consiste à placer dans un extracteur, un solvant volatile et la matière végétale à traiter. Grâce à des lavages successifs, le solvant va se charger en molécules aromatique, avant d'être envoyé au concentrateur pour y être distillé à pression atmosphérique (Hernandez 2005).

Cependant, les rendements sont généralement plus importants par rapport à la distillation et cette technique évite l'action hydrolysant de la vapeur d'eau. Les solvants les plus utilisés à l'heure actuelle sont : l'hexane, cyclohexane, l'éthanol, moins fréquemment le dichlorométhane et l'acétone. (Lucchesi 2005).

3.2. Les techniques innovantes

Les techniques conventionnelles permettent d'obtenir des extraits de qualité équivalente mais dans des délais plus courts par rapport à ceux des techniques traditionnelles (Fernandez et Chemat, 2012).

3.2.1. Extraction assistée par les ultrasons

L'extraction par les ultrasons est une technique de laboratoire développée en 1950 (**Vinatoru, 2001**). Cette technique permet de mettre le matériel végétal en contact avec le solvant (eau ou solvant organique) est immergé dans un bain à son cation maintenu à une agitation constante.

3.2.2. Extraction assistée par les micro-ondes

L'avantage de ce procédé est de réduire considérablement la durée de distillation et incrémenter le rendement (**Lucchesi, et al, 2004**).

Cette technique repose sur le fait que le matériel végétal est placé dans un réacteur au sein d'un four micro-ondes sans ajout d'eau ou de solvant. Le chauffage interne de l'eau contenue dans la plante permet d'en dilater ses cellules et conduit à la rupture des glandes et des réceptacles oléifères, donc l'HE sera libérée et évaporée avec l'eau de la plante (**Wang, et al, 2006**).

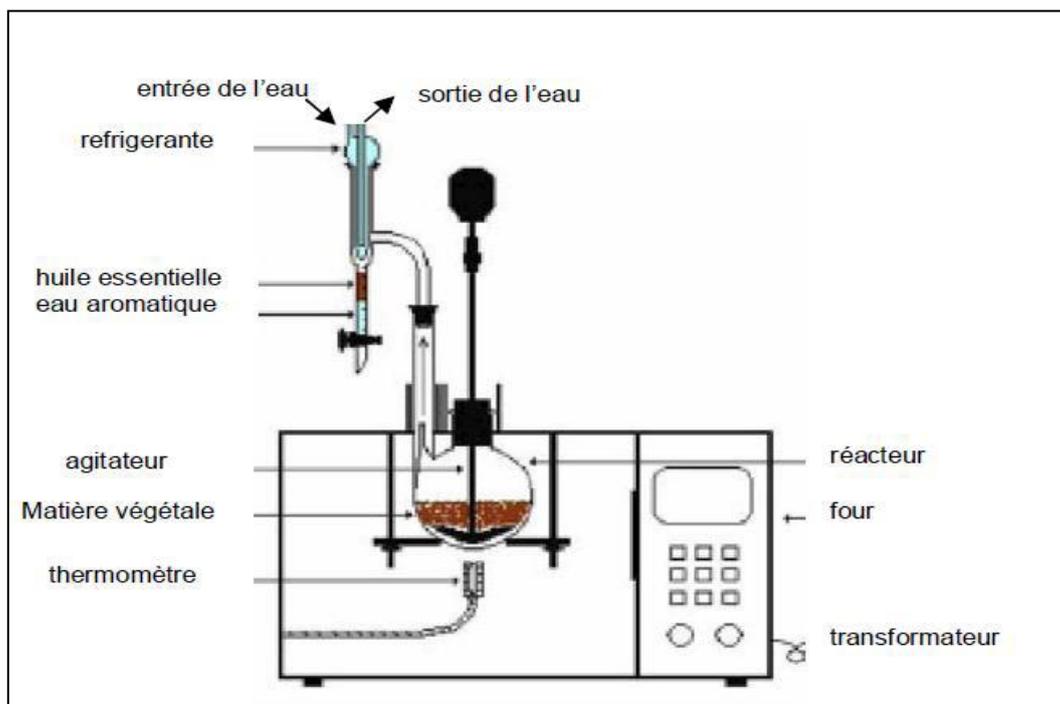


Figure 08 : Schéma de la technique d'extraction par les micro-ondes (**Lagunez-Rivera, 2006**)

3.2.3. Extraction par fluide à l'état CO₂ supercritique

L'originalité de cette technique provient de l'utilisation de solvants dans leur état supercritique, c'est-à-dire dans les conditions de température et de pression où le solvant se trouve dans un état intermédiaire aux phases liquide et gazeuse et présente des propriétés

physico chimiques différentes. Le principe se base généralement sur le CO₂ pour sa facilité d'obtentions à ses pressions et températures critiques. (**Leszczynska, 2007**).

Le CO₂ est liquéfié par refroidissement et comprimé à la pression d'extraction choisie, ensuite il est injecté dans l'extracteur contenant le matériel végétal. Après le liquide se détend pour se convertir à l'état gazeux afin d'être conduit vers un séparateur où il sera séparé en extrait et en solvant. (**Chemat2009**).

4. Toxicité

La plupart des études mentionnent que le thuya de barbarie n'est pas toxique (**Zahir et al , 2020**) .Son innocuité a été mise en évidence chez les souris (**Jemli et al , 2016**) et les rats (**Sadiki et al , 2018**) .

Plus intéressant encore est le résultat d'une investigation qui a démontré que l'extrait aqueux brut des feuilles de *T. articulata* la région d'Oran ne présente pas de cytotoxicité à l'égard des cellules primaires du foie de porc (**Rached et al ,2018**).

Partie expérimentale

I. Cadre d'étude

1. Situation géographique de la zone d'étude

A l'ouest algérien, le thuya se cantonne exclusivement dans l'étage bioclimatique semi-aride à variante chaude, douce, et même fraîche pouvant se développer à une altitude maximale de 1400 m. Les conditions écologiques difficiles de la région permettent à cette espèce de se maintenir là ou d'autres espèces ne sont présentes qu'à l'état de broussaille (benabdeli, 1996).

La forêt madagh 2 (wilaya Ain temouchent), la forêt de la vierge (wilaya d'Oran) et la forêt de zemmora (wilaya de Relizane) cadres de nos études et faisant partie du domaine maghrébin- méditerranéen.

L'étude a été menée dans trois stations : station à wilaya d'Ain temouchent, station à Oran et la troisième à Relizane.

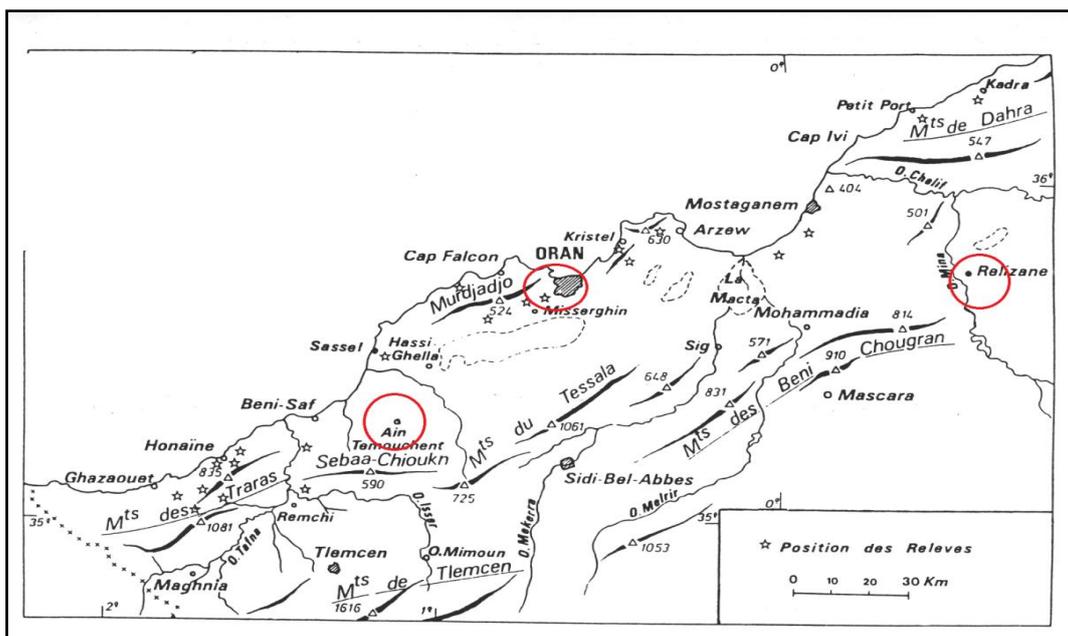


Figure 09 : Carte géographique des zones d'étude.

Au cours de ce chapitre afin de pouvoir évoquer convenablement les conditions dans lesquelles se développe le thuya, les points suivants seront développés :

- Le cadre géologique et lithologique
- Le cadre édaphique.
- Etude climatique.

2. Présentation de la région de Ain temouchent

La wilaya d'Ain Temouchent est située entre la wilaya d'Oran au Nord-Est, la wilaya de Tlemcen au Sud-Ouest et la Mer Méditerranée au Nord-Ouest ainsi que la wilaya de Sidi Bel Abbes au Sud-Est. Elle occupe une superficie d'environ 2377 km². **Anonyme 01**

En s'étendant sur une superficie de 78,93 km², Avec une population de 80 000 habitants, regroupant possède huit daïra, chacune comprenant plusieurs communes, pour un total de vingt-huit commune.

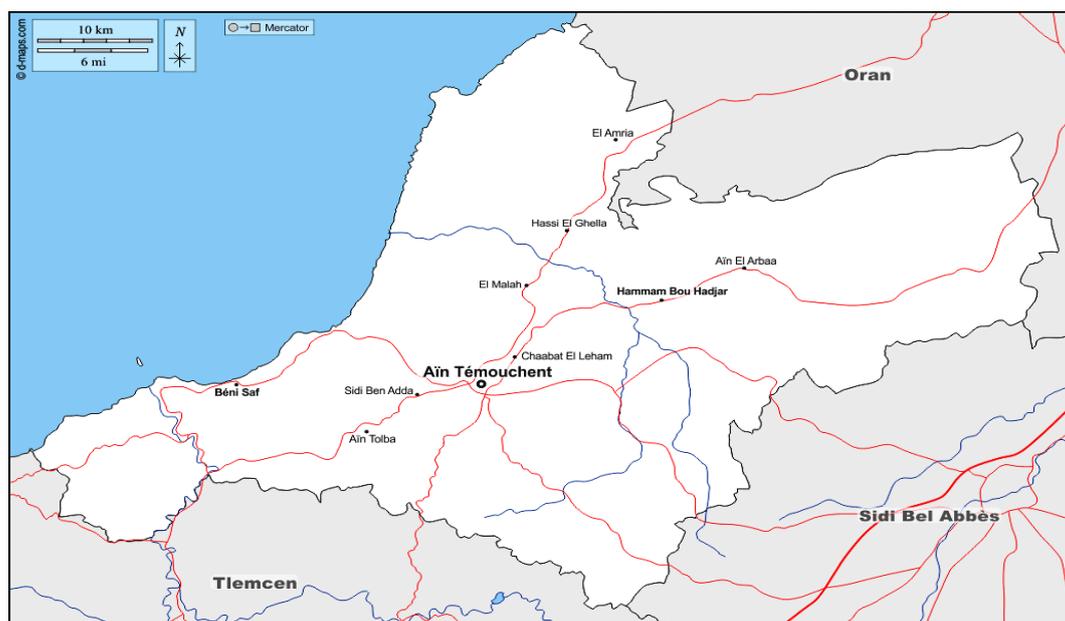


Figure 10: Carte de situation géographique de la wilaya d'Ain temouchent.

2.1. Relief, topographie et hydrographie

Le relief de la Wilaya d'Ain temouchent se compose de 03 espaces géographiques à savoir : **Les plaines intérieures** regroupent la plaine d'Ain Témouchent - El Amria constituée de plaines et coteaux, d'une altitude moyenne de 300 mètres et la plaine de M'leta qui se situe entre la sebkha d'Oran et le versant septentrional du Tessala, d'une altitude moyenne variant entre 50 et 100 mètres.

La bande littorale qui fait partie de la chaîne tellienne et est composée du massif côtier de Béni-Saf dont l'altitude moyenne est de 200 mètres (le point culminant atteint 409 mètres à

Djebel Skhouna), du plateau d'ouled Boudjemaa d'une altitude moyenne de 350 mètres, légèrement incliné vers la sebkha et de la baie de Bouzedjar.

La zone montagneuse dont l'altitude moyenne varie de 400 à 500 mètres regroupe les Traras Orientaux qui se caractérisent par un relief très abrupt ; les Hautes Collines des Berkeches qui se prolongent jusqu'aux monts de Sebaa - Chioukh constituant une barrière entre les plaines intérieures et le bassin de Tlemcen ; les Monts de Tessala d'une altitude moyenne de 600 mètres où le point culminant atteint 923mètres à Djebel Bouhaneche. **Anonyme 02**

2.2.Propriétés climatiques et bioclimatiques

La Wilaya d'Ain Témouchent a un climat méditerranéen, caractérisé par un été chaud et un hiver tempéré. Le régime climatique se caractérise par des vents qui n'apportent généralement que peu d'humidité (vents de direction Nord - Ouest, Sud - Est), lors de leur passage sur les reliefs Marocains et Espagnols, ces vents perdent une grande partie de leur humidité. Par ailleurs, les reliefs méridionaux (Sebaa - Chioukh, Tessala, Monts de Tlemcen) ont une influence favorable en entravant l'arrivée des vents continentaux secs et chauds du Sud (sirocco). La faiblesse et l'irrégularité des précipitations influent directement sur le milieu physique et l'activité économique basée essentiellement sur l'agriculture. **Anonyme 03**

2.2.1. Précipitation

A jour de précipitation est un jour au cours duquel on observe une accumulation d'eau ou mesurée en eau d'au moins 1 millimètre. La probabilité de jours de précipitation à Aïn Temouchent varie au cours de l'année.

La saison connaissant le plus de précipitation dure 8,1 mois, du 15 septembre au 20 mai, avec une probabilité de précipitation quotidienne supérieure à 12 %. La probabilité de précipitation culmine à 23 % le 20 novembre.

La saison la plus sèche dure 3,9 mois, du 20 mai au 15 septembre. La probabilité de précipitation la plus basse est 1 % le 19 juillet.

Pour les jours de précipitation, nous distinguons les jours avec pluie seulement, neige seulement ou un mélange des deux. En fonction de ce classement, la forme de précipitation la

plus courante au cours de l'année est de la pluie seulement, avec une probabilité culminant à 23 % le 20 novembre. **Anonyme 04**

2.2.2. Température

La saison très chaude dure 2,8 mois, du 24 juin au 18 septembre, avec une température quotidienne moyenne maximale supérieure à 28 °C. Le jour le plus chaud de l'année est le 6 août, avec une température moyenne maximale de 31 °C et minimale de 20 °C.

La saison fraîche dure 4,0 mois, du 23 novembre au 21 mars, avec une température quotidienne moyenne maximale inférieure à 18 °C. Le jour le plus froid de l'année est le 14 janvier, avec une température moyenne minimale de 6 °C et maximale de 15 °C. **Anonyme 05**

2.2.3. Synthèse climatique

Une représentation synthétique du climat est souvent traduite par l'élaboration du climagramme d'Emberger et du diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен.

Les quotients pluviométriques calculés positionnent les zones de prélèvement ; Q2 est calculé de la manière suivante :

$$Q2 = 2000P / (M+m) (M-m)$$

Q2 : Quotient pluviométrique d'Emberger;

P : Pluviométrie annuelle en (mm) ;

M: Moyenne des maxima du mois le plus chaud en (°C) ;

m : Moyenne des minima du mois le plus froid en (°C).

L'établissement du diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен permet de dégager la durée de la période sèche en s'appuyant sur la composition des moyennes mensuelles des températures en °C avec celles des précipitations en (mm), en admettant que le mois est sec lorsque P est inférieur ou égale à 2T (échelle : P=2T).



Photo 05: Vue réelle sur la forêt de madagh 2 d'Ain temouchent. (TOUENTI et BENCHAIIB, 2021)

3. Présentation de la région de Relizane

La wilaya est située au Nord-ouest du pays. Elle est limitée par les wilayas suivantes :

- Au nord par la wilaya de Mostaganem et Chlef.
- Au sud par la wilaya de Mascara et Tiaret.
- A l'ouest par la wilaya de Mascara, Mostaganem.
- A l'est par la wilaya de Chlef, Tiaret et Tissemsilt.



Figure 11: Carte géographique de la wilaya de Relizane.

Elle s'étend sur une superficie de 4 851,21 km². avec une population de 940 679 habitants, soit une densité de 149.7 habitants par Km². Elle est d'une Latitude varie entre 5° 43' 60" Nord, et longitudes de 0° 33' 0" Est. Regroupant 13 Daïra et 38 communes. La superficie consacrée à l'agriculture est 297 387 ha (soit 57.8 %).

3.1. Relief, topographie et hydrographie

Le relief de Relizane est constitué de deux ensembles, un ensemble montagneux (au Nord les monts du Dahra au sud les monts de l'Ouarsenis qui s'étendent d'Est en Ouest pour atteindre les montagnes de Béni Chougrane) et un ensemble de plaines (partie centrale occupée par la plaine du Bas Chélif et la Mina).

La plaine : Les plaines se situent dans le Bas Chélif et la Mina et représentent 32% de la superficie de la wilaya, elles constituent un couloir entre deux unités de montagne, au Nord et au Sud ; elles s'étendent d'Est en Ouest, l'altitude varie entre 40 et 200 m. Cet ensemble est traversé par deux principaux cours d'eau : Oued Chellif et Oued Mina. La plaine est caractérisée par l'existence d'une dépression (la sebkha de Benziane).

Les piémonts : cet ensemble est constitué d'une zone de transition entre les plaines et les massifs montagneux. Sa superficie représente 30% de la wilaya.

L'ensemble montagneux : Les chaînes montagneuses sont situées dans les régions Sud- Sud et l'extrême Nord de la wilaya et représentent 38 % de la superficie totale de la wilaya. Cet ensemble se compose essentiellement de 3 massifs :

- Les monts du Dahra au Nord.
- Les monts de Beni Chougrane au Sud-Ouest,
- Les monts de l'Ouarsenis au Sud Est. **Anonyme 06**

Le système hydrographique au niveau de la wilaya de Relizane est caractérisé principalement par trois cours d'eaux : Oued Chleff, Oued Mina et Oued Rhiou.

- Oueds et les bassins versants :
 - Oued Chélif : il représente plus de 77 % de la superficie totale di bassin de Chélif-Zahrez avec une superficie de 43750 Km², il traverse la wilaya d'Est en Ouest.
 - Oued Mina : il se situe dans la continuité du bassin de l'Oued chélif, il est d'une superficie de 340 km², soit de 7 % de la superficie totale de la wilaya
 - Oued Rhiou :il traverse la wilaya du Sud vers le Nord et se déverse dans l'oued Chélif., ayant une superficie est de 98.62 km².

3.2.Propriétés climatiques et bioclimatiques

Le climat méditerranéen est un climat de transition entre la zone tropicale avec un été très sec et celui des régions tempérées en bordure de la mer seulement, l'hiver est très frais et plus humide (**Emberger, 1955 ; Estinne et Godrad , 1970**) . En effet le climat algérien appartient au climat méditerranéen, caractérisé par une saison sèche et chaude coïncidant avec la saison estivale, et une saison froide et pluvieuse qui coïncidant avec la saison hivernale. (**Le Houerou, 1995**).

La région de Relizane a un climat semi-aride caractérisé par une longue période estivale sèche, chaude et une saison hivernale pluvieuse et froide. Les précipitations sont faibles et très variables d'une année à une autre, tandis que les régimes thermiques sont relativement homogènes.

La faiblesse de la pluviométrie (279 mm / an) et l'irrégularité des précipitations annuelles

(45%) sont enregistrées durant les mois de Novembre et Décembre engendrant un déficit hydrique estimé à 85 mm/an. (Benchergui et Tahari, 2009).

3.2.1. Précipitation

Des observations et des interprétations statistiques montrent que les précipitations moyennes mensuelles ont connu une fluctuation inter mensuelles ou le maximum de la précipitation est enregistré pendant le mois de Novembre (42.25mm) et le minimum au mois de Juillet (1.7mm). (ANRH 2008).

3.2.2. Température

Quant aux températures, des données statistiques montrent qu'il existe un écart de température de 19.84 °C entre le mois de Janvier et le mois d'Aout. La moyenne est de 19.48 °C .La température basse observée en 23 ans est de 10.18 °C au mois de Janvier et la température la plus élevée est de 29.06 °C au mois de Juillet.

3.3.Substrat géologique

Des études géologiques montrent que cette région de Relizane comprend de différents types de terrains, lesquelles :

- Des alluvions quaternaires (sables, graviers, et argiles) les calcaires massifs turoniens et les grés albiens.
- Des calcaires et les dolomies jurassiques du Djebel Nador de perméabilités moyennes
- Les calcaires à lithothamniées du miocène supérieur.
- Des calcaires parfois dolomitiques tels que : les calcaires liasique du Zaccarément perméables.
- Des alluvions récents du quaternaire souvent argilo-lumineuse et peu favorable à l'infiltration.

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.

3.4. Cadre pédologique

La wilaya de Relizane est constituée d'apports alluviaux caractérisés par des terres à structure fine (limono-argilo) avec la présence d'un taux de calcaire appréciable. La profondeur des sols est de 1.5m en moyenne. Ils présentent le plus souvent une faible teneur en matière organique qui décroît avec la profondeur pour devenir négligeable.

Le pH est généralement voisin de la neutralité à légèrement alcalin (**Bencherghi, et Tahari, 2009**).

Les sols sont regroupés dans différentes classes pédologiques parmi lesquelles trois grands types de sols caractérisant les zones ci-dessus à savoir :

- Les bases plains : avec une superficie de 155,350 ha constituées par les périmètres irrigués dont les terres sont lourdes, argileux, hydro morphes et relativement salés.
- Les hauts plains : avec une superficie de 146,150 ha dont les terres sont profondes, limono argileuse, ils se caractérisent par les grandes cultures et l'élevage ovin.
- Les zones montagnes : présentent des versants particulièrement érodés, avec des couches maigres et caillouteuses.

4. Présentation de la région d'Oran

La wilaya d'Oran occupe une place importante au sein de la région Nord-ouest du pays, du fait qu'elle est la capitale régionale et seconde ville après la capitale Alger. Avec une superficie de 2114 km², la wilaya se situe à 432 kilomètres à l'ouest d'Alger et 200 kilomètres à l'est d'Oujda (Maroc). Le groupement d'Oran occupe une position centrale dans sa wilaya; et réuni quatre communes (Oran, Es-Senia, Bir El Djir et Sidi Chahmi).

Il s'étend sur 25057 ha. La surface urbanisée occupe plus de 8800 ha soit 35 % de la superficie totale du groupement. Les zones naturelles qui se composent des terres agricoles 90.271 ha, des forêts 41260 ha. Représentent 65 % de la surface totale.

La wilaya d'Oran est limitée au nord par la mer méditerranée à l'ouest par la wilaya d'Ain Temouchent, au sud par la wilaya d'Ain Temouchent, Mascara et Sidi Bel Abbes 4; à l'est par la wilaya de Mascara et Mostaganem.

En effet, en région méditerranéenne, le climat est un facteur déterminant en raison de son importance dans l'établissement, l'organisation et le maintien des écosystèmes. C'est un type de climat tempéré se caractérisant par de étés chauds et secs et des hivers doux et humides. Son caractère essentiel est le régime pluviométrique (**Emberger, 1954**).

4.2.1. Précipitation

Oran se trouve à 81m d'altitude Le climat d'Oran est dit tempéré chaud. En hiver, les pluies sont bien plus importantes à Oran qu'elles ne le sont en été. La température moyenne annuelle est de 18.4 °C à Oran. Il tombe en moyenne 378 mm de pluie par an. **Anonyme 07**.

4.2.2. Température

À Oran, les étés sont courts, chaud, lourd et aride ; les hivers sont longs, frisquet et venteux ; et le climat est dégagé dans l'ensemble tout au long de l'année. Au cours de l'année, la température varie généralement de 6 °C à 30 °C et est rarement inférieure à 2 °C ou supérieure à 34 °C. **Anonyme 08**

4.3. Substrat géologique

Le littoral oranais est considéré comme une entité géologique qui se différencie par des particularités géologiques et structurales très marquées (**Gourinard, 1952 ; Perrodon, 1957**) ; à la fois des régions montagneuses et des bassins subsidient. Il s'étend sur une centaine de kilomètres et présente une largeur moyenne de 20 à 25 km. Ce terme a été employé simultanément dans une acception par **G. Sadran (1982 a)**, selon certains auteurs (**Gourinard, 1952 ; Delfaud et al., 1973**) le considèrent comme étant le territoire compris entre les marais de la Macta à l'Est, les dépressions de la grande sebkha d'Oran et les salines d'Arzew au Sud, et la Méditerranée au Nord et à l'Ouest. Ce littoral est caractérisé par deux ensembles :

- Un groupe de horsts constituant de terrains secondaires.
- Un important bassin subsidient constitue de petits bassins néogènes qui viennent interrompre la continuité des massifs littoraux ou affleurent le paléozoïque et le Mésozoïque.

Ces bassins constituent les plaines sublittorales avec en particulier la plaine de la M'léta, situé dans l'axe de la dépression de l'Oued Chelif et occupée en son centre par la grande sebkha d'Oran. Cette dernière est considérée parmi les grandes sebkhas en Afrique occupant une surface de 310 km², soit 16,7 % de la superficie totale du bassin versant, son altitude varie de 80 m dans la région d'El-Amria, sa longueur est de 83,5 km et 21,4 km de largeur.

Les unités morphologiques et structurales du littoral oranais se placent d'Est en Ouest comme suit :

- Le massif d'Arzew et son appendice Djebel Khar.
- Le massif d'Oran sépare des précédents par le plateau d'Oran.
- La plaine des Andalouses.
- Le massif de Madakh limite au Nord par la plaine de Madakh et au Sud par la dépression de Sidi Bakhti, et se prolonge à l'Ouest par l'ensemble volcanique du Djebel Tifaraouine.

4.4.Cadre pédologique

Jusqu'à ce jour, les solontchaks des plaines sub-littorales de l'Ouest Algérien, du Plateau d'ORAN et de la dépression du Chott ech Chergui, sont occupées par une végétation qui comprend :

- a) 12 groupements franchement halophiles dont :
 - 8 associations végétales.
 - 4 peuplements purs.
- b) 6 groupements héliophiles ou hydrophiles tolérant aux sels dont :
 - 2 associations végétales.
 - 4 peuplements purs.



Photo 06 : Vue réelle sur la forêt de la vierge d'Oran (BENCHAIB et TOUENTI, 2021)

II. Matériel et méthode

1. Objectifs du travail

L'objectif global de cette étude vise à caractériser les populations de thuya de berbérie (*Tetraclinis articulata*) au niveau d'ouest d'Algérie.

Plus explicitement les objectifs à atteindre sont :

- ✓ L'identification des différents peuplements de thuya au niveau de la zone d'étude.
- ✓ Caractérisation de l'espèce par le biais des marqueurs morphologiques.
- ✓ Une approche révélatrice de la variabilité génétique existante au niveau des différents peuplements de thuya par l'étude biométrique (caractères quantitatifs et qualitatifs).
- ✓ Révélation de l'importance et la valorisation du thuya du berberie.
- ✓ L'extraction de l'huile essentielle à partir des différents échantillons du thuya.
- ✓ Fabrication du savon à base d'huile de thuya du berberie extraits.

2. Stations d'études

Les stations d'étude visitées sont de l'ordre de trois wilayas d'ouest : Ain Temouchent, Oran et Relizane.

Tableau 02: Stations d'études

Wilaya	Commune	Forêt	Etage bioclimatique
Ain temouchent	Bouzedjar	Forêt de Madegh 2	Semi-aride
Oran	Misserghin	Forêt de la vierge	Semi-aride
Relizane	Zemmora	Forêt de Zemmora	Semi-aride

2.1. Critères du choix

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

- L'importance de la diversité et des peuplements de *tetraclinis articulata* dans la région d'étude.
- Accessibilité au terrain et possibilité de l'aide des forestiers.

2.2. Programme des sorties

Au total nous avons réalisés trois sorties sur terrain durant 10 mois, du mois Mars 2020 jusqu'à Février 2021, les sorties ont concerné :

- la prise des échantillons des feuilles de chaque station.
- réalisation des mesures morpho-métriques sur les différents paramètres à étudier.

3. Échantillonnages et mesures morpho-métriques

Pour la réalisation de cette étude, nous avons effectuées des sorties sur terrain dans les trois stations choisies. Un dispositif a été pris à raison de 30 arbres dans chaque région, sur lesquelles nous avons réalisés des mesures biométriques. Au total 90 échantillons et une quantité de 12 Kg de feuilles de thuya de chaque région a été utilisé pour notre étude agro morphologique.

Six caractères (Paramètres quantitatifs) relatifs à l'arbre et à ses composantes ont été mesurés ; et deux paramètres qualitatifs.

Tableau 03 : Paramètres quantitatifs et qualitatifs étudiés

L'échantillonnage	Les paramètres
-------------------	----------------

90	<p>Paramètre quantitatifs : Circonférence de l'arbre.(crf) La hauteur. (ha) L'houpier. (hp) La longueur de branche primaire (Lg 1) La longueur de branche secondaire. (Lg2) la longueur des aiguilles. (Lg aig)</p> <p>paramètres qualitatifs : La couleur des aiguilles. (cl aig) La couleur des billes. (cl bi)</p>
----	---

Paramètres quantitatifs

- **Mesure des circonférences des arbres (crf)**

Les circonférences ont été mesurées à 1.30 m du sol et au milieu du tronc à l'aide d'un ruban mètre

- **Mesure de la hauteur totale (ha)**

Il s'agit de mesurer la longueur du segment de droite qui joint le pied de l'arbre à son bourgeon terminal à l'aide du mètre ruban.

- **Mesure de l'houpier (hp)**

Il s'agit de mesurer la largeur du tronc de l'arbre du côté droit jusqu'au côté gauche.

- **Mesure de la longueur de branche primaire (Lg 1) et secondaire (Lg2)**
- **Mesure de la longueur des aiguilles (Lg aig).**

Il s'agit de mesurer la longueur des deux extrémités des aiguilles.

Paramètre qualitatifs

- **La couleur des aiguilles.**
- **La couleur des billes.**

3.1.Analyse statistique

Les mesures morpho métrique ont été analysées selon le logiciel R studio. Les données recueillies ont fait l'objet d'analyses statistiques suivantes :

- ANOVA.
- Corrélation de Pearson.
- l'indice de la diversité génétique (H).
- 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.
- ✓ ACM : Une analyse factorielle des correspondances multiples, (utilisée pour les variables qualitatives afin de présenter des caractéristiques qualitatives communes).
- ✓ Les distances génétiques (méthode de Nei (**Nei et al., 1987**),
- ✓ 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 thuya.
- ✓ Test Khi-deux (test de contingence).

4. L'extraction des huiles essentielles

4.1.Le matériel végétal

Le matériel végétal utilisé est constitué de feuilles du Thuya de Berbèrie récoltées dans un habitat naturel dans les trois régions d'étude. Les feuilles fraîchement collectée ont été séchées sur du papier à l'ombre, à température ambiante et dans un endroit sec à l'abri de l'humidité pendant quelques jours jusqu'au moment de la préparation des extraits de l'huile essentielle.

4.2.Méthodes de préparation de l'extrait de l'huile essentiel de Thuya

4.2.1. La distillation à la vapeur d'eau

Après séchage, les feuilles ont été servies à la préparation des extraits aqueux parla distillation, ce protocole a été effectué par trois échantillons de feuilles du Thuya de berbèrie des différentes collectes.

Cette méthode est connue depuis l'Antiquité, qui utilise la vapeur d'eau pour extraire les substances aromatiques.

La plante reçoit simplement la vapeur d'eau produite par une chaudière. Le feu ne doit pas être trop fort car l'eau et l'essence végétale doivent distiller simultanément à une température inférieure à 100°C. Ainsi, les principes aromatiques ne seront pas altérés. L'essence de la plante se combine à la vapeur d'eau et forme alors un mélange gazeux homogène. Celui-ci circule dans le serpentin baignant dans l'eau froide ce qui produit une condensation dont le liquide final aboutit dans l'essencier. L' HE étant plus légère que l'eau, elle flotte à la surface

et se recueille par débordement. L'eau de distillation qui contient les parties hydrosolubles de l'essence distillée est récupérée pour produire l'hydrolat ou eau florale.



Photo 07: Le séchage de la plante. (BENCHAIB et al, 2019)



Photo 08: La distillation à la vapeur d'eau. (TOUENTI et BENCHAIB, 2021)

4.2.2. Le rendement d'huile essentielle

Le rendement d'HE est le rapport du poids entre le poids d'huile extraite et le poids de la plante à traiter.

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

$$R = [PA / PB] \times 100.$$

R : Rendement de l'huile en %.

PA : Poids de l'huile en g.

PB : Poids de la plante en g.



Photo 09: l'obtention de e l'huile essentielle et d'hydrolat.(**BENCHIAB et TOUENTL. 2021**).

4.2.3. Méthodes de la fabrication du savon à froid

Il y' à plusieurs méthodes pour fabriquer un savon naturel, la méthode la plus utilisé est la saponification à froid. Elle s'effectue à base de 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 du thuya, la soude (NAOH), la poudre, hydrolat.

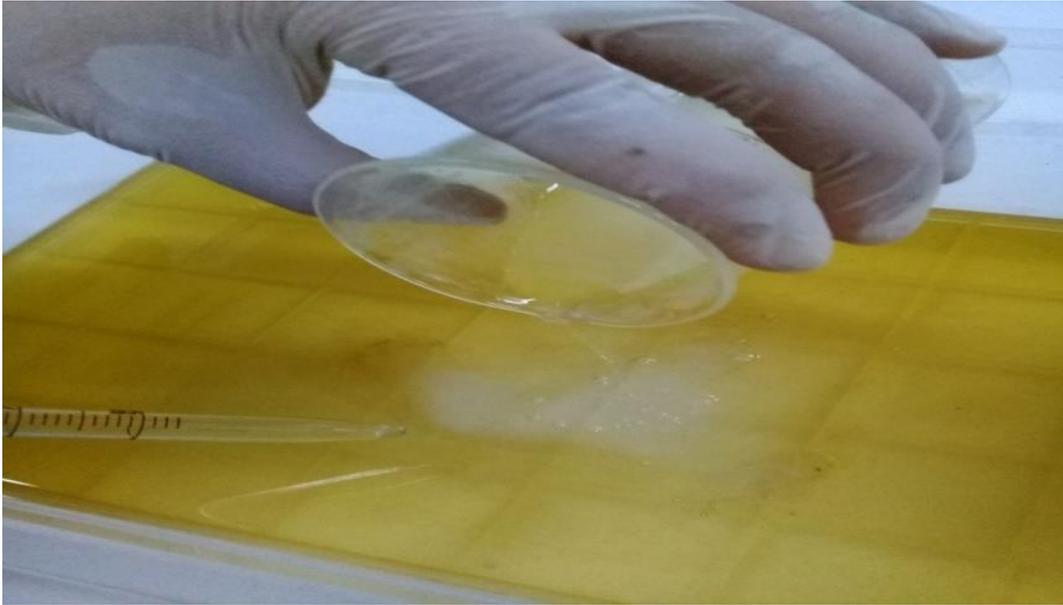


Photo 10: la fabrication du savon.(TOUENTI *et al*, 2019).

Chapitre 03 : Résultats et discussions

I. Prospection sur terrain et constations

Il ressort des enquêtes réalisées, dans les trois régions que :

- La forêt de Madagh à Ain Temouchent , est une région montagneuse à une altitude de 500 m. Cette forêt est caractérisée par une présence importante de la population du thuya (peuplement jeune),le sol est argileux riche en sels minéraux.
- La forêt de Zemmora à Relizane, région montagneuse, à une altitude 250 m elle est caractérisée par un sol limono-argileux. Au niveau de cette forêt on a remarqué la grande diversité de population de thuya, mais elle est caractérisée par des arbres d'une hauteur moyenne (maximum de 5m) coupées par les gardes forestiers à cause des incendies.
- la forêt de la Vierge à Oran, région montagneuse à une altitude de 580m, caractérisée par un grand peuplement de thuya avec la présence d'arbres âgés et un sol argileux et calcaire.

II. Analyses statistiques.

1. Paramètres quantitatifs

1.1.Analyse descriptive

Résultats et discussions

Le tableau ci-dessous présente les résultats des mesures effectuées sur les arbres des 3 populations étudiés dont: la forêt de madagh au niveau de la wilaya d'Ain Temouchent , la forêt de Zemmora au niveau de la wilaya de Relizane et la forêt de Vierge au niveau de la wilaya d'Oran , après avoir effectué l'analyse descriptive.

Tableau 04: l'analyse descriptive des mesures morpho-métriques des arbres (90 individus)

Paramètres	Moyenne	Écart type	Erreur Standard	Variance	Min	Max
Ha	385,33	151,22	15,94	22614,04	159	1100
Hp	237,24	119,88	12,63	14212,45	85	640
Crf	28,94	18,94	1,99	354,85	5	125
Lg1	109,10	52,10	5,49	2684,82	40	380
Lg2	53,95	27,91	2,94	770,73	19	160
Lg aig	2,875	1,12	0,11	1,25	1	6,5

Après le résultat obtenu dans le tableau ci-dessus, on remarque que **la hauteur** des arbres (**Ha**) de trois régions dont : Ain temouchent, Relizane et Oran présentent des valeurs moyennes allant de 159 cm jusqu'à 1100 cm, avec une moyenne générale de 385,33 cm, dont :

- La population d'arbres de thuya de la forêt de Vierge à Oran : la hauteur des arbres(Ha) varie entre 238 cm et 780 cm.
- La population d'arbres de thuya de la forêt de Madagh à Ain Temouchent : la hauteur des arbres (Ha) varie entre 200 cm et 450 cm.
- La population d'arbres de thuya de la forêt de Zemmoura à Relizane : la hauteur des arbres (Ha) varie entre 159 cm et 1100 cm.

Pour le houppier (**Hp**) est entre 85 cm et 640 cm pour l'ensemble des régions,et elles présentent une moyenne de 237,24 cm, elles sont respectivement :

- De 150 cm à 500 cm dans La population d'arbres de thuya de la forêt de Vierge à Oran.
- de 85 cm jusqu'à 260 cm dans La population d'arbres de thuya de la forêt de Madagh à Ain Temouchent

- de 96 cm jusqu'à 640 cm dans La population d'arbres de thuya de la forêt de Zemmoura à Relizane .

La moyenne générale de **la circonférence (Crf)** de tous les arbres est de 28,94 cm, et elles présentent des valeurs moyennes de 5 cm jusqu'à 125 cm, elles sont de l'ordre :

- De 5 cm à 125 cm, la forêt de Vierge pour la wilaya d'Oran.
- De 8 cm à 135 cm, la forêt de Madagh pour la wilaya d'Ain Temouchent.
- De 7 cm jusqu'à 100 cm la forêt de Zemmoura pour la wilaya de Relizane.

La longueur des branches primaires (Lg1) présente une moyenne de 109,10 cm pour les trois régions, ainsi ses valeurs sont de minimum 40 cm, et maximum 380 cm, elles sont présentées respectivement :

- Pour la population de la forêt de Vierge à Oran: est de 97 cm jusqu'à 350 cm.
- Pour la population de la forêt de Madagh à Ain Temouchent : est de 40 cm jusqu'à 120 cm.
- Pour la population de la forêt de Zemmoura à Relizane : est de 45 cm, jusqu'à 380 cm.

La longueur des branches secondaires (Lg2) présentant une moyenne totale de 53,95 cm, ce paramètre présente des valeurs oscillant entre 19 cm jusqu'à 160 cm dont :

- La longueur des branches primaires (Lg2) de la population de la forêt de Vierge d'Oran; varie entre 30 cm et 160 cm.
- La longueur des branches primaires (Lg2) de la population de la forêt de Madagh à Ain Temouchent : varie entre 20 cm et 65 cm.
- La longueur des branches primaires (Lg2) de la population de la forêt de Zemmoura à Relizane : varie entre 19 cm et 150 cm.

La longueur des aiguilles (Lg aig) présente une moyenne totale de 2,875 cm pour les trois régions, et elle comprends des valeurs entre 1 cm jusqu'à 6,5 cm , elles sont par ordre :

- La longueur des aiguilles (Lg aig) de la population de la forêt Vierge de la wilaya d'Oran varie de 1.4 cm à maximum 6.5 cm
- La longueur des aiguilles (Lg aig) de la population de la forêt Madagh de la wilaya d'Ain Temouchent présente de 1.3 cm à 4.2 cm.

- La longueur des aiugilles (Lg aig) de la population de la forêt Zemmoura de la wilaya de Relizane varie de 1 cm à 3.6 cm.

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 ANOVA. Les résultats sont présentés par le tableau suivant (05).

Tableau 05: Représentation de coefficient de variation par ANOVA 1.

Paramètres	F value	P value	Décision
Ha	9,225	0,000233	Hautement significatif ***
Hp	15,67	$1,54.10^{-6}$	Hautement significatif ***
Crf	12,67	$1,48.10^{-5}$	Hautement significatif ***
Lg1	5,99	0,00365	Très significatif **
Lg2	9,165	0,000244	Hautement significatif ***
Ln aig	5,335	0,00652	Très significatif **

D'après le traitement des résultats obtenus par l'analyse de variance ANOVA 1, on peut conclure que tous les paramètres quantitatifs présentent des différences hautement significatifs ($p \text{ value} < 0.05$), ce qui signifie qu'il existe une telle différence très remarquable portée par les individus sur le plan morphologique.

Pour confirmer le résultat précédent, on a fait un test du Tukey HSD pour tous les paramètres de chaque région, les résultats sont présentés sur le tableau suivant (05).

Résultats et discussions

Tableau 06 : les résultats du test du Tuley HSD.

Les régions	La différence	P adj
Relizane – Oran	-41,06667	0,2990741
Temouchent – Oran	-149,03333	0,0000016
Temouchent - Relizane	-107,96667	0,0005015

D'après les résultats obtenus on remarque la différence entre les arbres de la région de Temouchent et d'Oran est de (P adj =0.0000016), et entre Ain temouchent et Relizane est de (P adj= 0.0005015, par contre ce test a confirmé une certaine similitude entre les arbres de la population d'Oran et de Relizane (P adj=0.299).

1.3.La corrélation de Pearson

Cette corrélation a pour but d'estimer les liens entre les différents paramètres quantitatifs.

Tableau 07:le coefficient de corrélation de Pearson entres les paramètres quantitatifs.

	Ha	Hp	Lg2	Lg aig	Crf	Lg1
Ha	1					
Hp	0,66990254	1				
Lg2	0,65455837	0,54584658	1			
Lg aig	0,43388597	0,36507004	0,2303732	1		
Crf	0,63854273	0,62132714	0,37756219	0,37440799	1	
Lg1	0,48144611	0,54226892	0,69761328	0,24846336	0,36004295	1

Le test de la corrélation de Pearson a démontré des liens forts entre certains paramètres quantitatifs.

La corrélation entre la hauteur (ha) et le houppier (hp) est de 0.66, ce qui indique une corrélation positive modérée entre ces variables. La même chose pour la corrélation entre la

longueur de la branche primaire (lg1) et secondaire (lg2) (0.70) cela signifie aussi que ces deux variables sont corrélées positivement.

On remarque aussi des corrélations positives entre la circonférence (Crf) et la hauteur (Ha) et aussi le houppier (Hp) qui sont respectivement 0.63 et 0.62, ce qui signifie qu'il existe un lien entre ces derniers.

Contrairement aux paramètres de la circonférence (Crf) et la longueur des aiguilles (Lg aig) qui ne sont pas corrélées, présentent une valeur de 0.23, et la même chose pour la longueur des aiguilles (Lg aig) et le houppier (Hp) (0.36).

1.4. ACP (variables)

L'analyse en composantes principale (ACP) a été réalisée sur les variables étudiées. Le résultat de cette analyse a montré que ces variables ont présentent 72.46 % de l'inertie totale sur les deux axes, ce qui est relativement moyenne.

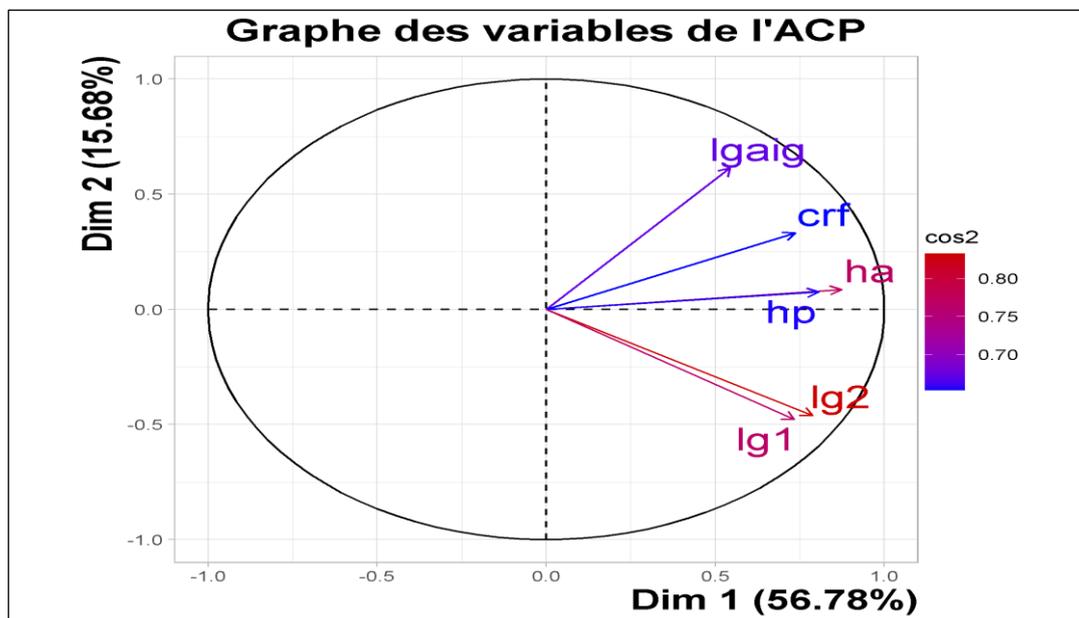


Figure 13: Cercle de corrélation de la mensuration morpho métrique par analyse ACP.

Les deux premiers axes de l'analyse en composant principale effective sur les totalités des variabilités représentent respectivement : 56,78 % et 15,68 % de la variation des donnés.

On remarque au niveau de l'ACP de la figure que les caractères étudiés chez la plante se rapproche dans leurs majorités du cercle se qui traduit un niveau de significativité important sur le plan statistique.

On distingue la formation de deux groupes de caractères. Ceci traduit une corrélation positive entre ces paramètres au niveau de chaque groupe. Le premier groupe comprend l'houppier (hp), la hauteur (ha), la longueur des aiguilles (Lg aig), la circonférence (Crf), et le seconde groupe comprend la longueur de branche primaire (Lg1) et la longueur de branche secondaire (Lg2).

1.5.ACP (individus)

Ce graphe contient 90 individus, et 10 variables dont 3 variables qualitatifs sont illustratives.

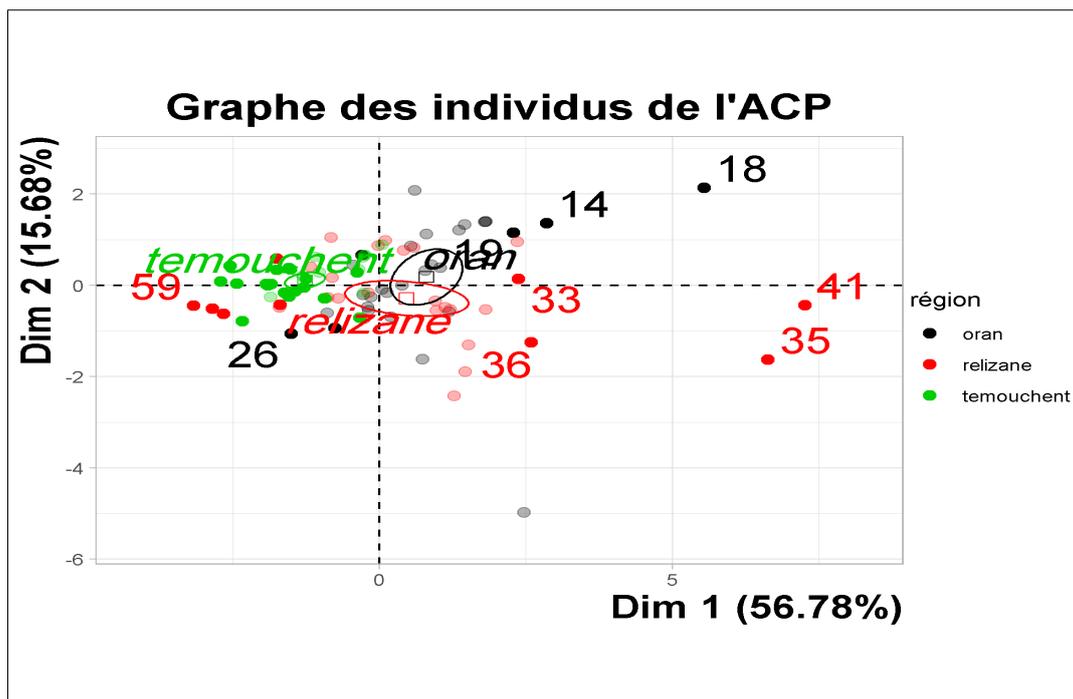


Figure 14 : Graphe des individus par l'analyse ACP.

Les 2 axes de l'ACP présentent 72,46 % de l'inertie totale du graphe, ce qui signifie que la majorité du nuage (les individus présentés sur le graphe) présentent une variabilité importante sur le plan statistique.. C'est un pourcentage élevé, et le premier plan représente

donc bien la variabilité contenue dans une très large part du jeu de données actif.

Cette valeur est nettement supérieure à la valeur référence de **43.77%**, la variabilité expliquée par ce plan est donc hautement significative.

La projection des individus sur le plan factoriel (figure 24) montre que la population du thuya au niveau de la région d'Oran est corrélée positivement avec l'axe 1 ce qui signifie que cette population présente des valeurs élevées, alors que la population de Ain temouchent est corrélée négativement avec l'axe 1.

D'autre part, la population d'arbres de celle de Relizane semble être proche des individus de la forêt d'Oran car on remarque la dispersion de certains individus avec le nuage formé par les individus de la forêt d'Oran. Alors on peut dire que les arbres de la forêt de Relizane et d'Oran ont une certaine ressemblance vis – à vis de la diversité génétique, la chose qui a été déjà montrée par le test de Tukey (HSD).

1.6.CAH

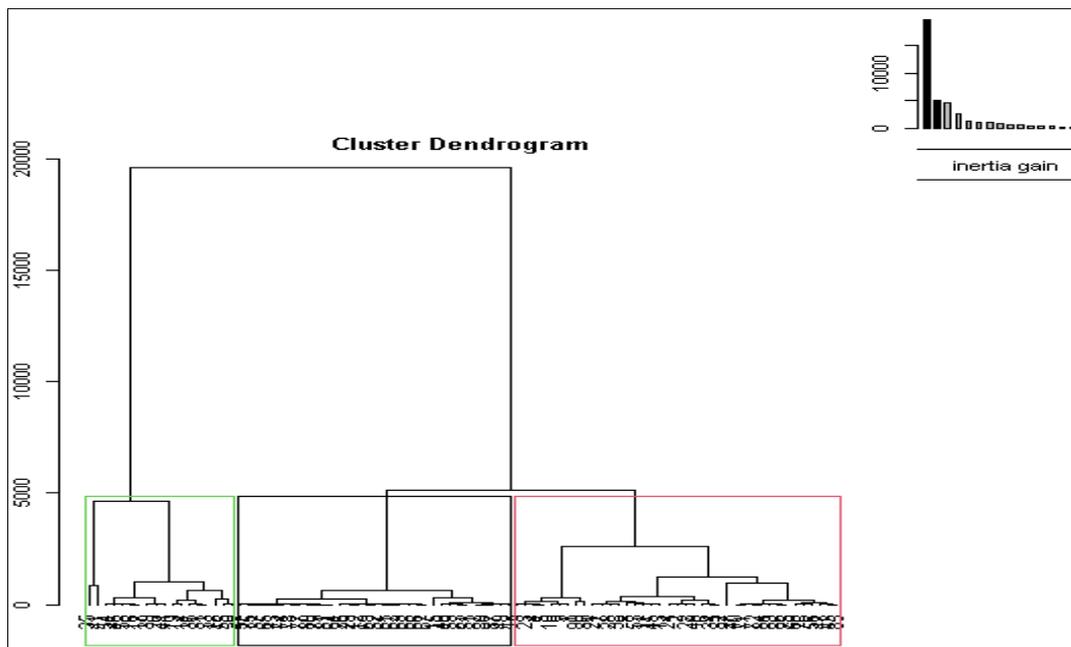


Figure 15 : Le dendrogramme des classes par CAH.

La classification réalisée sur les individus fait apparaître 3 classes.

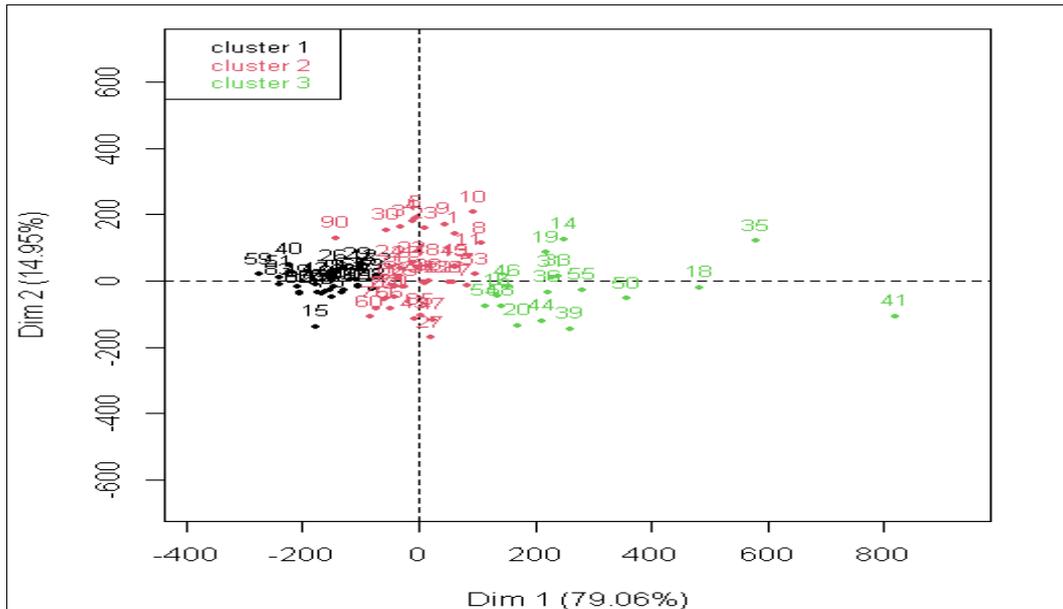


Figure 16: Classification Ascendante Hiérarchique des individus.

La classe 1 est composée d'individus tels que 15. Ce groupe est caractérisé par :

- De faibles valeurs pour les variables hp, ha, Lg2, crf, Lg1 et Lgaig (de la plus extrême à la moins extrême).

La classe 2 est composée d'individus tels que 1, 3, 4, 5, 9, 10, 23, 27, 30 et 90. Ce groupe est caractérisé par :

- Des variables dont les valeurs ne diffèrent pas significativement de la moyenne.

La classe 3 est composée d'individus tels que 14, 18, 20, 35, 39, 41 et 50. Ce groupe est caractérisé par :

- De fortes valeurs pour les variables ha, hp, lg2, crf, lg aig et lg1 (de la plus extrême à la moins extrême).

1.7. Indice de Shannon et Weaver

Résultats et discussions

Tableau 08: l'indice relatif de Shannon et Weaver des différents caractères quantitatifs étudiés des génotypes de thuya

Caractères	Modalité	Oran	Temouchent	Relizane	Total
Hauteur (HA) Centimètre (cm)	moy	388,2	306,9	460,9	385,33
	H'	0,94	0,82	0,94	0,80
	ect	118,09	54,50	197,61	151,22
Houppier (HP) Centimètre (cm)	moy	305,633	149,06	257,033	237,24
	H'	0,91	0,93	0,86	0,84
	ect	95,25	38,53	138,66	119,88
Circonférence (CRF) Centimètre (cm)	moy	37,633	16,63	32,566	29,21
	H'	0,88	0,91	0,85	0,84
	ect	21,80	7,38	17,52	18,87
Langueur branche 1 (LG1) Centimètre (cm)	moy	130,033	86,033	111,233	109,87
	H'	0,86	0,87	0,85	0,83
	ect	48,55	30,01	65,35	51,87
Langueur branche 2 (LG2) Centimètre (cm)	moy	59,9	37,76	64,2	53,95
	H'	0,96	0,84	0,95	0,80
	ect	24,70	10,72	34,41	27,91
Langueur aiguille (LG AIG) Centimètre (cm)	moy	3,376	2,756	2,491	2,875
	H'	0,95	0,85	0,86	0,83
	ect	1,39	0,72	0,94	1,12

L'indice relatif de diversité (H' moyen) de l'ensemble des individus et des caractères quantitatifs est de 0.88 ce qui reflétant une grande diversité morpho génétique importante des échantillons de cette collection.

Cet indice varie entre 0,82 à 0.94 pour les le paramétré de la hauteur (ha) et pour le houppier

(hp) il est de l'ordre de 0,84, pour la circonférence (Crf) il représente 0,84, pour la longueur des branches primaires (Lg1) et secondaires (Lg2) il est respectivement 0,83 et 0,80 et finalement pour la longueur des aiguilles (Lg aig) il représente 0,83, Indiquant ainsi la présence d'une grande diversité génétique de cette espèce.

Les indices moyens les plus élevés ($H' > 60$) sont obtenus pour tous les caractères quantitatives de trois régions (Oran, Ain Temouchent et Relizane).

II.2. Paramètres qualitatifs

2.1. Distribution des classes phénotypiques

2.1.1. Couleur de billes

Le diagramme en bâton présente le pourcentage de la couleur des billes pour l'ensemble des régions. Le résultat montre la dominance de la classe de « Pas de billes » avec un pourcentage de 64.4 % au niveau de trois régions tels que : Oran, Ain temouchent et Relizane.

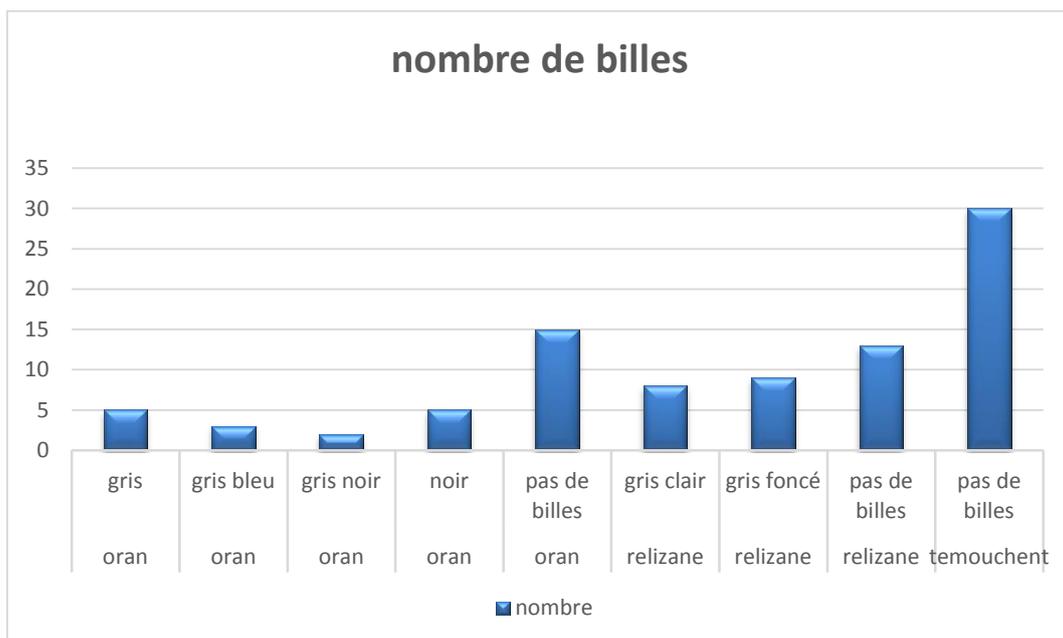


Figure 17 : Diagramme en bâton représente les différentes couleurs des billes de thuya par rapport aux régions

2.1.2 Couleur des aiguilles

Le diagramme en bâton suivant représente le pourcentage de la couleur des aiguilles au niveau de trois régions, ce qui montre l'apparition de trois classes : le vert avec

une contribution de 27.77 %, le vert clair avec 20 %, et le vert foncé avec une contribution de 52.22%.

D'après le résultat obtenu on conclue que la classe de vert foncé est la plus dominante.

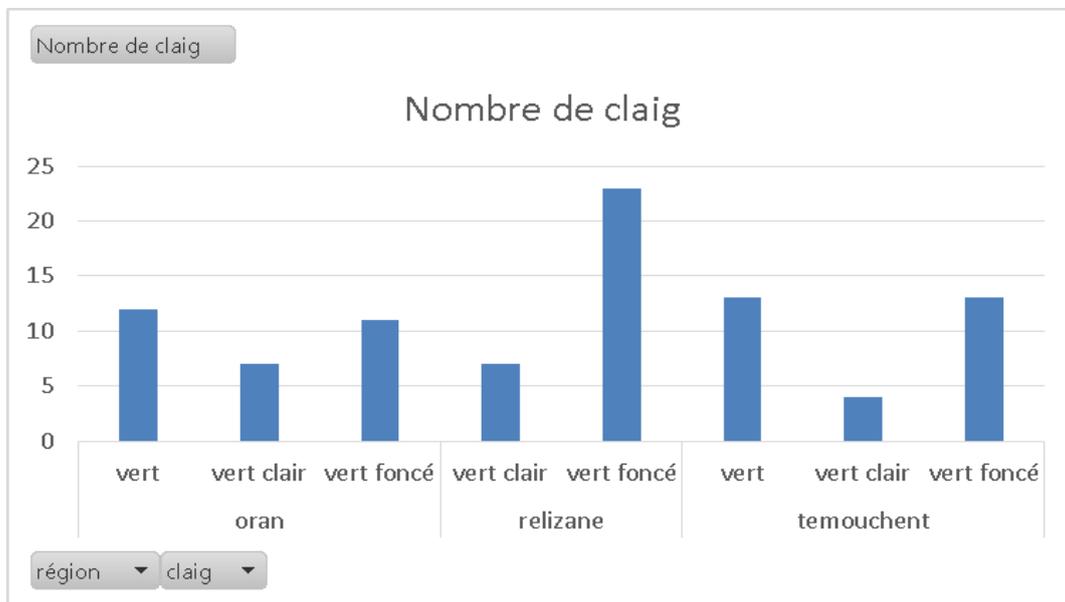


Figure 18: Diagramme en bâton des différentes couleurs des aiguilles de thuya par rapport à chaque région.

Le diagramme en bâton de la distribution des classes relatif au caractère couleur des aiguilles fait apparaître la dominance de la classe « vert foncé » pour les arbres de la population de la région de Relizane, la classe « vert » pour les arbres de la région d'Oran et les deux classes « vert foncé et vert » pour les arbres de la forêt de Ain Temouchent.

2.2. Test de Khi –deux

Dans ce test de khi-deux on a étudié la relation entre la région et la couleur des aiguilles et la région avec la couleur de la bille. (**Tableau 09**).

2.2.1. Couleur des aiguilles / région

Selon le résultat du test de khi-deux, la valeur de khi-deux carre (5%) est de 9.48 ce qui est inférieur au khi-deux seuil (10.53), donc l'hypothèse nulle (H_0 : pas de relation entre la variable et la région) est rejetée. donc H_1 est acceptée ce qui signifie qu'il y a une relation entre le caractère qui est la couleur des aiguilles (Clr aig) et la région avec un risque d'erreur

de 5%.

Tableau 09 : Contingence entre la couleur des aiguilles et la région.

	vert clair	Vert	vert foncé	Total
Oran	0,166666667	1,613333333	1,390070922	3,170070922
Rélizane	0,166666667		3,432624113	3,59929078
Ain temouchent	0,666666667	2,613333333	0,453900709	3,733900709
Total	1	4,226666667	5,276595745	10,50326241

fonction	Résultats
khi carre	10,5032624
khi carre 5%	9,48772904

2.2.2 La couleur des billes / région

Le même résultat fut obtenir quant à la relation entre la couleur de la bille et la région par le test khi deux (**tableau 10**)

Les deux valeurs de khi carré à 5 % et à 1% sont respectivement : 21,02 et 26,21, sont donc inférieurs à celui de khi deux seuil qui est 51,59. Ces résultats nous permet de rejeter l'hypothèse nulle qui signifie que y a pas de relation entre la variable et la région et permet d'accepter l'hypothèse H_1 .

On conclue alors qu'il existe un lien entre la couleur de billes et la région d'étude sur le plan morphologique.

Résultats et discussions

Tableau 10 : Contingence entre la région et la couleur des billes

	Gris	Noir	gris bleu	pas de bille	gris noir	gris clair	gris foncé	Total
Oran	6,66666667	6,66666667	4	0,97126437	2,66666667	0	0	20,9712644
Relizane	0	0	0	2,07471264	0	10,6666667	12	24,7413793
Ain temouchent	0	0	0	5,88505747	0	0	0	5,88505747
Total général	6,66666667	6,66666667	4	8,93103448	2,66666667	10,6666667	12	51,5977011

fonction	Résultats
khi carre	51,5977011
khi carre 5%	21,0260698
khi carre 1%	26,2169673

2.3.L'indice de Shannon et Weaver

L'indice relatif de diversité (H' moyen) de l'ensemble des variétés étudiées de la plante (thuya de berbèrie) de caractères qualitatifs est de 0.62 , ce qui reflète une diversité remarquable sur les échantillons de la population de thuya.

La couleur des aiguilles présente une diversité très intéressante au niveau de trois régions elle est de 0.84.

D'autre part ,la valeur de L'indice relatif de diversité de la couleur des billes est inférieur à celle de la couleur de aiguilles ($H'=0.40$) , et on remarque que cette variable n'existe pas dans la région de Ain temouchent (pas de bille).

Tableau 11 : l'indice relatif de Shannon et Weaver des différents caractères qualitatifs étudiés des génotypes de thuya

Caractère	Oran	Ain Temouchent	Rélizane	Moyenne
Couleur des aiguilles (clr aig)	0.80	0.88	0.85	0.84
Couleur des billes (clr bi)	0.57	0 (pas de billes)	0.63	0.40
Moyenne	0.685	0.44	0.74	0.62

2.4.ACM

L'Analyse des Correspondances Multiples (ACM) nous permet de classer les individus de la population de (thuya de berberie) en trois classes, en se basant sur les paramètres qualitatifs (la couleur de billes et la couleur des aiguilles).

Les deux premiers axes de l'analyse des correspondances multiples effectuée sur les totalités des variabilités représentent respectivement : 20,01 % et 16,09 % de la variation des données. Cela montre que la représentation des variables dans le plan factoriel ne reflète que 36,10 % de la réalité.

L'analyse ACM fait apparaître 3 groupes :

Le premier groupe : comporte 8 individus de la région d'Oran, portent des individus qui sont actifs et présentent une diversité phénotypique grâce à leur modalités (couleur de billes et couleurs des aiguilles).

Le deuxième groupe : représenté par deux individus de la région d'Ain Temouchent portés par leur modalité.

Le troisième groupe : comporte 5 individus de la région de Relizane.

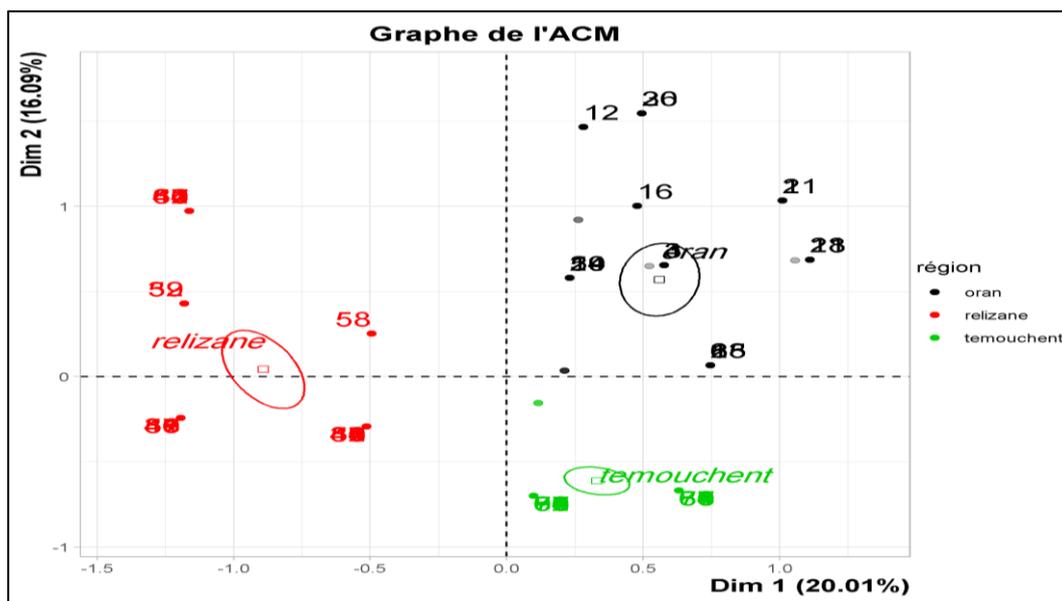


Figure 19 : Graphe des variables qualitatives pour les individus par l'analyse de l'ACM

III. Le rendement des huiles essentielles

Le rendement en huile essentielle extraite à partir des feuilles de *tetraclinis articulatas* dans chaque région est exprimé dans le tableau ci-dessous en pourcentage, et en poids par rapport à la matière végétale sèche.

Tableau 12 : Représentation du rendement en HE dans chaque région

Région	Poids de la plante en g	Rendement de l'huile en ml	Poids de l'huile en g	Rendement de l'huile en %
Oran	12 600	6	5	0.04
Ain Temouchent	12 600	12	10	0.10
Relizane	12 600	7	6	0.05

D'après les résultats on remarque que le rendement en HE est différent selon la région.

Après trois heures de distillation le rendement en HE obtenu dans la région d'Ain Temouchent est supérieur à celui d'Oran et de Relizane. (12ml est supérieur à 6 ml et à 7 ml).

La faible production de peuplement du thuya présente dans les régions peut être justifié probablement par leur état de dégradation très avancé (coupes illicites, surpâturage et incendies qui sont très marqués dans les zone d'étude), et par leur facteurs écologiques.

Le rendement en HE a fait l'objet de plusieurs études de différentes régions. Le rendement en HE des feuilles de *Tetraclinis articulata* btenu dans la région de Ain Temouchent est de 0.10 % après trois heures de distillation est inférieur à celui rapporté par **(Barrero et al (2005))** lors d'une étude réalisée sur les feuilles de la même espèce provenant du Maroc. La teneur obtenue par ces auteurs pour une durée de six heures est supérieur aussi à celui cité par **Bourkhiss et al (2007.2009)**.

Selon Cette comparaison ; nous pouvons dire que le rendement en HE peut dépendre de la durée de la distillation d'une part et de la qualité des feuilles.

En effet, les teneurs en Huile essentielle des feuilles séchées de *tetraclinis articulata* provenant de différents stations en Tunisie varient de 0.06 % et 0.25 % **(Ben Jemia et al.2012 ; Herzi et al. 2013)**.

Abi Ayad et al. (2013) ont obtenu un rendement en HE qui oscille entre 0.04% et 0.30% à partir de feuilles récoltées de la région de Ghazaouet.

Ces valeurs obtenues de différentes régions sont en moyenne proche à ce que nous avons trouvé.

Cette différence en HE pourrait être expliquée probablement selon **Kelen et Tepp (2008) et (Vekiari et al. 2002)** par :

- ✓ le choix de la période de récolte car elle est primordiale en termes de rendement et la qualité aussi de l'Huile.
- ✓ la durée de séchage.
- ✓ la zone géographique et le climat.
- ✓ la partie de la plante sur laquelle l'extraction d'HE a été réalisée.

Conclusion et perspectives

Conclusion

Dans le but de la caractérisation et de la valorisation de nos ressources phytogénétique nous nous sommes intéressés à l'espèce *Tétraline articulata* ou thuya de Berbérie.

Notre présent travail nous a permis de réaliser une prospection sur terrain et une étude des caractéristiques morphologiques de thuya de berbérie au niveau de trois régions Oran (forêt de Vierge), Ain Temouchent (forêt de Madagh), Relizane (forêt de Zemmora).

Nous avons appuyé sur des enquêtes auprès des forestiers et les observations sur terrain concernant l'origine, la variabilité de cette essence forestière et les caractères phénotypiques.

Notre base de données (constituée de caractères qualitatifs et quantitatifs effectués sur 90 arbres) a fait l'objet d'une analyse statistique (logiciel R studio) et qui a démontré que les populations étudiées étaient bien différenciées ; L'indice relatif de Shannon Weaver de diversité (H' moyen) de l'ensemble des variables quantitatives étudiées est de l'ordre 0,88 ce qui signifie l'existence d'une diversité génétique importante au niveau des populations étudiées.

Les résultats de l'analyse des correspondances multiples (ACP) indiquent que la population du thuya de la région d'Oran est caractérisée par des valeurs élevées pour les caractères de la hauteur, l'houpier, et des valeurs réduites pour les caractères de la longueur des branches primaires et de la circonférence. Cette analyse a permis aussi de distinguer deux groupes qui sont corrélés positivement, le premier comprend le houpier (hp), la hauteur (ha), la longueur des aiguilles (lg aig), la circonférence (Crf), et le second groupe comprend la longueur de branche primaire (lg1) et la longueur de branche secondaire (lg2). Les résultats de la classification hiérarchique (CAH) ont montré une nette distinction entre les populations.

Concernant le rendement en huiles essentielles, la population de la région d'Ain Temouchent a donné un bon rendement en huile par rapport aux deux autres régions qui avaient des rendements presque identiques.

Les résultats de l'ACM basée sur les caractères qualitatifs montrent que la région d'Ain Temouchent présente une égalité dans l'expression du trait de la couleur des aiguilles (le vert et le vert foncé) ce qui peut être la raison qui nous permet d'obtenir un rendement élevé en huile essentielle au sein de cette région.

Conclusion et perspective

En perspective, des études plus approfondies seront nécessaires afin d'apporter plus d'identification et de caractérisation génétique sur cette espèce, il s'agit de :

- Elargir la prospection sur l'ensemble des régions en Algérie.
- Augmenter le nombre des échantillons afin d'étudier des variations intra population.
- Compléter cette étude en prenant en considération toutes les parties de la plante.
- Prévoir un caryotype de l'arbre et une caractérisation moléculaire par des analyses (SSR-SNP.) Pour estimer réellement diversité génétique du thuya et les relations phylogénétiques entre les populations.
- Les analyses physico-chimiques de chaque huile essentielle avec les analyses du sol.
- L'application des huiles et des savons à base de l'huile essentielle de thuya dans le but de développer la phytothérapie par les plantes médicinales.

Références

Bibliographiques

- **Liste des références**

A

- Abderrabba M. (2016)** Evaluation of essential oil composition and antioxidant capacity of hydromethanolic extracts of *Tetraclinis articulata*, depending on location and seasonal variations. *Journal of Materials and Environmental Science*, **7** (3), 968-980.
- Abi-Ayad FZ, Abi-Ayad M, Lazouni HA, Rebiahi SA. (2013)** Evaluation of *Tetraclinis articulata* essential oil from Algeria flora as a potential source of antifungal activity and study of its chemical composition. *Indian Academy of Wood Science*, **10**, 9-15.
- Abourouh Mohamed (1999):** le grande livre de la forêt marocaine , 1vol .Edit Sprimont (Belgique) :Mardaga 280 p
- Achak N, Romane A, Alifriqui M, Markouk M. (2009)** Chemical composition, organic and mineral contents of leaves of *Tetraclinis articulata* (Vahl) Masters from the Tensift-Al Haouz, Marrakech region (Morocco). *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, **12**, 198-204
- Acherar M. (1981)** La colonisation des friches par le pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) dans les basses garrigues du monpelliérais. Thèse de doctorat, Sp, USTL, Montpellier, 210.
- Ait Igri M, Holeman M, Iidirissi A, Berrada M. (1990)** Contribution à l'étude des huiles essentielles des rameaux et de bois de *Tetraclinis articulata* (Vahl) Masters. *Plantes Médicinales et Phytothérapie*, **24**, 36-43.
- Alcaraz C. (1982)** : La végétation de l'Ouest algérien. Thèse d'état : Université de Perpignan. 415 p. + annexes. Cartes. Tableaux. Algerian *Tetraclinis articulata* (Vahl) Masters *Industrial Crops and Products*, **44**, 32-36.
- Amar (2001)** : À partir de plantes médicinales localisées dans la région d'AIN GHORABA (wilaya de Tlemcen). Thèse de Magistère. Méd. Pop. Université de Tlemcen. Vol I, 63 p.
- ANRH (2006)** : Annuaire hydrogéologique de la nappe alluviale du haut et moyen chéelif
- Asbahani A, Karim M, Waisudin B. 2015** Essential oils : from extraction to encapsulation .*International Journal of Pharmaceutics* 483 (1-2)
- AYACHE F., 2007.** Les résineux dans la région de Tlemcen (aspect écologique et cartographie). Thèse de Magistère, Univ Abou Bekr Bekaid Tlemcen, 147 p.

B

Baba Aissa F (2000) : Encyclopédie des plantes utiles flore d'Algérie et du Maghreb libérie Moderne-Rouiba .ed..Alger 368p

Bajaj Y.P.S (1996) :Biotechnology in agriculture and forestry .Sapringer .ed,New York 428

Barrero AF, Herrador MM, Arteaga P, Quilez J, Akssira M, Mellouki F, Akkad S. (2005) Chemical composition of the essential oils of leaves and wood of *Tetraclinisarticulate* (Vahl) Masters. *Journal of Essential Oil Research*, **17**, 166-168.

Baser K.H.C., and Buchbauer G. (2010), Handbook of essential oils: Science, Technology, and Applications. Ed. Taylor and Francis Group, LLC. UN. St. America. 994p

Belaiche , P (1979) « Traité de phytothérapie et d'aromathérapie ». l'aromatogramme Ed Maloine. Paris. tome 1.

Bellakhdar J, Claisse R, Fleurentin J, Yaunos C. (1991) Repertory of standard herbal

Bellakhdar J. (1997) La pharmacopée marocaine traditionnelle. Médecine arabe ancienne

Benabdellah M.A. (2011) : Analyse phytoécologique des groupements à thuya (*Tetraclinisarticulata* (Vahl) Masters) et à chêne vert (*Quercus rotundifolia*Lam.) dans les monts de Tlemcen (Algérie occidentale). Thèse. Doctorat. Forest. Univ. Tlemcen, 270 p

Benabdeli (1996) : Aspects physionomico-structuraux et dynamiques des écosystèmes forestiers face à la pression anthropozoogènes dans les monts de Tlemcen et les monts de Dhaya Es-sci Univ.Djilali Liabes Sidi Belabes.

Benabid A. (1976). Etude écologique, phytosociologique et sylvo-pastorale de la Tétracinaie de l'Amisttène. Thèse 3ème cycle. Univ. Aix Marseille III 155 p.

Ben Jemia M, Chaabane S, Senatore F, Bruno M, Kchouk ME. (2012) Studies on theantioxidant activity of the essential oil and extract of Tunisian *Tetraclinisarticulata*(Vahl) Mast. (Cupressaceae). *Natural Product Research*, **27**, 1419-1430.

Bernard T, Perineau F, Bravo P , Delmas M, et Gaset A (1988) « informations chimie » oct 1988 n 298.179

Betti. J L2002 Medicinal plants sold in Yaoundé markets , Cameroon, Article in African study Monographs

Bnouham ,Mekhfi H., Legssyer A et Ziyyat A., 2002. Medicinal plants used in the botanicals and plant allelochemicals in integrated pest management. Pharmaceutical

Bohra PM, Vaze AS, Pangarkar VG, Taskar A. (1994) Adsorptive recovery of water

BouayadAlam S, GaouarBenyelles N, Dib M. EIA, Djabou N, Tabti L, Paolini J, Muselli A, Costa J. (2014) Antifungal activity of essential oils of three aromatic plants from western

Algeria against five fungal pathogens of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Journal of Applied Botany and Food Quality*, **87**, 56-61.

Bouayad Alam (2015) : Activités antimicrobiennes et insecticides de *Thymus capitatus*, *Daucus crinitus* et *Tetraclinis articulata* sur la mineuse *Tuta absoluta* (Meyrick) et la microflore pathogène de la tomate *Lycopersicon esculentum*. Thèse. Doc. Univ. Tlemcen. 135 + Annexes.

Boudy P. (1950). Economie forestière Nord-Africaine. Tome II : monographies et traitement des essences forestières, Fasc.2 : monographie et traitement du thuya de berbérie. Larousse, Paris. PP 707-739.

Boudy P. (1952). Guide du forestier en Afrique du Nord. Paris maison rustique. 509 p : 94 figures. 1 carte.

Bourkhiss B, Ouhssine M, Hnach M, Bourkhiss M, Satrani B, Farah A. (2007a) Composition chimique et bioactivité de l'huile essentielle des rameaux de *Tetraclinis articulata*. *Bulletin de la Société de Pharmacie de Bordeaux*, **146**, 75-84.

Bourkhiss M, Hnach M, Bourkhiss B, Ouhssine M, Chaouch A. (2007b). Composition chimique et propriétés antimicrobiennes de l'huile essentielle extraite des feuilles de *Tetraclinis articulata* (Vahl) du Maroc. *Afrique Science*, **03**, 232-242.

Bourkhiss B, Ouhssine M, Hnach M, Amechrouq A, Chaouch A, Satrani B. (2007c) Composition chimique de l'huile essentielle de *Tetraclinis articulata* (Vahl) du Maroc. *Physical & Chemical News*, **35**, 128-132.

Bourkhiss M, Hnach M, Paolini J, Costa J, Chaouch A. (2009a) Composition chimique des huiles essentielles de la sciure de bois et de feuilles de *Tetraclinis articulata* (Vahl) Masters du Maroc. *Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège*, **78**, 281-289.

Bourkhiss M, Hnach M, Bourkhiss B, Ouhssine M, Chaouch A, Satrani B. (2009b) Effet de séchage sur la teneur et la composition chimique des huiles essentielles de *Tetraclinis articulata* (Vahl) Masters. *Journal of Agrosolutions*, **20**, 44-48.

Bourkhiss M, Hnach M, Paolini J, Costa J, Farah A, Satrani B. (2010b) Propriétés antioxydantes et anti-inflammatoires des huiles essentielles des différentes parties de *Tetraclinis articulata* (Vahl) Masters du Maroc. *Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège*, **79**, 141-154.

Bourkhiss M., Chaouch A., Ouhssine M., Bourkhiss B. et Rassam A. (2015), Étude
DOI : <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2018.10.032>.

drugs in the Moroccan pharmacopoeia. *Journal of Ethnopharmacology*, **35**, 123-143

Bourkhiss (2016) Lakhifi T., Chouach A., Ouhssine M. (2016). Intérêt de l'huile essentielle
du thuya de berbérie. *Phytothérapie* 14 : 109 – 111- **Union internationale pour la
conservation de la nature et de ses ressources 2011**

Bruneton J. (1993) Pharmacognosie et phytochimie. Plantes médicinales. 2ème édition Tec
& Composition of different parts of *Tetraclinis articulata*. *Journal of Essential Oil Research*,
12, 29-32 Doc, Lavoisier, Paris, 1120. Doc, Lavoisier, Paris, 916.

Bruneton J. (1999) Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales, 3ème édition Tec

Buhagiar J, Podesta MTC, Cioni PL, Flamini G, Morelli I. (2000) Essential oil
composition of different parts of *Tetraclinisarticulata*. *Journal of Essential Oil Research*,
12,29-32.

Buhagiar J, Podesta MTC, Cioni PL, Flamini G, Morelli I. (2000) Essential oil Chemical
constituents of essential oils of wood and wood veneers of *Tetraclinis articulata*

C

Chemat F. (2009) Essential oils and aromas: Green extractions and Applications. HKB
Publishers, Dehradun, 311.

Cherifi. (2012). Contribution à uneétudephytoécologique des groupements à
Tetraclinisarticulata du littoral de Honaine (Algérieoccidentale). Magister
EnEcologieetBiodiversité des EcosystèmesContinentaux. UNIVERSITE DE
TLEMCEEN.216p

Chikhoun A, Hazzit M, Kerbouche L, Baaliouamer A, Aissat K. (2013)
Tetraclinisarticulata(Vahl) Masters essential oils : Chemical composition and
biologicalactivities.*Journal of Essential Oil Research*, **25**, 300-307.

D

Djouahri A, Boudarene L, Meklati BY. (2013a) Effect of extraction method on
chemicalcomposition, antioxidant and anti-inflammatory activities of essential oil from the
leaves of Algerian *Tetraclinisarticulata*(Vahl) Masters. *Industrial Crops and Products*, **44**,
32-36.

- Djouahri A, Boualem S, Boudarene L, Baaliouamer A. (2015)** Geographic's variation impact on chemical composition, antioxidant and anti-inflammatory activities of essential oils from wood and leaves of *Tetraclinis articulata*(Vahl) Masters. *Industrial Crops and Products* **63**, 138–146.
- Djefjel (2017)** : Contribution à une étude phytothérapeutique anti inflammatoire et antioxydant du grenadier these de doctorat. Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem P158.
- Djouahri A, Saka B, Boudarene L, Baaliouamer A. (2016)** Essential oil variability and biological activities of *Tetraclinis articulata*(Vahl) Masters wood according to the extraction time. *Sous-press.*
- DP. (2010)** Chemical composition and bactericidal evaluation of essential oil of *Tetraclinis* drugs in the Moroccan pharmacopoeia. *Journal of Ethnopharmacology*, **35**, 123-143
- D.R.E.F.** (Direction Régionale des Eaux et Forêts), 2002. Thuya : importance écologique et économique. *Terre et Vie* 52: 4.

E

- El Guessabi L, Cherrah Y, Alaoui K. (2016)** Chemical composition, acute toxicity, antioxidant and anti-inflammatory activities of Moroccan *Tetraclinis articulata* L. *Journal of Traditional and Complementary Medicine, sous-press.*
- EL Hamrouni A. (1978).** Etude phytosociologique et problème d'utilisation et d'aménagement dans les forêts de pin d'Alep de la région de Kasserine (Tunisie centrale). Thèse 3ème cycle. Univ. Aix Marseille III. 106 p
- . El Jemli M, Kamal R, Marmouzi I, Doukkali Z, Boudida E H, Touati D, Nejjari R, El Moussaouiti M, Talbaoui A, Gmouh S, Aberchane M, Benjouad A, Bakri Y, Kamdem DP. (2010)** Chemical composition and bactericidal evaluation of essential oil of *Tetraclinis articulata* Burl wood from Morocco. *Indian Academy of Wood Science*, **7**, 14-18.
- Emberger L. (1938)** Les arbres au Maroc et comment les connaître. Vol I. Edition Larousse, Paris, 314.
- EMBERGER L., 1954** -UN projet de classification des climats du point de vue phytogéographie. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse, France*, **77**, 97- 124

ENAOUDA Zineddine, diagnostic phytoécologique et édaphique et établissement d'une relation Végétation dans les forêts de Tanira - Khodida-Touazne (<https://dSPACE.univ-tlemcen.dz/benaouda-zineddine>).

F

Farah A, Bouayoun T, Ghanmi M, El Bouri A, Bourkhiss B, Houari A, Satrani B. (2010) Chemical constituents of essential oils of wood and wood veneers of *Tetraclinis articulata* (Vahl) Masters from Morocco. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, **13**, 420-425.

Farjoun (2005) : A Monograph of cupressaceae and sciadopitys. Royal Botanic Gardens., Kew. ISBN 1842460684 <http://www.conifers.org/refs/farjon05.htm> (consult: 13.06.2019)

Fasla (2009) : Evaluation du potentiel antimutogène et génotoxique de plantes médicinales et analyse photochimique. Thèse. Mag., Dép. Bio., Fac. Sc., Univ. Es-Senia .Oran . 172p +annexes

Fennane M. (1984). Le thuya de berbérie au Maroc Aperçu phytogéographique et écologique. Bull. Insti. Scient. N°8. Rabat.

Fennane M. (1987). Etude phytoécologique des Tetraclinaies Marocaines. Thèse d'état. Annexes, tableaux phytosociologiques. Univ. Aix Marseille III. 150 p flora and vegetation in Tunisia. *Tunisian Scientific Publications, Printing officially the* from wood and leaves of *Tetraclinis articulata* (Vahl) Masters. *Industrial Crops and Products*

Ferhat MA, Meklati BY, Chemat F. (2010) Citrus d'Algérie : les huiles essentielles et leurs

Doc. Lavoisier, Paris, 915 p

Fernandez, X., Chemat, F. (2012). La chimie des huiles essentielles. Tradition et innovation, Vuibert-Paris, 217 □ 227

G

Garnero, J (1996) Huiles essentielles. Dossier : K345. Base documentaire : Constantes physico-chimiques vol. papier n : K2 29-32.

Gourinard Y. Le littoral oranais (mouvements verticaux et anomalies gravimétriques). Publ. XIX^e Congr. Géol. Intenu Alger, 9, 21-38. 1952a.

Greco J. (1966) L'érosion, la défense et la restauration des sols, le reboisement en Algérie. Ministère de l'agriculture et de la réforme Agraire, 393.

Guessabi L, Cherrah Y, Alaoui K. (2016) Chemical composition, acute toxicity, antioxidant and anti-inflammatory activities of Moroccan *Tetraclinis articulata* L. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*, sous-press.

H

Haddad (2008) : Caractéristiques anatomiques et papetières du bois de thuya de berbérie. Thèse de doctorat .Uni. Tlemcen. 140 p+ annexes

Hadjadj-Aoual S. (1988). Analyse phytoécologique du thuya de Berbérie en Oranie. Thèse. Magistère. Univ. Oran. 150 p

Hadjadj-Aoual S. (1995). Les peuplements du thuya de berbérie (*Tetraclinis articulata*, Vahl, Master) en Algérie : phytoécologie, Syntaxonomie et potentialités sylvicoles. Thèse Doc. D'Etat : Université Aix-Marseille III. 159 p. + Annexes..

HadjadjAoual S. (2009) Effet des facteurs environnementaux sur les premiers stades de la régénération naturelle de *Tetraclinis articulata* (Vahl, Master) en Oranie (Algérie). *Ecologia mediterranea*, 35, 20-31.

HADJADJ-AOUL S., CHOUIEB M., LOISEL R., (2009). Effet des facteurs environnementaux sur les premiers stades de la régénération naturelle de *Tetraclinis articulata* Vahl Master en Oranie. *Ecologia mediterranea*, vol. 35: 19-31.

Hadjal Chebhab (2014) : Identification des principes actifs des huiles essentielles de quelques résineux et plantes aromatiques de provenance algérienne et tunisienne : étude de leurs activités biologiques à l'égard d'un insecte ravageur des graines stockées, *Callosobruchus maculatus*. F 1775 (Coleoptera: bruchidae). Thèse de Doctorat, Université de Tizi Ouzou, 103p.

HADJADJ K., 2016. Étude de la productivité du thuya de Berbérie (*Tetraclinis articulata* Vahl Mast.) dans l'ouest algérien dans la perspective de développement durable. Thèse de Doctorat en Foresterie, Univ. de Tlemcen, 185 p.

HALLOUCHE B. ,2007. Cartographie des zones inondables de la plaine de Sidi Bel Abbès par l'approche hydro géomorphologique. Mémoire de Magister : Université Djilali Liabes - Sidi Bel Abbès.

Hernandez Ochoa L-R. (2005) – Substitution de solvants et matières actives de synthèse par une combine « solvant/actif » d'origine végétale. Thèse de doctorat, Institut national

Hernandez Ochoa L-R. (2005) – Substitution de solvants et matières actives de synthèse par une combine « solvant/actif » d'origine végétale. Thèse de doctorat, Institut national polytechnique de Toulouse

Herzi N, Camy S, Bouajila J, Destrac P, Romdhane M, Condoret JS. (2013) SupercriticalCO₂ extraction of *Tetraclinisarticulata*: Chemical composition, antioxidant activity and mathematical modeling. *The Journal of Supercritical Fluids*, **82**, 72-82

I

I.U.C.N (2005) : , Effet des facteurs environnementaux sur les premiers stades de la régénération naturelle de *Tetraclinisarticulata* (Vahl, Master) en Oranie (Algérie). *ecologiamediterranea*. Vol. 35 – 2009. Pp : 20 – 31. impact on chemical composition, antioxidant and anti-inflammatory activities of essential oils

J

J.B. Hair (1968) The Chromosomes of the Cupressaceae, *New Zealand Journal of Botany*, 6:3, 277-284, DOI: 10.1080/0028825X.1968.10428813 *Journal of Applied Botany and Food Quality*, **87**, 56-61.

K

KADIK B (1986) .Aperçu sur les sols et la végétation des pineraies d'Eghti Sidibel'Abbes. *Ann de rech for en Alg INRF VOL 7 - 22*.

Kiliç Ö. (2014) Essential oil composition of two *Thuja* L. (Cupressaceae) species from Canada. *Muş Alparslan University Journal of Science*, **2**, 195-199.

L

Lacirignola C 2016. Mideterra Zéro gaspillage en méditerranée Ressources naturelles , alimentation et connaissances sous la direction de CIHEAM, FAO 440 **Lagunez-Rivera Luicita** étude de l'extraction de métabolites secondaires de différentes matières végétales en réacteur chauffé par induction thermomagnétique directe PhD , institut National Polytechnique de Toulouse, **2006**

Lapie G. et Maige A. (1914). Flore forestière de l'Algérie. Ed. ORLMAC. Paris 357 p.

Larabi F, Benhassaini H, Bennaoum Z. (2015) Essential oil composition of *Tetraclinis articulata* (Vahl.) Masters Leaves from Algeria. *International Journal of Herbal Medicine* 2 (6), 31-33

Le Floc'h E. (1983) Contribution to ethnobotanical study of the flora of Tunisia. Program

Leszczynska, 2007. Management de l'innovation dans l'industrie aromatique cas des PME de la région de Grasse « collection dynamique d'entreprise » Paris

Letreuch Bellaroucin. (1991). Les reboisements en Algérie et leur perspective d'avenir. Vol. I. O.P.U, Alger. 294 p

Li Y, Fabiano-Tixier AS, Chemat F. (2014) Essential Oils as Reagents in Green Chemistry. Springer Briefs in Molecular Science (1ère édition) Springer International Publishing, 71

Lucchesi, M.E Chemat, F., (2006). Microwave accelerated steam distillation of essential oil from lavender: a rapid, clean and environmentally friendly approach, *Anal Chim Acta*, 555, 157-160

Lucchesi, M E ? Smadja, J ; Bradshaw S, Louw W, Chemat, F 2007 Solvent free microwave extraction of *Elletaria cardamomum* L : multivariate study of a new technique for the extraction of essential oil .J. Food Engineer. 79, 1079-1086

M

Maatoug M, Keller R, Benabdeli K, Dilem A. (2004) Études microdensitométriques du bois de thuya de Maghreb *Tetraclinis articulata* Vahl Masters et effets des facteurs stationnels sur sa qualité. *Sciences & Technologie*, 19-28

Maire R. (1926). Principaux groupements de végétaux d'Algérie. Station centrale de recherche en Ecologie forestière CNREF., I.N.R.A. d'Algérie. 7 p.

Maire R. (1952). Flore de l'Afrique du nord. Tome XXXIII., Vol I, Edit. Le chevalier, Paris. 366 p

Marouf A, Tremblin G. (2009) Abrégé de biochimie appliqué. EDP Sciences, France, 490. Marrakech region (Morocco). *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 12, 198-204.*

Mast. (Cupressaceae). *Natural Product Research*, **27**, 1419-1430

Masango P. (2005) Cleaner production of essential oils by steam distillation. *J Clean Prod*,

M,Chaouch A, Costa J. (2012) Fractionnement et valorisation de l'huile essentielle de la sciure de bois de *Tetraclinis articulata* (Vahl) Masters du Maroc. *Phytothérapie*, **10**, 222-228.

M. (2016) Evaluation of essential oil composition and antioxidant capacity of hydromethanolic extracts of *Tetraclinis articulata*, depending on location and seasonal variations. *Journal of Materials and Environmental Science*, **7 (3)**, 968-980.

Mered Chiali, 1973. (Vahl) Masters from Morocco. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, **13**, 420-425. (Vahl) Masters. *Journal of Essential Oil Research*, **17**, 166-168.

Meyer-Warnod, 1984 mineral contents of leaves of *Tetraclinis articulata* (Vahl) Masters from the Tensift-Al Haouz, of its chemical composition. *Indian Academy of Wood Science*, **10**, 9-15.

O

ONM ; l'office National de la Météorologie de Sidi Bel Abbas

Q

Quézel P, Santa S. (1962) Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Edition CNRS, Tome I, Paris, 1091.

Quézel P., SANTA S. (1962-1963). Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales Paris : Ed. C.N.R.S., 2 Vol, 1170 p.

Quézel P. (1980). Biogéographie et écologie des conifères sur le pourtour méditerranéen. In Pesson : Actualité d'écologie forestière. Bordas Edit, Paris : 205 - 256.

R

Rached W., Zeghadab F., Bennaceurb M., Barrosa L., Calhelhaa R., Helenoa S., Alvesa M., Carvalho A., Maroufe A., Ferreira I. 2018. Phytochemical analysis and assessment of antioxidant, antimicrobial, antiinflammatory and cytotoxic properties

S

Satrani B, Farah M, Talbi M. (2004) Composition chimique et activité antibactérienne et antifongique de l'huile essentielle extraite du bois de *Tetraclinis articulata* du Maroc. *Annales des Falsifications et de l'Expertise Chimique*, **964**, 75-84.

Sadiki F., El Idrissi M., Cioanca O., Trifan A., Hancianu M., Hritcu L., Postu PA. 2018. *Republic of Tunisia*, 36-37.

Savoirs populaires-Saint-Etienne, Edition Ibis Press, 764. Soluble essential oil components.

Journal of Chemical Technology and Biotechnology, **60**, 97-102

synthèse par une combine « solvant/actif » d'origine végétale. Thèse de doctorat,

Tetraclinis articulata essential oil mitigates cognitive deficits and brain oxidative stress in an

Traditional and Complementary Medicine, *sous-press.*

Seth (2004) : Trees and their Economic importance. *The Botanical review*. 69 (4): 321- 376

Sliti S, Ayadi S, Dumarçay S, Khouja MA, Gérardin P, André E, Perrin D, Abderrabba

U

UNCN : Union internationale pour la conservation de la nature et de ses ressources 2011

V

Valnet J. (2003), Aromathérapie, 11^{ème} édition, *Edition Vigot*,

Vinatoru, M. (2001). An overview of the ultrasonically assisted extraction of bioactive

W

Wang B.S., Li B.S. and Zeng Q.X. (2008). Antioxidant and free radical scavenging activities of pigments extracted from molasses alcohol wastewater. *Food chemistry*. 107 : 1198-1204

Wichtl M, Anton R. (1999) Plantes thérapeutiques : Tradition, pratique, officinale, science et thérapeutique. 3^{ème} édition *Tec & Doc Lavoisier*, Paris, 936

Wilson D (2010) *Candida albicans* Pde1p and Gpa2p comprise a regulatory module mediating agonist-induced cAMP signalling and environmental adaptation *Fungal Genet Biol* 47 (9) : 742-52

Z

Zahir I., Rahmani A. 2020. Premier cas clinique d'eczéma de contact causé par *Tetraclinis*
Zahir I, Elazaoui S, Chakouri M, Naouer B. (2020) Etude ethnobotanique de *tetraclinis articulata* dans la région d Béni Mellal—Khénifra Ethnobotany Research and Application
western Algeria against five fungal pathogens of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.).

Zrira S, Benjilali B, Elamrani A. (2005) Chemical composition of the sawdust oil of Moroccan *Tetraclinis articulata* Vahl. *Journal of Essential Oil Research*, **17**, 96-97.

Anonyme 01: <https://fr.wikipedia.org/> (consulter le 20-04-2021) (18h44).

Anonyme 02 : <http://www.santetropicale.com/> (consulter le 19-04-2021).

Anonyme 03 : <http://www.santemaghreb.com/> (consulter le 20-05-2021).

Anonyme 04 ; <https://fr.weatherspark.com/> (consulter le 21-05-2021)

Anonyme 05: <https://fr.weatherspark.com/> (consulter le 21-05-2021)

Anonyme 06 <http://www.aniref.dz/> (consulter le 20-05-2021)

Anonyme 07: (<https://fr.climate-data.org>).consulter le 20-05-2021)

Anonyme 08: (<https://fr.weatherspark.com>). (consulter le 21-05-2021)

ملخص

في اطار التعريف بالخصائص الجينية لنبات العرعار البربري *Tetraclinis Articulatas* الذي يعتبر نبات طبي و عطري من عائلة السرويات تطرانا الى دراسة شكلية لهذا النبات على مستوى 3 ولايات من شمال غرب الجزائر و التي تتمثل في غليزان (غابة زمورة) وهران (غابة العذراء) و عين تموشنت (غابة مداغ) .

تعتمد هذه الدراسة على استعمال 9 مقاييس شكلية و التي تهدف إلى دراسة إحصائية بواسطة برنامج R و R STUDIO من خلال النتائج المتحصل عليه لاحظنا وجود ارتباط قوي بين مختلف المقاييس الكمية التي أظهرها تحليل التباينات الرئيسي (ACP) و وجود علاقة بين المنطقة و مختلف المقاييس النوعية من خلال تحليل التباينات المعدد (ACM) كما لاحظنا من خلال تحليل الوراثي $H' = 0,88$ l'indice de Shannon et Weaver وجود تنوع وراثي كبير و مهم والذي يقدر ب

اما بالنسبة للزيوت الاساسية المستخرجة على مستوى كل منطقة فقد كان المردود واضحا اكبر بالنسبة لولاية عين تموشنت و متشابه تقريبا بالنسبة لولاية غليزان و وهران وواضحا.

Résumé

Dans le cadre de la caractérisation génétique de l'espèce *Tetraclinis Articulata*; espèce endémique, aromatique, et médicinale, de la famille des cupressacées on a eu recours à l'étude morpho métrique de trois populations de thuya de berberi répartie au niveau du nord - ouest Algérien, il s'agit de Ghilizane (foret de Zemmoura), Oran (foret de Vierge), et Ain Temouchent (foret de Madagh).

Cette étude morpho-métrique basée sur 9 traits morphologiques a fait l'objet d'une étude statistique par les logiciels R- et R studio. Une forte corrélation entre différents caractères quantitatifs a été confirmée par l'analyse des correspondances principales (ACP) et une corrélation entre la région et les caractères qualitatifs par l'analyse des correspondances multiples (ACM); ainsi la détermination de la diversité génétique par l'indice de Shannon et Weaver (H') a montré une diversité génétique importante (H' moyen de 0,88).

L'extraction des huiles essentielles des trois populations a été réalisée, le rendement en HE a été presque identique pour les populations de Relizane et d'Oran et nettement inférieur au rendement obtenu pour la population d'arbre de la wilaya de Ain Temouchent.

Abstract

As part of the genetic characterization of the species *Tetraclinis Articulata*; endemic, aromatic and medicinal species of the Cupressaceae family, we used a morphometric study of three populations of berberi cedar distributed in the north-west of Algeria of three population of Barbary thuja, distributed in the north west of Algeria

This morphometrical study based on 9 agro-morphological traits was the subject of a statistical study by the software R and R studio. A strong correlation between different quantitative characters was confirmed by the principal correspondence analysis (PCA) and a correlation between the region and qualitative characters with the multiple correspondence analysis (MCA). So the genetic diversity was determined by the Shannon-Weaver diversity index (H') at different levels. The estimated H' is showed a wide phenotypic variability for the different traits with an average H' of 0.88.

The extraction of essential oils is done for the three regions; the result of the oil has shown that the region of Ain Temouchent gave a good oil yield which is very important for future economic prospects.