

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIC ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
المعهد الوطني للعلوم الفلاحية الحراش- الجزائر
INSTITUT NATIONAL AGRONOMIQUE EL HARRACH - ALGER

MEMOIRE

Présenté à l'Institut National Agronomique, INA
En vue de l'obtention du diplôme de

MAGISTER

En sciences agronomiques
Option : Foresterie

Contribution à l'étude économique et écologique de
la production d'huiles essentielles à partir de trois
espèces forestières : *Myrtus communis* L., *Pistacia
lentiscus* L. et *Lavandula stoechas* L. dans la subéraie
de OULED-DEBBAB (Jijel)

Par

Mohamed SEBTI

Soutenu publiquement le 13 Novembre 2003

Membres du Jury :

M^r. M. Mouloud BELLAL, Professeur, INA, Alger

M^r. Tahar BERCHICHE, Chargé de cours, INA, Alger

M^r. Mohamed BELLATRECHE, Professeur, INA, Alger

M^r. Ali AMMOUCHE, Professeur, INA, Alger

M^{me}. Houria KHELIFI, Chargé de cours, INA, Alger

Président

Directeur

Examineur

Examineur

Examinatrice

Année universitaire 2003/2004

Remerciements

Je remercie ALLAH le Tout Puissant pour m'avoir donné le courage et la patience afin de parvenir à finir ce travail

Ma gratitude et mes remerciements à tous ceux qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce modeste travail ; ma reconnaissance et mon profond respect au jury, à :

- Mon promoteur Mr BERCHICHE Tahar pour avoir assuré le suivi scientifique de ce travail ;*
- Mr BELLAL M. Mouloud Professeur à l'INA, de m'avoir fait l'honneur de présider mon jury ;*
- Mr BELLAÏRECHE Mohamed Professeur à l'INA pour m'avoir encouragé et accepté de juger ce mémoire ;*
- Mr AMMOUCHE Ali Professeur à l'INA qui a bien voulu prendre part à l'examen de ce mémoire ;*
- Mme KHELIFI Houria Chargée de cours à l'INA, de m'avoir consacré son temps précieux pour son aide et ses orientations.*

Mes remerciements aussi à :

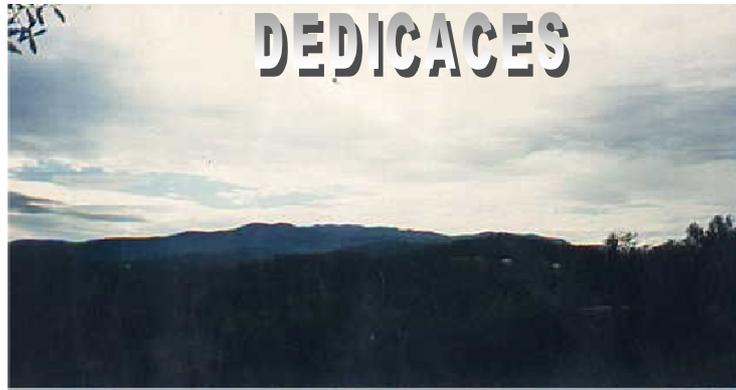
- Mrs ZANDOUCHE Ouahid et HAMANI Mokrane Attachés de recherche et Chefs de Départements à l'INRF pour leur aide précieuse ainsi que Nacim et Sadji ;*
- Mr BELHADJ Mustapha Chercheur au CRD du Groupe SAÏDAL, de m'avoir ouvert les portes du laboratoire et pour m'avoir assisté ;*
- Mr BELOUED Abdelkader Botaniste à l'INA, pour l'identification des espèces végétales et pour ses encouragements et de m'avoir toujours assisté moralement.*

Sans oublier

Le Personnel de la Circonscription des Forêts Mrs ZAJMECHE et SAAD, et ceux du District d'EL-Milia pour avoir mis à ma disposition tous les moyens du terrain et la documentation pour l'élaboration de ce travail.

Aussi

Les deux familles BRADAJ, Ammi Mennad, Mohamed et Rachid, et ABDELLAÏF Karima et Karim pour leur soutien moral et leurs accueils chaleureux.



Site d'étude (Culed-Dehhal), Vu de Boudious (2000)

À mes parents...

À mes frères et sœurs ...

À ma femme et ma fille IRIS...



Liste des figures

Fig. 1 : Importations algériennes des huiles essentielles de la période 1993-2001.....	30
Fig. 2 : Diagramme d'utilisation des plantes médicinales.....	33
Fig. 3 : Dispositif d'hydrodistillation -Clevenger-.....	52
Fig. 4 : Organigramme pour l'élaboration de la carte de production des huiles essentielles.....	54
Fig. 5 : Carte de l'occupation des terres de la forêt domaniale d'Ouled-Debbab (Jijel).....	70
Fig. 6 : Production des huiles essentielles dans les différentes unités de végétation (Kg/Ha).....	75
Fig. 7 : Carte de production des huiles essentielles de la forêt de Ouled-Debbab.....	78
Fig. 8 : Taux de prélèvement de la phytomasse de <i>Pistacia lentiscus</i> L.....	99
Fig. 9 : Taux de prélèvement de la phytomasse de <i>Myrtus communis</i> L.....	99
Fig. 10 : Epidermes et poils sécréteurs	
Fig. 11 : Papier pré-codé pour les prélèvements floristiques	

Liste des photographies

Photo 1 : Subéraie d'Ouled-Debbab (Exposition Nord).....	40
Photo 2 : Dispositif expérimental (Ligne = 20 m avec 100 points).....	47
Photo 3 : Ligne (20m), Equidistance des noeuds=20Cm.....	47
Photo 4 : Relevés floristiques.....	49
Photo 5 : Prélèvement de la phytomasse.....	50
Photo 6 : Les huiles essentielles des trois espèces étudiées.....	72

Liste des tableaux

Tableau I : Plantes aromatiques à fort taux d'huiles essentielles.....	10
Tableau II : Quantité de plantes nécessaires pour 30 ml d'huiles essentielles.....	11
Tableau III : Importation des huiles essentielles en France.....	25
Tableau IV : Exportations algériennes en huiles essentielles (période 1969-1984).....	28
Tableau V : Importation algérienne en plantes médicinales et aromatiques 1979-1984.....	29
Tableau VI : les importations des huiles essentielles en Algérie.....	31
Tableau VII : Caractéristiques des photographies aériennes utilisées.....	44
Tableau VIII : Critères photogramétriques et d'environnement pour la délimitation des zones isophènes :	56
Tableau IX : Superficies des unités de végétation (Hectares).....	57
Tableau X : Taux de recouvrement du sous-bois de la zone d'étude (Ouled- Debbab).....	59
Tableau XI : Taux de recouvrement des espèces du sous-bois de la zone d'étude.....	61
Tableau XII : Recouvrement moyen des espèces aromatiques par unité de végétation.....	62
Tableau XIII : Phytomasse de la flore aromatique.....	71
Tableau XIV : Evaluation de la phytomasse.....	71
Tableau XV : Rendement des huiles essentielles.....	73
Tableau XVI : Production des huiles essentielles par unité de végétation.....	74
Tableau XVII : Potentiel de production totale en huiles essentielles.....	76
Tableau XVIII : Taux des surfaces non occupées par la végétation.....	86
Tableau XIX : Production des huiles essentielles dans les surfaces non couvertes.....	87
Tableau XX: Pourcentage de prélèvement de la biomasse en fonction de la hauteur des espèces.....	88
Tableau XXI : Production des huiles essentielles en fonction du taux de prélèvement de la phytomasse (valorisation de <i>Myrtus communis</i> L.).....	89
Tableau XXII : Production des huiles essentielles en fonction du taux de prélèvement de la phytomasse (valorisation de <i>Pistacia lentiscus</i> L.).....	90
Tableau XXIII : Développement des huiles essentielles à l'échelle locale.....	93
Tableau XXIII : Production forestière algérienne.....	106

Sommaire :

Introduction.....	01
Partie-I Les huiles essentielles et leur utilisation.....	03
Chapitre -I- Approche historique de l'utilisation des huiles essentielles.....	08
I-1-Anciennes-civilisations.....	04
I-2-Epoque du moyen âge.....	05
I-3-Révolution scientifique.....	06
Chapitre - II - Approche botanique et écologique des plantes aromatiques.....	08
II-1- Classification des plantes à huiles essentielles.....	08
II-2-Classification des huiles essentielles.....	08
II-3-Quantité et qualité des huiles essentielles	11
II-4-Variation des huiles essentielles.....	11
Chapitre - III - Approche anatomique et physico-chimique des espèces aromatiques.....	13
III-1- Anatomie.....	13
III-1-1-Les tissus sécréteurs des huiles essentielles.....	13
III-1-2- Sécrétion et localisation des substances aromatiques.....	13
III-1-3-Etat des essences dans les végétaux.....	14
III-2- Propriétés physico-chimiques des huiles essentielles.....	14
III-2-1- Propriétés physiques	14
III-2-2- Composition chimique	15
III-2-3- Composition chimique des espèces étudiées.....	19
Chapitre -IV- Extraction des huiles essentielles.....	20
IV-1- Les principaux procédés d'extraction.....	20
IV-1-1- Distillation.....	20
IV-1-2- Extraction.....	20
IV-2- L'extraction industrielle.....	21
IV-2-1-Entrainement à la vapeur et hydrodistillation.....	21
IV-2-2- Expression à froid.....	21
IV-2-3- Enfleurage.....	21
IV-2-4- Extraction par solvant organiques volatils.....	22
IV-2-5- Extraction par dioxyde de carbone.....	22
Conclusion.....	23

Partie -II -Importance economique et industrielle des huiles essentielles.....	24
Chapitre -I- Importance économique des huiles essentielles.....	24
I-1- Importance économique des huiles essentielles dans le monde.....	24
I-1-1-Plantes médicinales et aromatiques.....	24
I-1-2-Marché des Les huiles essentielles.....	24
I-1-2-1- Coût des huiles essentielles.....	25
I-1-2-2- Conservation des huiles essentielles.....	26
I-1-2-3- Commercialisation des huiles essentielles.....	26
I-2- Importance économique des plantes aromatiques et huiles essentielles en Algérie.....	26
I-2-1- Plan économique.....	26
I-2-1-1- Exportation	27
I-2-1-2- Importation	28
I-2-2- Plan social.....	32
Chapitre -II- Importance industrielle des huiles essentielles.....	33
II-1-Formes d'emploi des plantes médicinales et aromatiques.....	33
II-2-Industrie cosmétique.....	35
II-3-Industrie pharmaceutique.....	35
II-4-Industrie agro-alimentaire.....	36
Conclusion.....	37
Partie -III- : Etude d'un site de production.....	39
Chapitre -I- Présentation du site botanique.....	39
I-1- Situation administrative.....	39
I-2- Situation géographique.....	39
I-3- Caractéristiques climatiques.....	40
I-4- Propriétés édaphiques.....	40
I-5- Formations végétales.....	40
I-6-Les espèces aromatiques.....	41
Chapitre -II- Méthodologie de l'étude.....	44
II-1-Carte de l'occupation des terres.....	44
II-1-1-Photo-interprétation.....	44
II-1-1-1-Clé d'identification.....	45
II-1-1-2- Vérité terrain.....	46
II-1-2- Echantillonnage phytoécologique.....	46
II-1-2-1- Aire minimale.....	47
II-1-2-2-Relevés de la végétation et du milieu.....	48
II-1-2-3- Relevés linéaires.....	48

II-2-Carte de production des huiles essentielles.....	49
II-2-1-Evaluation de la phytomasse.....	49
II-2-1-1- Prélèvement du matériel végétal.....	49
II-2-1-2-Superficie des unités de végétation.....	50
II-2-1-3- Evaluation de la phytomasse.....	50
II-2-2- Extraction des Huiles Essentielles.....	51
II-2-2-1- Prélèvement des échantillons.....	51
II-2-2-2- Méthode d'extraction.....	51
II-2-3-Production des huiles essentielles.....	53
II-2-3-1-Estimation de la production.....	53
II-2-3-2-Production totale des huiles essentielles.....	53
Chapitre -III- Résultats et Interprétations.....	55
III-1-Carte de l'occupation des terres.....	55
III-1-1- Photo-interprétation.....	55
III-1-2-Zones isophènes.....	55
III-1-3-Relevés floristiques.....	57
III-1-4- Unités de végétation.....	62
III-1-4-1- Les forêts.....	64
III-1-4-2- Les matorrals.....	64
III-1-4-3- Les maquis.....	65
III-1-4-4- La pelouse.....	65
III-1-4-5- Les autres formes d'occupation des terre.....	66
III-1-5-Représentation cartographique.....	66
III-1-5-1-Report des unités de l'occupation.....	66
III-1-5-2-Choix des couleurs et d'un code.....	67
III-2- Carte de production des huiles essentielles.....	71
III-2-1-Evaluation de la phytomasse.....	71
III-2-1-1-Phytomasse aérienne.....	71
III-2-1-2-Evaluation de la phytomasse.....	71
III-2-2- Extraction des Huiles Essentielles.....	72
III-2-2-1- Rendement des huiles essentielles.....	73
III-2-3-Production des huiles essentielles.....	73
III-2-3-1-Estimation de la production.....	73
III-2-3-2-Production totale des huiles essentielles.....	75
III-2-4-Représentation cartographique.....	76
III-2-4-1-Report des unités de production.....	76

III-2-4-2-Choix des couleurs et d'un code	76
Conclusion.....	79
Chapitre IV : Développement et Valorisation des huiles essentielles dans la forêt de Ouled-Debbab.....	81
Introduction.....	81
IV –1-Production des huiles essentielles.....	81
IV-1-1-Méthode de collecte de la matière végétale.....	81
IV-1-2-Choix des espèces végétales.....	82
IV-1-3- Extraction et commercialisation des huiles essentielles	82
IV-1-4-Recherche d'éventuels Partenaires.....	83
IV-1-5- Identification du site de production.....	83
IV-1-6- Intégration d'un matériau produit dans la région.....	83
IV-2-Proposition d'une méthode d'exploitation.....	83
IV-2-1- Exploitation des espèces spontanées.....	84
IV-2-2- Surfaces exploitables.....	84
IV-2-3-Valorisation des huiles essentielles.....	86
IV-2-3-1-Mise en valeur des surfaces non couvertes.....	86
IV-2-3-2-Valorisation de la masse foliaire.....	88
IV-2-3-3-Potentiel de production.....	89
IV-3- Economie relative à la production des huiles essentielles.....	91
IV-3-1-Mise en valeur des espèces aromatiques.....	91
IV-3-2-Création d'emploi.....	92
IV-3-3-Prix des huiles essentielles des espèces étudiées.....	92
IV-3-4-Développement des huiles essentielles.....	93
Conclusion.....	94
Conclusion générale.....	96
Références bibliographiques.....	98
Annexes.....	103

Introduction

L'emploi des plantes à parfums et traitements médicinales, remontent à la plus haute antiquité ; au cours de ces dernières années, on s'intéresse de plus en plus au domaine des plantes aromatiques et médicinales, notamment les huiles essentielles. (Richard, 1974). Certaines institutions de recherche et entreprises pharmaceutiques, s'intéressent aux huiles essentielles et leurs constituants biochimiques, dans le but d'identifier leurs substances biologiquement actives.

L'Algérie, de par, son aire géographique, sa diversité bioclimatique, présente d'importantes potentialités en matière de plantes aromatiques et médicinales qui fait partie du grand patrimoine végétal répartie à l'échelle nationale, sous différentes formes de végétation : forêts, steppes, etc.

Les forêts algériennes, sont réparties sur le Tell, beaucoup plus à l'Est du pays, et sont essentiellement des Subéraies. Quezel (1976), a cité que, les forêts de *Quercus suber* sont exceptionnellement denses ; il s'agit le plus souvent de peuplements ouverts envahis par un maquis dense.

Ce présent travail qui fait l'objet d'un mémoire de Magister, porte sur une subéraie dans la région de Jijel, il s'agit de la forêt domaniale d'Ouled-Debbab qui couvre une superficie de 1395,09 hectares, dont le sous-bois est riche en plantes aromatiques et médicinales, à usage traditionnel, que ce soit en médecine populaire ou en alimentation. Les espèces, les plus utilisées, issues des forêts, sont *Myrtus communis* pour des préparations de tisanes, et pour aromatiser le petit lait, l'espèce *Pistacia lentiscus*, est utilisée dans des préparation de savon traditionnel pour donner au savon l'aspect moussant et aromatisant ; *Lavandula stoechas*, est utilisée comme antiseptique pour les ustensiles et l'intérieur des chambres notamment la literie, ses sommités fleuries sont préparées en infusion, pour les problèmes respiratoires.

L'utilisation anarchique des plantes spontanées, peut devenir un risque de disparition de certaines espèces, un risque aussi, pour la santé du consommateur si la prescription, n'est pas faite par un spécialiste ou herboriste.

Les espèces suscitées, font partie de la gamme des plantes aromatiques et médicinales qui existent sur le marché, ainsi que leurs huiles essentielles utilisées à des fins pharmaceutiques, cosmétiques et agro-alimentaires, ces espèces sont exploitées à une échelle industrielle et sont appréciées.

Il existe environ 2000 huiles essentielles, dont près de 600 font, l'objet de transactions commerciales internationales.

Cette approche consiste à estimer la production en huiles essentielles des espèces spontanées en abondance qui constituent essentiellement le sous-bois de la forêt d'Ouled-Debbab et éventuellement valoriser ce patrimoine végétal.

Les travaux sylvicoles assurés par les services forestiers qui consistent en démasclage du chêne-liège, pour cela, ils procèdent à des ouvertures de piste et des opérations de débroussaillage et nettoiements du sous-bois, cette masse foliaire, constituées essentiellement de plantes aromatiques qui, habituellement ramassée et brûlée, présente un feuillage important pour la distillation, d'autant plus que la saison de ces travaux sylvicoles coïncide avec la période de distillation, il apparaît donc utile, dans une perspective de développement économique, de mettre en valeur, cette masse foliaire riche en plantes aromatique, par la mise en place d'un modèle de gestion du patrimoine aromatique dans un but d'extraire des huiles essentielles qui peuvent contribuer dans l'économie du pays, en installant une industrie d'extraction des huiles essentielles au niveau des régions riches en plantes aromatiques.

La présente étude peut apporter certains éléments concrets, pour proposer un modèle expérimental qui répond à cette problématique, ainsi, les différentes étapes de ce travail consistent en : une étude cartographique de la forêt de Ouled-Debbab pour identifier les différentes unités de végétation et leurs superficies, une estimation de la masse foliaire, par des pesées de rameaux, des relevés linéaires pour déterminer le taux de recouvrement du couvert végétal sur une aire minimale, et des extraction d'huiles essentielles pour déterminer les rendements.

Cette étude préliminaire basée aussi sur des données bibliographiques, se résume en quatre parties :

- l'historique de l'utilisation des huiles essentielles ;

- l'importance économique et industrielle des huiles essentielles ;
- l'étude expérimentale d'un site de production et
- une proposition de développement d'une industrie d'extraction d'huiles essentielles

Il nous est donc apparu utile de faire le point des données acquises et résultats estimés dans cette étude sur les espèces aromatiques spontanées de la subéraie d'Ouled-Debbab, des points de vue, forestier, agronomiques, économique et industriel, en vue de proposer le développement d'une industrie d'huiles essentielles.

Partie I : Les huiles essentielles et leurs utilisations

Chapitre I : Approche historique de l'utilisation des huiles essentielles

Définitions des huiles essentielles

D'après, Paris et Moyses, (1965a) ; ces produits appelés communément « essence », sont des substances odorantes volatiles contenues dans les végétaux. Leur volatilité les oppose aux huiles fixes qui sont des lipides. Ces huiles essentielles sont des mélanges de constituants plus ou moins nombreux, généralement liquides.

Les huiles essentielles sont des déchets du métabolisme de la plante. On en distingue deux formes, les essences végétales et les résines. Elles se présentent en émulsions qui tendent à se collecter en gouttelettes de grosse taille. Souvent la plante les déverse à l'extérieure au moyen de canaux excréteurs. Mais les essences des végétaux, qui sont volatiles, se diffusent au travers de l'épiderme des feuilles et des fleurs. Elles répandent souvent une odeur très prononcée et ce sont elles qui donnent aux végétaux leurs parfums.

Les essences sont des composés terpéniques, les terpènes étant eux-mêmes de longues chaînes d'un carbure d'hydrogène diéthylénique, l'isoprène. Comme les isoprènes peuvent s'agencer les uns aux autres de bien des façons, le nombre des essences est très élevé. Quant aux résines, elles sont normalement dissoutes dans les essences et n'apparaissent comme résidu visqueux ou solide que lorsque les essences se sont évaporées. C'est ainsi que lorsque les huiles essentielles qui exsudent naturellement du tronc du pin parviennent à l'extérieur, les essences s'évaporent et laissent une résine extraite du chanvre indien. Les huiles essentielles ont une action antiseptique qui retarde le pourrissement du bois. L'homme les utilise assez souvent en pharmacie : les bourgeons de pin, onguent de résine, désinfectent ainsi les voies respiratoires. (Anonyme, 1982).

Selon Abrassart (1988), les huiles essentielles sont des substances huileuses, volatiles et odorantes que l'on peut extraire de certaines plantes appelées pour cette raison aromatiques. Dans le langage courant, on les appelle indifféremment "huiles essentielles", essences de plantes, essences aromatiques ou encore extraits aromatiques de plantes. Les huiles essentielles sont des produits le plus souvent liquides, plus ou moins épais, ayant une odeur souvent forte et très caractéristique, en général incolore sauf certaines variétés comme la cannelle qui est rougeâtre, la camomille qui est bleutée ou encore le bouleau de couleur noire.

D'après le même auteur, scientifiquement, l'essence est la sécrétion de la plante contenue dans des constituants de cellules qui vont l'élaborer. L'huile essentielle est l'extrait obtenu par distillation dans les plantes aromatiques, l'essence assure un rôle de réserve énergétique et de système de défense. Ce sont les plantes sauvages qui poussent dans des conditions arides et sous un fort ensoleillement qui donneront des huiles essentielles de meilleure qualité.

Pour l'International Standard Organisation (I.S.O) comme pour l'association française de normalisation (A.F.N.O.R) le terme d'huile essentielle désigne les produits odorants, appelées aussi "essences". Ce sont des produits huileux et volatils localisés aussi bien dans la fleur (exemple : rose), les parties vertes (exemple : menthe), le bois (exemple : pin), les racines (exemple : iris), l'écorce (exemple : sapin), les fruits (exemple : citron) que dans les graines (exemple : anis). On les extrait, le plus souvent par distillation à la vapeur d'eau ou à la vapeur de solvant (Nezzar, 1991 et Charpentier, 1998).

I-1-Anciennes civilisations

En général les huiles essentielles de plantes sont utilisées à des fins diverses depuis plusieurs millénaires.

C'est en Egypte, plus de quatre mille ans avant notre ère, que leur usage atteint un développement important. Les médecins de cette époque les utilisaient pour soigner les malades, mais aussi lors de pratiques magiques. Néanmoins, c'est dans le cadre de la cérémonie de l'embaumement, consistant en une imprégnation complète des tissus du défunt avec un mélange d'huiles aromatiques, que leur emploi se répandit dans toutes les couches de la société.

En Inde, les parfums étaient à l'honneur, et les grands Rishis (Sages) en préconisaient l'usage dans les sacrifices religieux mais aussi pour traiter les corps et les esprits.

Quant aux Grecs, ils faisaient une très large consommation de substances odorantes naturelles et plusieurs ouvrages furent écrits pour vanter leurs propriétés et indiquer les meilleures régions de production. (Abrassart, 1988).

L'utilisation rituelle, des huiles essentielles, constituait une part importante des traditions de la plus part des civilisations anciennes où leur rôle religieux et thérapeutique devint d'une très grande importance, ce type de pratique existe encore en Orient où des rameaux de Genévrier sont brûlés dans des Temples comme une sorte de purification. Les romains utilisaient les huiles essentielles comme parfum pendant la messe catholique.

Les parfums étaient fabriqués par fumigation et devient un élément dans l'art de la thérapie. La littérature de l'Inde liste près de 700 substances aromatiques avec leurs utilisations thérapeutiques.

Les Grecs spécialement ont appris beaucoup des égyptiens ; Herodotus et Democrates, qui ont visité l'Egypte pendant le cinquième siècle avant Jésus Christ, et ont transmis ce qu'ils avaient appris sur les parfums et la thérapeutique naturelle. Herodotus était le premier à enregistrer les méthodes de Distillation de Térébenthine, et fournir les premières informations sur les parfums. Discorides a fait une étude détaillée sur l'utilisation des plantes et des parfums employés par les grecs et les romains, et a rassemblé dans un ouvrage en 5 volumes "Materia Medica", connu sous le nom de "Herbarius". Hippocrates, né en Grèce 460 ans avant Jésus Christ et considéré comme le père de la médecine prescrivit les fumigations parfumées et fomentations. L'une des plus fameuses de ses préparations grecques, faite à base de myrrhe, cinammon et cassia, appelée "Megaleon", nom relatif à son créateur Megallus, comme le "Kyphi", chez les Egyptiens qui pouvait être utilisé aussi comme parfum et comme un remède pour l'inflammation de la peau et les blessures des guerres. Les romains utilisaient trois sortes de parfums pour parfumer les cheveux, leurs corps, leurs habilles et parmi ces huiles, certaines étaient utilisées pour le massage après les bains. Après la chute de l'empire romain et l'arrivée du christianisme, beaucoup de médecins romains fuirent Rome pour Constantinople avec les livres de Galen, Hippocrates et Discorides. Ces grands ouvrages gréco-romains furent traduits en langues perse et arabe et autres langues et à la fin de l'empire byzantin, leurs connaissances sont passées au monde arabe au moyen âge (Lawless, 1992).

I-2-Epoque du moyen âge (L'Alchimie)

Les aromates et les parfums constituaient l'un des premiers commerces d'articles de l'ancien monde. C'est le peuple juif qui, à l'exode d'Egypte vers la Palestine en 1240, a pris les précieuses gommés et huiles avec leurs utilisations. Les marchands phéniciens ont aussi exporté leurs huiles parfumées et gommés à la Péninsule arabique et par la suite à travers la région méditerranéenne, particulièrement la Grèce et Rome et introduisirent des richesses de l'Orient ; ils ramenaient, le Camphre de Chine, la gomme de l'Arabie et la Rose de Syrie et ont toujours gardé leurs routes commerciales un secret bien gardé.

Entre le septième et treizième siècle, les Arabes ont eu beaucoup de grands hommes de sciences, parmi lesquels Avicenne (980-1037), médecin très doué et savant, a écrit une

centaine de livres dont l'un de ses livres était sur les fleurs. Parmi ses découvertes, l'invention du réfrigérant qui est une percée dans l'art de la distillation, qu'il utilisait pour produire des huiles essentielles pures et l'eau aromatique.

L'importante utilisation d'épices et d'extraits aromatiques que fit l'occident dès le moyen âge est sans doute en grande partie, dû aux croisades qui permirent aux croisés de rapporter l'art de la distillation. En effet les disciples de Mohamed (et surtout les soufis) excellaient dans les techniques alchimiques. C'est d'ailleurs chez les médecins alchimistes du moyen âge européen que l'on trouve les meilleures études sur les essences de plantes.

Sous Louis XIV, on emploie les huiles essentielles très couramment pour se parfumer, ce qui offrait un moyen pratique pour masquer les odeurs naturelles. C'est également à cette époque que se développe la fabrication d'eaux florales dont certaines sont encore commercialisées de nos jours.

Fin XVI, début XVII, on se sert habituellement d'une centaine d'essences aromatiques avec des indications thérapeutiques précises puisées dans la médecine traditionnelle.

Sur un plan ethnobotanique, des observations, selon, Renault-Roger et Hamraoui (1997), ont montré qu'il existe dans le sud-ouest de la France une pratique traditionnelle de protection des graines de Légumineuses par les plantes odorantes. L'efficacité de cette méthode a été évaluée en laboratoire. L'activité insecticide des plantes aromatiques s'exerce à deux niveaux : un effet létal sur les populations adultes et une inhibition de la reproduction.

I-3-La révolution scientifique

A la renaissance, le matériel aromatique remplit les pharmacopées, qui depuis plusieurs siècles a toujours été et reste la principale protection contre les épidémies, quelques siècles après, les propriétés médicales les applications d'un nombre croissant de nouvelles huiles essentielles étaient analysées et répertoriées par les pharmaciens, la liste comprend plusieurs espèces aromatiques comme le cèdre, le romarin, le cyprès, la rose les fleurs d'oranger, la sauge, etc.

L'industrie de la parfumerie et la distillation ont connu un développement en Europe, notamment en France, à Grasse, où des entreprises commerciales prospèrent. A la fin du dix-septième siècle, la parfumerie était séparée des autres domaines et devenue une spécialité de pharmaciens.

L'avènement de la civilisation industrielle entraîna un oubli des thérapeutiques naturelles au profit de techniques demandant moins d'efforts et prétendues "plus efficaces" car basées sur

des "connaissances scientifiques"; Mais le XX^{ème} siècle voit renaître les recherches sur l'utilisation thérapeutique des huiles essentielles de plantes aromatiques et médicinales.

Dans un livre, en 1907, intitulé "pharmacy and transactions of the british pharmaceutical conference", est noté que, le premier cas d'huiles essentielles où les terpènes ont été détectés dans cette huile extraite d'une plante de la famille des Uricaceae (Lawless, 1992).

C'est en 1931 que R.M.Gattefossé, véritable redécouvreur de l'aromathérapie, publie son ouvrage dans lequel il décrit ses expériences et ses résultats. Il fut le premier à donner des indications précises pour des pathologies diverses. C'est grâce à lui que l'on connaît les propriétés antitoxiques, antiseptiques, antivirales, tonifiantes, stimulantes ou calmantes et toujours purifiantes des arômes naturels. Il prophétise cette époque, que l'avenir ne peut manquer de réserver un rôle de premier plan à cette médecine naturelle, n'est-ce pas ce que l'on voit aujourd'hui ? De nombreux travaux ont été publiés et à la suite de ce grand chercheur et nous ne pouvons passer sous silence l'œuvre de Jean Valnet, qui expérimenta l'extraordinaire puissance curative des huiles essentielles dans des conditions très difficiles. C'est sans aucun doute lui, par la publication de son ouvrage "Aromathérapie", qui est à l'origine de la nouvelle vague d'intérêt porté à la phytothérapie par le grand public (Bardeau, 1978).

De nos jours, le monde végétal, offre à l'industrie des matières premières abondantes et variées, dont les ressources naturelles sont encore loin d'être entièrement exploitées. A cet égard, l'avènement des vitro cultures a permis, l'ouverture de nouvelles voies de sélection.

Ainsi afin de modifier ou d'améliorer les sources végétales traditionnelles, les sélectionneurs ont à leur disposition, outre les méthodes classiques développées à partir de l'hybridation, des méthodes dites nouvelles, faisant appel à la culture in vitro des cellules et tissus végétaux.

Ces techniques modernes sont regroupées sous le terme de biotechnologie, ou phytotechnologie. (Chambon et *al.*, 1990).

CHAPITRE II Approche botanique et écologique des huiles essentielles

II-1- Classification des plantes à huiles essentielles

Les huiles essentielles, se rencontrent, dans tout le règne végétal ; cependant, elles sont particulièrement abondantes chez certaines familles : les Conifères, les Rutacées, les Ombellifères, les Myrtacées et les Labiées (Paris et Moyses, 1965b).

Sur le plan botanique on retrouve les plantes les plus odorantes dans certaines familles bien précises : les Liliacées, les Labiées, les Rosacées, les Ombellifères, les Lauracées, les Caprifoliacées et les Rutacées.

Ces familles sont les plus riches en huiles essentielles. Toute fois, en nombre d'espèces, on obtient des données un peu différentes. Ainsi, 22 % des Nymphaeacées sont à huiles essentielles (odorantes). Viennent ensuite les Rosacées avec 13 % et les Primulacées avec 12 %. Parmi les familles peu odorantes: les Papaveracées 2%, les Campanulacées 1.3 %.

Les botanistes ont observé que 14 % des espèces de plantes Monocotylédones étaient aromatiques et 10 % seulement pour les Dicotylédones. Les plantes aromatiques les plus actives, appartiennent à la famille des Labiées.

En Algérie, les espèces les plus riches en huiles essentielles, appartiennent à la famille des Labiées, on en a recensé 180 espèces, dans la famille des Ombellifères 177 espèces, chez les Composées 177, et 37 entre les Pinacées, les Abiacées et Cupressacées, dont 37 espèces appartiennent aux genres *Cuprésus* et *Juniperus* (Ivanov, 1953 in Hellal, 1992 ; Renault-Roger et Hamraoui, 1997).

II-2- Classification des huiles essentielles

La composition des huiles essentielles est excessivement variable, il est difficile d'en établir une classification, on ne peut que les regrouper. Ainsi, il y a 03 groupes, dont seul le dernier est assez homogène :

- essences hydrocarbonée, riche en carbures (essence de térébenthine, de citron, d'orange, etc.), et qui sont les plus nombreuses ;
- essences oxygénées (essence de menthe, de rose, d'amande amère, etc.) ;
- essences sulfurées, caractérisées par la présence de soufre (essence d'ail, des Crucifères) (Goris et al., 1949).

Par ailleurs d'autres auteurs comme Guergev in Hellal (1992), qui divise les huiles essentielles en quatre groupes, selon les méthodes d'extraction.

Les substances aromatiques qui constituent l'huile essentielle dans la plante diffèrent d'une espèce à l'autre, d'où ces produits aromatiques naturels se divisent en quatre groupes :

- 1^{er} groupe : huile essentielle obtenue par distillation (évaporation d'eau), exemple : Myrte.
- 2^{me} groupe : huile essentielle obtenue par pression, exemple : Esperidées (agrumes).
- 3^{me} groupe : huile essentielle extraite par différents solvants organiques, exemple : roses.
- 4^{me} groupe : huile essentielle obtenue par adsorption (enfleurage), exemple : jasmin.

Suivant leur composition élémentaire, leurs rendements, leur mode d'extraction, qu'on classe les huiles essentielles en différents groupes ou familles, la classification se fait donc, selon l'objectif d'utilisation.

II-3- Quantité et qualité des huiles essentielles

Les huiles essentielles se localisent soit dans un organe, soit dans la plante entière, le taux varie d'une espèce à une autre et il est de 1% environ et peut atteindre les 3 à 5%. (Guergev in Hellal 1992).

Pour Charpentier et *al.* (1992), la teneur en huiles essentielles, d'une plante, est très faible, de l'ordre de 1%0 à 1% (voir tableau I).

Tableau I : Plantes aromatiques à fort taux d'huiles essentielles.

Désignation des plantes aromatiques	En grammes pour 100 Kg de matières premières
Absinthe verte	125 à 200
Anis vert	1600 à 2000
Anis étoilé (Badiane)	4300 à 4900
Angélique verte	130 à 150
Bergamote	100 à 130
Calamus	600 à 750
Camomille romaine	0.40 à 0.50
Camomille matricaire	0.60 à 0.120
Cannelle Ceylan	400 à 1700
Condamome	1600 à 2180
Carvi	3500 à 4500
Cassia (Sen f)	800 à 900
Cèdre (bois de)	1800 à 1900
Cyprès	3200 à 3375
Cumin	4000 à 4500
Eucalyptus	2700 à 3000
Genièvre (Baies de)	750 à 875
Géranium	100 à 130
Gingembre	1100 à 1125
Girofle	1500 à 1800
Lavande	1800 à 2000
Laurier	700 à 850
Macis	5500 à 7000
Marjolaine	100 à 180
Mélicse	50 à 100
Menthe	250 à 700
Moutarde	400 à 680
Muscade (noix de)	300 à 350
Myrte	250 à 300
Origan	500 à 700
Oranger (Néroli)	100 à 120
Patchouli	900 à 950
Piment	5000 à 6000
Poivre	2400 à 2500
Romarin	1500 à 1600
Rose	5 à 8
Rose (bois de)	180 à 200
Santal (bois de)	1200 à 2750
Sassafras (bois de)	700 à 750
Thym	80 à 120
Vétiver	450 à 480
Violette	8 à 5
Tanaisie	800 à 900

Source : Bardeau, (1978)

Les principaux critères de qualité d'une huile essentielle sont : la spécificité botanique, la spécificité chimique (chénotype) ; cette notion est indispensable en Aromathérapie, elle

permet de définir la (les) molécule(s) biochimiquement active(s) pour un certain nombre de pathologies cliniques. Les autres critères relèvent de la partie de la plante distillée et la durée de distillation ainsi que le prix qui est influencé par une multitude de variantes comme la nécessité de cueillir de grandes quantités de plantes pour obtenir de faibles quantités d'huiles essentielles ; pour avoir un kilogramme (environ un litre) d'huiles essentielles, il faudrait cueillir (Anonyme, (2001) :

4000 à 12000 Kg de Mélisse

3500 à 4000 Kg de Rose (soit un hectare de rosiers !)

150 Kg de Lavande vraie

6 à 7 Kg de boutons floraux de clous de Girofle.

D'après Bardeau (1978), la quantité de plante nécessaire pour obtenir un flacon de 30 ml d'huiles essentielles est représentée dans le tableau ci-dessous.

Tableau II : Quantité de plantes nécessaires pour 30 ml d'huiles essentielles

Espèces végétales	Matière végétale (Kg)
VIOLETTE	1000
CANNELLE	7.5
MARJOLAINE	30
MENTHE	12
ORANGER	30
ROMARIN	02
ROSE	600
THYM	25

Source : Bardeau, (1978)

II-4-Variations des huiles essentielles (Variation dans la composition)

La composition d'une même essence varie suivant les circonstances dans lesquelles le végétal a été développé.

II-4-1-Variation avec le climat

L'essence d'une année n'aura pas la même composition que celle des années précédentes ou suivantes, Goris *et al*, (1949), ont constaté des variations dans le taux des constituants et la présence de nouveaux produits.

II-4-2-Variation avec les saisons

Selon Paris et Moysse, (1965b) ; en climat chaud, la teneur en huiles essentielles est plus élevée.

II-4-3-Variation avec le degré de maturité de la plante

Hose et *al.* (1996), ont constaté que la composition chimique des huiles essentielles de *Melissa officinalis*, au niveau des feuilles âgées diffère de celle des feuilles jeunes d'une même plante ; ainsi, il remarque que le citral présente un taux de 37,2% au niveau des jeunes feuilles et 0,5%, au niveau des feuilles âgées, contrairement au citronellal, qui augmente de 1,1% à 52,4%.

II-4-4-Variation avec la partie de la plante employée

Les huiles essentielles ont une répartition différente, suivant les espèces : elles sont localisées au niveau des fleurs (roses), des feuilles, ou dans toute la plante (Conifères). A noter que la composition des essences peut varier d'un organe à l'autre d'une même plante : le meilleur exemple est le Bigaradier dont les fleurs fournissent l'essence de Néroli, les fruits l'essence d'orange amère et les feuilles, l'essence de petit grain (Paris et Moysse, 1965a ; Fabienne, 1993; Charpentier et *al.*, 1998).

II-4-5-Variation avec l'origine botanique

La composition varie avec l'origine botanique, il est bien connu que les essences de Persil allemande et française, ont une composition différente, le premier est plus riche en apiol.

Les éléments dominants constituent ce que l'on appelle la race chimique ou le chémotype, qui caractérise l'huile et il est parfois plus important que l'espèce botanique. (Paris et Moysse, 1965a ; Fabienne, 1993). Comme le cas des Eucalyptus qui peuvent être divisés en 5 groupes : Eucalyptus à cinéol (*Eucalyptus globulus*); Eucalyptus à citronellal; Eucalyptus à citral (*Eucalyptus staigeriana*) ; Eucalyptus à essence de Menthe (*Eucalyptus piperita*) ; et d'autres espèces à odeur indéterminée. (Goris et *al.*, 1949).

II-4-6-Variation avec le photopériodisme

Le taux et la composition des huiles essentielles, changent en fonction de la lumière, la teneur en huiles essentielles, sous l'effet de la lumière, diminue chez la Menthe, le Basilic, le Coriandre et la Camomille ; et augmente chez la Lavande, le Thym et le Romarin. (Hellal, 1992). Au niveau de la composition chimique, les proportions des constituants, varient selon la durée de luminosité. Ainsi, Skrubis et Markakis (1976), ont observé que chez le Basilic, le

taux de linalol est de 85,124% quand il est exposé à la lumière naturelle pendant 9 heures de temps par jour ; et 87,253%, quand il est exposé à la lumière pendant 18 heures ; contrairement à d'autres constituants qui diminuent.

CHAPITRE III Approche anatomique et physico-chimique des espèces aromatiques et des huiles essentielles

III-1-Anatomie

III-1-1-Les tissus sécréteurs des huiles essentielles

Ces cellules sécrétrices sont souvent des cystolithes, c'est à dire des cellules incluses parmi les autres cellules du parenchyme, dont elles se distinguent par leur taille, leur forme et leur aspect (Bruneton, 1999).

Par ailleurs, les cellules épidermiques peuvent élaborer et accumuler dans leur cytoplasme des essences volatiles qui en se vaporisant au travers de la cuticule assez mince de ces épidermes, produisent les parfums, agréables ou non, de certaines plantes (épiderme des pétales de rose).

La fonction de sécrétion peut être réservée à certains poils épidermiques, les poils sécréteurs. Ce sont des poils composés dont la/ou les cellules terminales accumulent des essences (voir Annexe).

Chez certains poils sécréteurs (Thym, Lavande, etc.), L'essence sécrétée est accumulée entre la paroi cellulosique et la cuticule qui s'est décollée de celle-ci. La rupture de la cuticule qui libère ensuite l'essence qui se vaporise.

III-1-2- Sécrétion et localisation des substances aromatiques

Tous les organes végétaux peuvent renfermer des huiles essentielles, surtout les sommités fleuries, (comme la Lavande, la Menthe, la Mélisse, etc.), mais on en trouve dans les racines ou rhizomes (Vétiver, Curcuma, Gingembre), le bois (Camphrier, Sassafras), les fruits (Poivre, fruits d'Ombellifères, de Citrus), les graines (Noix de Muscade) (Paris et Moyse, 1965b).

Dans de nombreux cas, les huiles essentielles sont contenues dans des cellules ou des organes spécialement différenciés et variables, suivant les familles botaniques, elles se localisent dans :

- les poils sécréteurs externes (Labiées, Geraniacées) ;
- les cellules sécrétrices (Lauracées, Magnoliacées, Piperacées) ;
- les poches sécrétrices schizogènes (Myrtacées) ;
- les canaux sécréteurs (Umbellifères , Conifères) (Goris et *al.*, 1949; Paris et Moyse, 1965b).

III-1-3-Etat des essences dans les végétaux

Elles existent, dans la plante, sous forme de combinaisons glucosidiques, au niveau des cellules sécrétrices. L'huile essentielle du Thym existe sous forme de thymol, carvacrolglucoside et galactosides (Skopp et Horster, 1976 ; Fabienne, 1993).

Généralement, elles y sont toutes formées, et localisées dans des cellules spéciales. Ordinairement liquides, elles se manifestent dans des protoplasmes sous forme de fines gouttelettes huileuses et volatiles. C'est ainsi que se rencontrent les essences de Labiées, principalement dans les feuilles (menthe, mélisse, lavande, etc.).

D'autres essences ne prennent naissance qu'au moment où les parties du végétal sont mises en contact avec l'eau dans ce cas, la formation de l'essence est le résultat de la décomposition d'un principe organique, généralement un glucoside, sous l'influence d'un ferment soluble, par exemple, la décomposition de la prulaurasine (glucoside) par l'émulsine (ferment) dans les feuilles de laurier-cerise donne naissance à de l'aldéhyde benzoïque et à de l'acide cyanhydrique (essence d'amande amère), mais seulement si les feuilles sont concassées et placées dans l'eau (Fabienne, 1993).

III-2-Propriétés physico-chimiques des huiles essentielles

III-2-1- Propriétés physiques

Les huiles essentielles sont en général liquides, et elles ont une odeur très forte, elles sont incolores, jaune pâle, ou quelquefois bleu. Leur densité est inférieure à 1, (sauf les huiles essentielles de Giroflier, Cannelle et Sassafras) (Charpentier et *al.*, 1998).

Les huiles essentielles sont solubles dans l'alcool, dans l'éther, dans les huiles mais insolubles dans l'eau à laquelle pourtant elles communiquent leurs odeurs rarement utilisées pures à cause de leur haut pouvoir d'action, les huiles essentielles seront ainsi souvent diluées dans des solvants gras pour obtenir un produit directement applicable sur la peau : l'huiles de massage, produits pour le bain par exemple (Abrassart, 1988).

Elles sont insolubles dans l'eau, très altérable, elles s'oxydent avec la lumière et au contact de l'air, elles sont solubles dans des alcools, les huiles et la vaseline (Charpentier et *al.*, 1998).

L'odeur caractéristique des huiles essentielles, qui sont extrêmement volatiles et perdent rapidement leurs propriétés. Elles commencent à "vieillir" au bout de six mois et on admet qu'elles n'ont pratiquement plus de propriétés thérapeutiques après deux années. Elles perdent d'autant plus rapidement leurs propriétés, quand elles sont exposées à la chaleur ou même à la lumière. C'est pour cette raison que toutes les huiles essentielles doivent impérativement être présentées dans des flacons opaques, par exemple en verre teinté, de préférence auto jointé. Il faut les conserver loin de toute source de chaleur, signalons que leur point d'ébullition se situe entre 60 et 240°C (Abrassart, 1988 ; Charpentier et *al.*, 1998).

Par ailleurs, quand on veut diluer les huiles essentielles avec l'eau, on utilise un "mouillant" pour obtenir une émulsion mélange homogène de produits huileux et d'eau. C'est le cas des produits aromatiques pour le bain et de certains laits de beautés (Abrassart, 1988).

III-2-2-Composition chimique

Sur le plan biochimique, il existe des huiles essentielles ayant un seul constituant tel que l'essence d'amandier amer et le laurier, comme il existe par ailleurs des plantes à huiles essentielles ayant 200 micro et macro constituants comme l'essence de rose (Guergev in Hellal 1992).

En examinant la littérature de la composition chimique des arômes alimentaires, on est frappé par le nombre et la diversité extraordinaire des structures identifiées. Ainsi on a identifié 711 composés volatils dans l'arôme de café torréfié, 556 dans l'arôme de vin, 312 dans l'arôme de fraise, 245 dans l'arôme d'orange, etc. (Straten et Maarse, 1983 in Garnero, 1990).

Les huiles essentielles sont également très riches en composés aromatisants. Ainsi en 1977 Ohloff signalais 275 composés chimiques dans l'essence de rose Bulgare et on peut estimer aujourd'hui près de 300 composés chimiques (Garnero, 1990).

Pour Fabienne, (1993) ; les huiles essentielles sont composées jusqu'à 250 constituants différents, en des proportions différentes.

D'après Kessouar in Nezzar, (1991), l'étude chimique des composants des huiles essentielles a permis de découvrir un certain nombre d'hydrocarbures cycliques et volatiles de formule ($C_{10}H_{16}$) et qui furent appelé terpènes. Parmi les terpènes dans le sens étroit du mot et parmi les composés qui leurs sont étroitement liés par une structure très voisine, on trouve une

abondance de constituants de parfum naturels, une gamme de produits d'intérêts pharmaceutique qui sont :

III-2-2-1- Carbures

Le lien entre ces composés extrêmement variés est fourni par leur squelette carboné. L'élément de structure est l'isoprène qui se trouve deux ou plusieurs fois dans un terpène. Les carbures terpéniques possédant une formule qui est un multiple entier de $(C_5H_8)_n$.

Suivant le nombre n de molécules d'isoprène, on trouve les groupes suivants :

- les Hemiterpènes (n=1)

Parmi les hemiterpènes, nous ne signalerons que l'isoprène de formule (C_5H_8) qui ne paraît pas exister à l'état libre dans les plantes.

- Les Monoterpènes (n=2)

La plus part de ces composés naturels possède la formule $(C_{10}H_{16})$, qui indique un déficit de dix atomes d'hydrogène par rapport à l'hydrocarbure aliphatique saturé $C_{10}H_{22}$, d'ou on distingue trois (03) cas de monoterpènes :

a- Les terpènes aliphatiques

Dans ce cas le squelette a généralement trois doubles liaisons et n'a pas de cycles. Les principaux représentants sont : le myrcène, l'ocimène et l'allocimène.

b- Les terpènes monocycliques

Ils se présentent sous forme d'un cycle à doubles liaisons et les principaux représentants sont : le limonène, les phélandres, le sylvestrène, le terpinolène et les terpènes.

c- Les terpènes bicycliques

Ce sont des terpènes à deux cycles avec une double liaison, les carbures de ce type sont : Le pinène, le nopinène, le camphène, le bornylène, le sabinène et le carène.

d- Les terpènes tricycliques

Ce sont des terpènes très peu répandus et correspondent le plus souvent à trois cycles et ne possédant aucune double liaisons.

- Les sesquiterpènes (n=3)

Ce sont des composés moins répandus que les terpènes, ils se trouvent en proportion réduite dans la plus part des essences de térébenthine et en proportions dominantes dans les huiles de cade, de cèdre, de santal etc., tels que le candinène, le cèdrène, le santalène, etc.

- Les diterpènes (n=4)

Les principaux représentant de ce type de carbures sont les acides résiniques $C_{19}H_{29}COOH$. Ce sont des tricycles à deux doubles liaisons.

- Les triterpènes (n=6)

Ils comportent des dérivés en C_{30} , le plus souvent cyclique.

- Les tétraterpènes (n=8)

Les tétraterpènes proprement dits, ne semblent pas être connus, mais on en connaît une abondante famille de dérivés à structure isoprenique de formule $C_{40}H_{56}$. Les composés se rencontrent fréquemment parmi les colorants végétaux (Carotènes, etc.)

III-2-2-2-Alcools

Les alcools et plus particulièrement les alcools terpéniques, se trouvent dans les essences naturelles. Ils jouent un rôle important, du point de vue odeur, on trouve dans ces alcools terpéniques les mêmes squelettes carbonés.

- Les alcools terpéniques aliphatiques

Trois groupes de ces alcools font partie des produits les plus précieux pour la parfumerie, en raison de la puissance de leur odeur et ce sont : le citronellol, le nerol et le linalol.

- Les alcools terpéniques monocycliques

Ils sont moins importants que les précédents citrons, et soit : le menthol, les terpineols et la terpine.

- Les alcools terpéniques bicycliques

Les plus courants sont : le borneol, le fenchol, le sabinol, le myrtenol, le pinocairol et le verbinol.

- Les alcools sesquiterpéniques

Les plus courants sont : le santalol, le farnesol et le nerolidol. Ces alcools ont un grand intérêt du point de vue pharmaceutique.

- Les alcools non terpéniques

On rencontre dans les essences naturelles le plus souvent des alcools aromatiques ; parmi ceux ci nous citons :

L'alcool benzénique, l'alcool phénylétique, l'alcool cuminique, l'alcool cinnamique et l'alcool anisique.

III-2-2-3- Les aldéhydes

Ils correspondent en général aux alcools primaires précédemment cités ; les plus importants sont :

- les aldéhydes terpéniques dont les plus représentatifs sont : le citronnellal et le citral.
- les aldéhydes aromatiques, les plus répandus sont : l'aldéhyde benzoïque, l'aldéhyde cuminique, l'aldéhyde salicylique et l'aldéhyde anisique.

III-2-2-4- Les cétones

Les cétones comme les aldéhydes jouent un rôle souvent considérable dans les parfums.

- Les cétones aliphatiques : les plus abondantes sont le méthylheptènone et la Muscone.
- Les cétones terpéniques monocycliques : les plus répandues et plus utilisées de ce groupe, sont : la méthone, la pulégone, le dehydrocarvone, la carvotanacetone, La carvone et le diosphénol.
- Les cétones terpéniques bicycliques : leur principal représentant est le camphre.

III-2-2-5-Les phénols

- Les phénols et les éthers de phénol jouent un rôle important dans les propriétés des huiles essentielles.
- Les phénols saturés et éthers, les plus représentatifs de ces phénols sont : le chavicol, l'estragol et le safrol.

III-2-2-6- Les produits azotés

Un certain nombre de produits azotés se rencontre dans les huiles essentielles naturelles ; parmi eux, on cite : l'anthramilate de méthyle et le méthylantramilate de méthyle.

III-2-3-Composition chimique des huiles essentielles des espèces étudiées

Pistachia lentiscus L.

Une essence extraite des feuilles de l'arbuste renferme 5.8 % d'éther et 13.5 % d'éléments acetylables, puis du pinène et probablement d'autres terpènes et sesquiterpènes. Son odeur rappelle les essences de rue et de sabine (Guenther, 1972).

Myrtus communis L.

L'huile essentielle de myrte est constituée principalement de cinéols, accompagné de myrténol, pinène, geraniol, linalol, canphène et myrtol. (Guenther, 1972 ; Bruneton, 1999).

Lavandula stoechas L.

Il arrive cependant qu'on distille l'essence dans les alambics ordinaires. Son odeur rappelle l'hysope. L'essence de lavande staechas est riche en cinéol ; on en retire en outre une cétone à odeur menthée et camphrée. Les constituants essentiels sont le linalol et l'acétate (acétate de linalyle), accompagné de géranol, bornéol et de carbures terpéniques qui sont : les pinènes, le limonène, l'ocimène, le dipentène, le canphène et le caryophyllène. (Paris et Moyses, 1965a ; Guenther, 1972 ; Bruneton, 1999).

La constitution chimique des trois espèces, révèle que leurs huiles essentielles contiennent des carbures (pinènes), faisant partie donc du groupe des essences hydrocarbonées, et leur extraction, selon Bardeau (1978), se fait par hydrodistillation (par entraînement à la vapeur d'eau).

CHAPITRE IV- Extraction des huiles essentielles

IV-1- Les principaux procédés d'extraction

Il existe plusieurs procédés d'extraction des huiles essentielles. Les techniques d'extraction par solvant grasse, procédé dit de l'effleurage, entraînent une altération des propriétés thérapeutiques des huiles essentielles et sont donc déconseillées. Ils sont utilisés en parfumerie ou pour augmenter les rendements.

La distillation à la vapeur d'eau consiste à faire passer les plantes dans un bain de vapeur entraînant à son tour les huiles essentielles ces derniers sont recueillis à la surface de l'eau après refroidissement, et c'est la manière idéale d'obtenir les essences. Les huiles essentielles extraites par distillation à la vapeur d'eau sont dites "huiles essentielles pures et naturelles" (Abrassart, 1988).

Pour obtention donc de matière première aromatique, les méthodes principalement utilisées sont : la distillation et l'extraction.

IV-1-1-Distillation

Les huiles essentielles, qui sont plus ou moins volatiles et qui peuvent provenir de diverses parties de la plante, sont chargées dans un alambic elles sont entraînées par la vapeur d'eau chaude, cet entraînement se fait de deux manières différentes :

Par chauffage à la vapeur directe, et c'est le cas des plantes comme la lavande, le lavandin, le romarin, le thym, le géranium rosat, la sauge, etc.

Le mélange, de vapeur d'eau et d'essence, est condensé dans un réfrigérant tubulaire, le condensât est séparé automatiquement dans un récipient.

L'eau condensée entraîne une certaine proportion d'essence par entraînement mécanique des huiles essentielles, parce qu'elle contient des constituants hydrosolubles (exemple : eau de fleurs d'oranger, eau de laurier etc.) (Abrassart, 1988).

IV-1-2- Extraction :

Dans le procédé par extraction, le matériel végétal (fleurs, feuilles, graines, etc.) , est traité par lavage à partir de solvant volatil pur comme l'hexane, (Isohexane). Le solvant chargé de parfum est ensuite distillé, la fin de la distillation étant faite sous pression réduite. Cette concentration finale donne une concrète florale.

L'extraction par un solvant volatil, est employée lorsque la fleur traitée ne donne pas d'huile essentielle par traitement à la vapeur d'eau (Jasmin, Tubéreuse, Jonquille, Narcisse) ou

lorsque ce traitement donne un produit ayant, une note différente de celle de l'huile essentielle ; c'est le cas de la fleur d'oranger.

IV-2- Extraction industrielle

Parmi les techniques d'exploitation des plantes aromatiques, cinq techniques d'extraction des principes aromatiques végétaux sont connues à ce jour.

Le choix du procédé d'extraction dépend des normes liées à l'utilisation industrielle de ces principes aromatiques.

La localisation histologique des composés aromatiques dans le végétal peut aussi orienter le choix technologique.

IV-2-1- Entraînement à la vapeur et hydrodistillation

Le procédé d'entraînement à la vapeur d'eau est basé sur le fait que la plus part des composés odorantes volatiles contenus dans les végétaux sont susceptibles d'être entraînés par la vapeur d'eau. Il consiste à placer la plante ou l'organe du plant dans un alambic traversé par un courant de vapeur d'eau. Les principes volatiles peu solubles dans l'eau sont entraînés et après condensation on sépare le distillat par décantation.

L'hydrodistillation est une variante de méthode suscitée. Elle consiste à placer le matériel végétal directement dans l'eau, portée ensuite à l'ébullition. Cette technique est réservée habituellement au dosage des huiles essentielles en laboratoire (Walters, 1999 ; Charpentier, 1998).

IV-2-2- Expression à froid

Ce procédé concerne uniquement les huiles essentielles d'agrumes tels que : citron, orange douce et amer, mandarine etc.

En effet les huiles essentielles facilement peroxydable, ne supportent pas une préparation à chaud et sont altérables par la vapeur d'eau. Elles sont donc extraites du péricarpe frais des agrumes par différents modes d'expression. Dans l'industrie, ce procédé consiste à une scarification mécanique et entraînement de l'huile essentielle par un courant d'eau. L'essence est ensuite séparée par décantation (Walters, 1999 ; Charpentier, 1998).

IV-2-3- Enfleurage

Cette technique est employée uniquement aux organes des végétaux particulièrement fragiles comme les fleurs. Elle consiste à mettre les pétales en contact avec un corps gras sur des châssis superposés à température ambiante. Au bout de quelques jours la matière grasse

(saindoux ou l'axonge) est saturée, en essence végétale. On renouvelle ensuite les fleurs 10 à 15 fois jusqu'à l'obtention d'une pommade de plus en plus parfumée.

La pommade ainsi obtenue est épuisée par l'alcool absolu dans lequel les corps gras sont peu solubles. Les composés volatiles extraits par la fraction éthanolique sont isolés par simple évaporation de l'alcool.

Cependant, en raison du prix prohibitif de cette matière première et de l'importante main d'œuvre que cette technique requiert, celle-ci n'est quasiment plus pratiquée. (Walters, 1999 ; Charpentier, 1998).

IV-2-4- Extraction par solvants organiques volatils

Les huiles essentielles sont des composés solubles dans la plus part des solvants organiques et particulièrement dans les carbures aliphatiques tels que le pentane et l'hexane ou aromatiques tel que le benzène sous une température ambiante empêchant l'altération de leur structures moléculaires.

Ce procédé est couramment employé dans les industries actuelles des parfums, le produit obtenu après évaporation du solvant appelé concrète résulte de la tendance du produit à se solidifier en raison de la présence de matières grasses entraînées par le solvant organique.

Le traitement à froid de la concrète par l'alcool absolu permet ensuite de séparer les graisses et d'obtenir après évaporation de l'éthanol la majeure partie des composés odorants (Walters, 1999).

IV-2-5- L'extraction par dioxyde de carbone

Il s'agit d'un procédé qui utilise le dioxyde de carbone sous forme de deux états, liquide et supercritique. Cette technique a été décrite dans ses applications potentielles pour l'industrie des arômes et des parfums, est basée sur le fait que certains gaz notamment le dioxyde de carbone dans des conditions de pression dites critiques ou supercritiques, présente un pouvoir de dissolution accru vis à vis de divers composés tels que les huiles essentielles, les arômes, les colorants naturels, les graisses, etc.

Les industries d'extraction utilisent actuellement cette technique sous ses deux états, liquide ou supercritique, selon un même schéma de fonctionnement où seules les pressions qui diffèrent.

Ainsi, il est possible de jouer sur la pression et le taux d'hydratation relatif de la matière première extraite pour séparer une huile essentielle de l'extrait végétal ou un composé odorant particulier d'une huile essentielle. Il s'agit donc d'un procédé très sélectif qui a cependant

l'inconvénient d'exiger des pressions élevées, donc une technologie sophistiquée. Son coût, tant au niveau de l'investissement que du fonctionnement limite l'intérêt de cette technique aux productions à très gros chiffre d'affaire. En outre, elle donne des compositions de nature différente des productions traditionnelles qui perturbent donc les habitudes des industries consommatrices (Walters, 1999).

Conclusion

L'Alchimie a apporté la voie des techniques chimiques, et grâce à la révolution scientifique du dix-neuvième siècle, les chimistes ont pu identifier pour la première fois les différents constituants des huiles essentielles et leur donner des noms spécifiques comme le "Géranol", "Citronellole" et "Cinéole", d'où le développement de la fabrication d'huiles essentielles de synthèse qui sont des imitations d'huiles biologiques, et l'accroissement de l'industrie moderne de drogue. La phytothérapie et les traitements à base d'huiles essentielles ont perdu leur crédibilité comme méthode de traitement. Au milieu du vingtième siècle, le rôle des huiles essentielles avait été réduit, presque, entièrement pour la fabrication des parfums, les produits cosmétiques et les produits agro-alimentaires (Lawless, 1992).

La révolution scientifique a montré le rôle capital des huiles essentielles, dans différents domaines industriels. Ainsi, les chercheurs, les ont identifié et classé, et ont développé différents procédés d'extraction, suivant, la composition chimique, la localisation dans les organes et tissus sécréteurs.

En raison des grandes variations que l'on observe dans la composition des huiles essentielles extraites de parties différentes de la même plante, il faut savoir où se situent les organes sécréteurs qui représente un critère de qualité important des huiles essentielles. La manière dont la plante est traitée pour en extraire les huiles essentielles ; la durée de distillation a une influence sur la qualité et par conséquent le prix du produit fini (Anonyme, 2001).

Les concentrations en huiles essentielles sont généralement très faibles, le rendement peut varier d'une espèce à l'autre, cette faiblesse peut expliquer le prix élevé de certaines huiles essentielles (Bardeau, 1978).

PARTIE -II IMPORTANCE ECONOMIQUE ET INDUSTRIELLE DES HUILES ESSENTIELLES

CHAPITRE -I- Importance économique des huiles essentielles

I-1-Importance économique des huiles essentielles dans le monde

I-1-1-Plantes médicinales et aromatiques

Selon le Centre de Commerce International de Genève, (1984) ; l'ensemble de ce marché a augmenté de 200 millions de Dollars en cinq ans, dû à un grand intérêt pour la médecine traditionnelle en Asie et pour les éléments naturels en Europe et en Amérique du Nord.

La répartition des principaux marchés de plantes médicinales est la suivante :

- En Asie : Le Japon avait importé 22640 T pour un montant de 10,6 milliards de Yens en 1980 de Hong Kong, Singapour, Indonésie, Thaïlande.
- En Europe la R.F.A. avait importé 28326 T par un montant de 56,8 milliards de Dollars, en 1979 de France, de Grande Bretagne, des Pays Bas et de Suisse.
- En Amérique Du Nord : Les U.S.A. en ont importé pour 44,6 millions de Dollars, en 1980 et le Canada pour 5,3 millions de Dollars canadiens (Sahraoui, 1988 in Hammiche et Gheyouché, 1988).

I-1-2-Marché des huiles essentielles

Ce sont les Chinois qui ont compris depuis longtemps l'importance de ces substances, et ont axé leurs recherches sur l'exploitation des substances naturelles pour des usages thérapeutiques (Nezzar, 1991).

D'après Seigue, (1985); la production, en Australie, des huiles essentielles d'*Eucalyptus* est de 900.000 litres. En Portugal, où fonctionnent sept (07) Distilleries, en a exporté 550.000 litres. Cette production est obtenue à partir des feuilles de l'*Eucalyptus globulus*, avec des rendements de 0,7 à 1% d'une huile qui contient 65 à 80% de Cinéol. En Espagne, la production de Cinéol est de l'ordre de 200.000Kg. Ainsi près de 100.000 tonnes de feuilles d'*Eucalyptus* sont distillées tous les ans dans la Péninsule Ibérique et dont la production est exportée essentiellement aux U.S.A., en France, en Allemagne, en Hollande, en Angleterre. Les exportations du Portugal représentent 30 à 40 millions d'Escudos. On peut signaler la distillation des feuilles de Cyprès qui donne une huile employée en Pharmacie. Selon Garry et al. (1985), les analyses de plusieurs personnes qui se sont intéressés à la commercialisation des huiles essentielles, il semble bien que les huiles commercialisées sont normées et ne correspondent pas directement à une origine ou à une essence précise. Par ailleurs, il semble

bien que "normer" une huile soit une opération assez facile à réaliser qui apporte une valeur ajoutée, mais qui exigera probablement des stocks plus importants.

La commercialisation des huiles essentielles semble difficile à effectuer du fait de circuits très cloisonnés.

I-1-2-1-Prix des huiles essentielles

Le prix des huiles essentielles dépend de l'abondance de la récolte annuelle. Des variations de prix peuvent bien sur refléter la qualité de l'huile (Walters, 1999).

Le prix de ces produits n'a cessé d'augmenter ces dernières années du fait que la production mondiale n'a pas suivi l'augmentation de la demande. Les importations de la CCE de l'ordre de 300 tonnes par an et celles de France sont de 60 tonnes par an (Garry et *al.*, 1985).

D'après une cotation des huiles essentielles par un établissement « CHIRIS » publiée dans une revue IFAC aux années 1953 (voir Tableau III), la France importait les huiles essentielles à des prix qui varient selon la provenance et la qualité ; à titre d'exemple, le prix de l'essence de *Myrtus communis L* varie entre 4500 et 5000 FF/Kg en l'année 1953 et en 1999 il est entre 217,02 et 2077,02 Dollars canadiens (Anonyme, 1953).

Tableau III : Importation des huiles essentielles en France.

ESPECES	PRIX
Basilic (selon provenance)	8500 à 9000 FF/Kg
Bergamote (selon qualité)	15000 à 15300 FF/Kg
Citron Cote D'Ivoire (selon qualité)	5000 à 5100 FF/Kg
Citron d'Italie (selon qualité)	9500 à 10000 FF/Kg
Citron Guinée (selon qualité)	5000 FF/Kg
Cyprés (selon provenance)	1800 FF/Kg
Géranium Bourbon (selon qualité)	7300 FF/Kg
Myrte (selon provenance)	4500 à 5000 FF/Kg
Romarin (selon provenance)	450 FF/Kg
Rue (selon provenance)	900 FF/Kg

Source : IFAC, (1953)

I-1-2-2-Conservation des huiles essentielles

Les huiles essentielles présentent des propriétés antiseptiques, c'est grâce aux phénols et aux alcools qu'elles contiennent, que les huiles ont un pouvoir antibactérien et antimycosique, ces propriétés pourraient participer à la conservation des huiles essentielles (Fabienne, 1993). Selon Baratta et *al.* (1998), les huiles essentielles ont des propriétés antibactériennes et antioxydantes, grâce aux concentrations importantes de certains constituants, (α -pinène chez le Romarin, 1,8-cinéole (Eucalyptol), linalol, α -terpinène, etc.).

Dans des conditions idéales, les huiles essentielles peuvent se conserver six ans ou plus, la durée moyenne de conservation étant d'environ deux ans, les limites d'Agumes ne durent pas aussi longtemps. Elles s'altèrent à la lumière, ceci est dû aux radiations UV, qui altèrent les phénols. Les flacons doivent être d'une couleur qui se situe à l'extrémité rouge du spectre et doivent être entreposés dans un endroit frais et sombre. Aussi sachant que les huiles sont volatiles par nature ; non seulement elles s'évaporent, mais la disparition des molécules plus légères modifie la composition de l'huile ; pour éviter cela les flacons doivent être pourvus d'un bouchon se vissant. (Walters, 1999).

I-1-2-3-Commercialisation des huiles essentielles

D'après Garry et *al.* (1985), les analyses de plusieurs personnes qui se sont intéressés à la commercialisation des huiles essentielles, il semble bien que les huiles commercialisées, sont, normées et ne correspondent pas directement à une origine ou à une essence précise. Par ailleurs, il semble bien que "normer" une huile soit une opération assez facile à réaliser qui apporte une valeur ajoutée, mais qui exigera probablement des stocks plus importants.

La commercialisation des huiles essentielles semble difficile à effectuer du fait de circuits très cloisonnés.

De plus, il s'agira là de lancer des produits que l'Algérie n'exportait pas auparavant, ils sont donc nouveaux sur le marché international pour prendre une place, c'est une opération qui risque d'être longue.

I-2-Importance économique des plantes aromatiques et huiles essentielles en Algérie

I-2-1-Plan économique

L'Algérie, comme la plus part des pays méditerranéens (le sud de France, l'Espagne, le Maroc, la Tunisie, L'Egypte, le Liban et le sud d'Italie) a une vocation certaine pour la production des

huiles essentielles et des concrètes florales. Cette situation peut être attribuée à de nombreux facteurs tels que :

- la richesse et la diversité des sols.
- la pluviométrie favorable.
- possibilité de fréquentes irrigations.
- clémence de la température.
- luminosité.
- main d'œuvre disponible à bon marché.

Donc une grande richesse du pays en plantes aromatiques, mais actuellement on assiste à une forte régression de matières aromatiques se traduisant par une forte dépendance, vis-à-vis de l'étranger afin de couvrir les besoins de l'industrie de production.

- En Algérie les sources de l'O.N.A.C.O., en 1979 ; indiquent un montant de 436.485,8 Dinars Algériens, pour une exportation de plantes aromatiques, d'extraits d'origine végétale et de Tisanes.

Géranium	12 à 15 Tonnes/an
Lavande	4 Tonnes/an
Menthe poivrée	0,5 Tonnes /an
Eucalyptus	0,2 Tonnes/an
Cyprès	1 Tonne/an
Verveine	0,01 Tonne/an

Les importations pour la même année, se chiffrent à 22 millions de DA pour 14,8 Tonnes de matière première pour l'herboristerie et 23 Tonnes pour la préparation des Tisanes (Sahraoui, 1988 in Hammiche et Gheyouché, 1988).

I-2-1-1- Exportation

L'exportation des huiles essentielles constitue jusqu'aux années 70 une importante source de devises pour le pays; le nombre d'espèces exporté est réduit à quelques espèces seulement.

L'Algérie était donc un des pays producteurs et exportait de la matière première aromatique ainsi que les huiles essentielles et cela entre 1970 et 1979 et depuis 1980 elle a connu une chute importante.

Tableau IV : Exportations algériennes en huiles essentielles (période 1969-1984)

PRODUIT	1969	1973	1984
Oranger	82	87	--
H E non déterpenées d'agrumes	50.000	-	50
Eucalyptus	20	-	-
Jasmin	409	274	94
<i>Lavande</i>	10	-	-
Neroli	797	545	45
Géranium	12830	8600	-
Autres essences	-	-	10
H E déterpenées d'agrumes	225	-	-
Total en Kg	64373	9506	199
Total en DA	3.656.020	3.940.721	1.489.847

Source : Douane algérienne (in Hammiche et Gheyouche, 1988)

Depuis 1984 il n'y a pas eu d'exportation algérienne en matière d'huiles essentielles, d'après le Centre National de l'Informatique et des Statistiques (CNIS), jusqu'à l'année 2000 que l'Algérie a exporté la même quantité (540 Kg) d'huiles essentielles de Lavande pour un montant de 853572,00 DA en l'an 2000 et pour un montant de 867267,00 DA en 2001. D'après le forum (Africa-Import Export Forum-Afrique : www.export-forum.com/1680.htm) consacré à l'exportation de et vers l'Afrique et développé par la Société de Conseils Associés Canada Inc (S.C.A.C. Inc.), les pays exportateurs de plantes aromatiques et médicinales sont le Maroc, l'Algérie et l'Egypte. L'Algérie exporte les plantes et herbes médicinales comme l'Amande amère, l'Armoise blanche, le Chiendent (racines), la Centaurée, la mousse de chêne, le Marrube blanc, le Thym, le Laurier et le Romarin. Le seul pays exportateur, à la fois les plantes aromatiques et les huiles essentielles est le Maroc, parmi les espèces figurant sur la liste des produits, il y a le *Myrtus cmmunis* L. sous forme de feuilles des mois de juin, juillet, août et septembre ainsi que leurs huiles essentielles, le *Pistacia lentiscus* L. de toute l'année y compris les huiles essentielles (Anonyme, 2003).

I-2-1-2- Importation

D'après les données de la Douane algérienne le montant des importations en plantes s'élève à 314.797,56 DA pour une quantité de 18.550 Kg de plantes. Cette même source évalue la

quantité d'huiles essentielles exportée à la même année à environ 200 Kg soit une valeur de monétaire de 1.489.847 DA, les tableaux 1 et 2, montrent que les exportations algériennes ont connu une baisse très importante et ce à partir de 1969 ; l'importation de ces produits augmente chaque année. Cette importation a triplé durant une décennie. Cependant on constate l'importation de certaines plantes qui poussent à l'état spontané, en Algérie et peuvent être produites en Algérie.

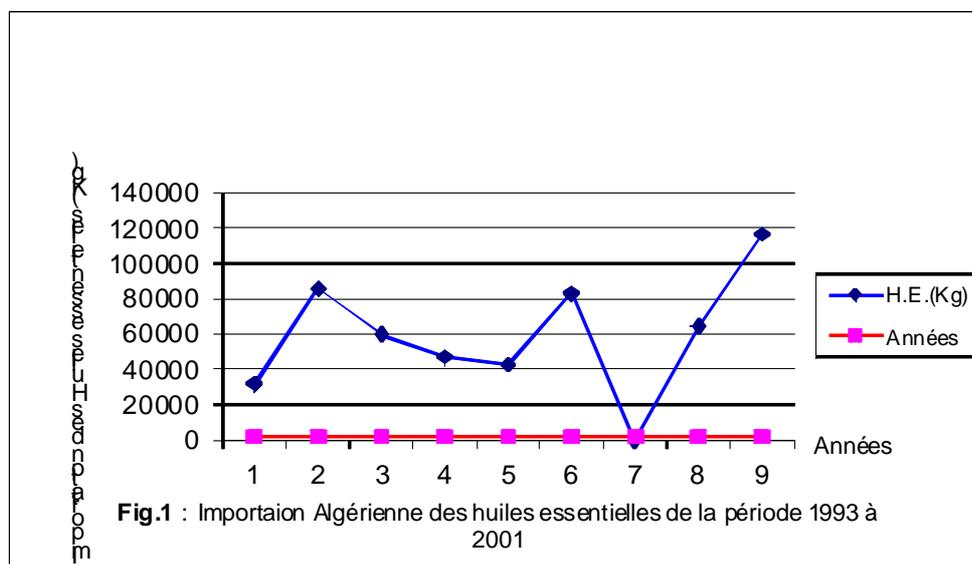
Tableau V : Importation algérienne en plantes médicinales et aromatiques 1979-1984

ESPECES	1979	1980	1981	1983	1984
Salsepareille (racine)	30	100	50	300	700
Saponaire (plante entière)	-	-	20	30	-
Saponaire (racine)	1000	10.000	10000	17730	-
Sariette	-	-	20	50	30
Sauge	100	200	250	200	400
Senec	600	500	500	1100	1100
Serpolet	-	-	20	30	50
Solidogorge d'or	20	-	20	30	20
Tilleul carpantras	1000	1000	3600	500	1100
Tilleul fleur	50	1500	-	50	-
Tilleul aubier	100	-	200	50	-
Tilleul aubier	200	400	200	400	400
Thym	-	-	50	50	100
Vleriane (racine)	50	150	50	100	50
Verveine	-	350	-	4000	500
Bourgeon de pin	-	-	50	-	-
Bourgeon de sapin	-	-	20	30	120
Total en Kg	7980	24100	21840	36390	18550
Total en DA	133.152	-	436.486,80	373.500,62	314.797,60

Source : Douane algérienne (in HAMMICHE et GAIYOUCHE, 1988).

D'après les Douanes Algériennes, L'Algérie s'approvisionne en matière des huiles essentielles de Citron d'Espagne, de France et d'Italie, celles de la Menthe poivrée de France et de Chine, les huiles essentielles de Lime et de Géranium et autres menthes sont importées d'Espagne et de France, l'huile de Jasmin est importée d'Espagne de France et des Pays-Bas, l'huile essentielle d'Orange vient du Brésil, des Etats-Unis d'Amérique, d'Espagne, de France et d'Italie.

Les statistiques du CNIS (Centre National d'Informatique et Statistique) nous révèlent que ces importations d'huiles essentielles par l'Algérie ont connu une très forte augmentation surtout en 2001 et se chiffrent en dizaines de millions de dinars algériens (voir Tableau VI).



D'après la (figure 1) les besoins de l'Algérie en huiles essentielles, ont augmenté ces deux dernières années ils étaient de 31823 Kg / année en 1993 et ont atteint 116625 Kg / année en l'an 2001 pour un montant de 91083121,00 DA. A l'année 1999 il n'y a pas eu d'importation.

Le prix unitaire des huiles essentielles importées varient selon l'année et d'une espèce à l'autre, comme exemple, l'huile essentielle de la Lavande a coûté 1081,59 DA en 1997 et 305,9 DA en 1998 ; le prix unitaire moyen entre 1993 et 2001 est de 760,56 DA pour une quantité moyenne de 1226,62 Kg. Ces prix sont relativement bas ; ceci s'explique par la valorisation industrielle qui est la composition synthétique des huiles essentielles à partir des dérivés de pinènes. Selon Garry et *al.* (1985), Lecomte et Angenot (1986), la connaissance de la structure chimique permet de composer les huiles essentielles de synthèse.

Les produits importés par l'Algérie comme matière première pour la fabrication des produits cosmétiques et l'industrie agro-alimentaire, seraient des produits de synthèse.

Tableau VI : Les importations des huiles essentielles en Algérie (1993-2002)

Huiles essentielles	Années																
	1993		1994		1995		1996		1997		1998		1999	2000		2001	
	Kg	DA	Kg	DA	Kg	DA	Kg	DA	Kg	DA	Kg	D.A.	/	Kg	D.A.	Kg	D.A.
Orange	22431	1498092	70848	192820	17536	4515120	39505	10699678	30147	6391249	62557	8668619	/	46596	15764273	51486	19820234
Citron	6722	3638948	2975	8577822	2921	1595491	1695	1586319	7058	6362821	14407	3141161	/	12806	18943837	34807	48569027
Lime	600	389038	548	723920	300	288715	140	135684	300	427416	/	/	/	1819	2279761	5355	11540569
Autres agrumes	1513	748116	5995	3693188	27773	6377979	5151	2307754	2700	2435569	4167	1854923	/	/	/	/	/
Géranium	156	161962	2303	853974	261	518815	52	26035	216	520163	190	449966	/	1310	13870628	160	445710
Jasmin	/	/	/	/	5075	766822	136	81436	50	81876	621	71361	/	862	793729	19950	5813403
Lavande	91	43559	1215	962610	535	470587	235	242024	62	67059	180	55062	/	2262	1567455	3927	3234676
Menthe poivrée	218	71015	500	416771	300	326517	10	16875	1122	118251	700	52486	/	1050	1800021	240	753723
Autres menthes	92	90325	1450	1078297	5200	10923660	36	5106	1040	857744	202	150111	/	177	133713	700	905779
Total	31823	6640992	85834	16499402	59901	25783706	46960	15100911	42695	17262148	83024	14443689	/	64491	55153417	116625	91083121

Source : Douanes Algériennes (CNIS, 2003), www.douanes-cnis.dz/cnis/stat/export_prod_pays.asp

I-2-2– Plan social

Le rôle prépondérant du ministère de l'agriculture est de :

- faire appel aux aromaticiens de compétences, ayant une réquisition de connaissances de base et techniques ;
- de mettre en place de solides institutions qui doivent être dotées de moyens humains et matériels performants ;
- développer la recherche et de la coopération internationale ;
- moderniser les procédés technologiques de production ;
- assurer l'existence d'une relation entre l'agronomie et l'industrie aromatique d'une part et les circuits commerciaux d'autre part ;
- et mettre en œuvre les activités du Programme National de Développement Agricole (PNDA), en favorisant les créneaux importants sur un plan socio-économique.

Le domaine des huiles essentielles présente une importance économique et sociale, malgré le manque d'un inventaire précis du patrimoine médicinal et aromatique spontané, l'appréciation de la biomasse médicinale et sa répartition dans l'espace est difficile à cerner. Cependant pour montrer cette importance socio-économique de ce patrimoine, la biomasse spontanée d'Algérie est estimée à une moyenne annuelle par hectare de matière sèche, de 20 quintaux, dont 2 quintaux de matière première (plantes médicinales) pour en extraire 1 600 000 tonnes d'extraits végétaux pour l'herboristerie et l'industrie pharmaceutique. Ceci engendrerait un besoin de recrutement d'une importante main d'œuvre pour l'exploitation, le transport et la transformation de cette matière première. (Hammiche et Gheyouche, 1988).

Chapitre -II- Importance industrielle des huiles essentielles

II-1-Formes d'utilisation des plantes aromatiques et médicinales

Le regain d'intérêt manifeste à l'égard des plantes médicinales aussi bien par les sociétés industrielles que par les pays ou les organismes internationaux tels que l'Organisation mondiale de la santé s'inscrit dans le cadre général d'un retour vers la nature et l'essoufflement de la recherche pour les uns, la décision de valorisation des ressources végétales pour les autres, par la promotion des médecines traditionnelles et leurs intégrations dans les soins de santé primaires pour l'O.M.S.

Bien que les substances organiques synthétiques aient acquis une importance considérable dans le secteur pharmaceutique et bien que dans la plupart des pharmacopées, le nombre des plantes et de préparation ait diminué, les produits pharmaceutiques dérivés des plantes restent un instrument vital dans la vie moderne.

Les plantes médicinales occupent une place stable dans le secteur non pharmaceutique où la demande émane des industries alimentaires et cosmétiques, des industries des teintures et du tannage, du tabac et de la parfumerie (Hammiche et Gheyouché, 1988).

Description de trois formes d'emplois des plantes médicinales (voir figure 2).

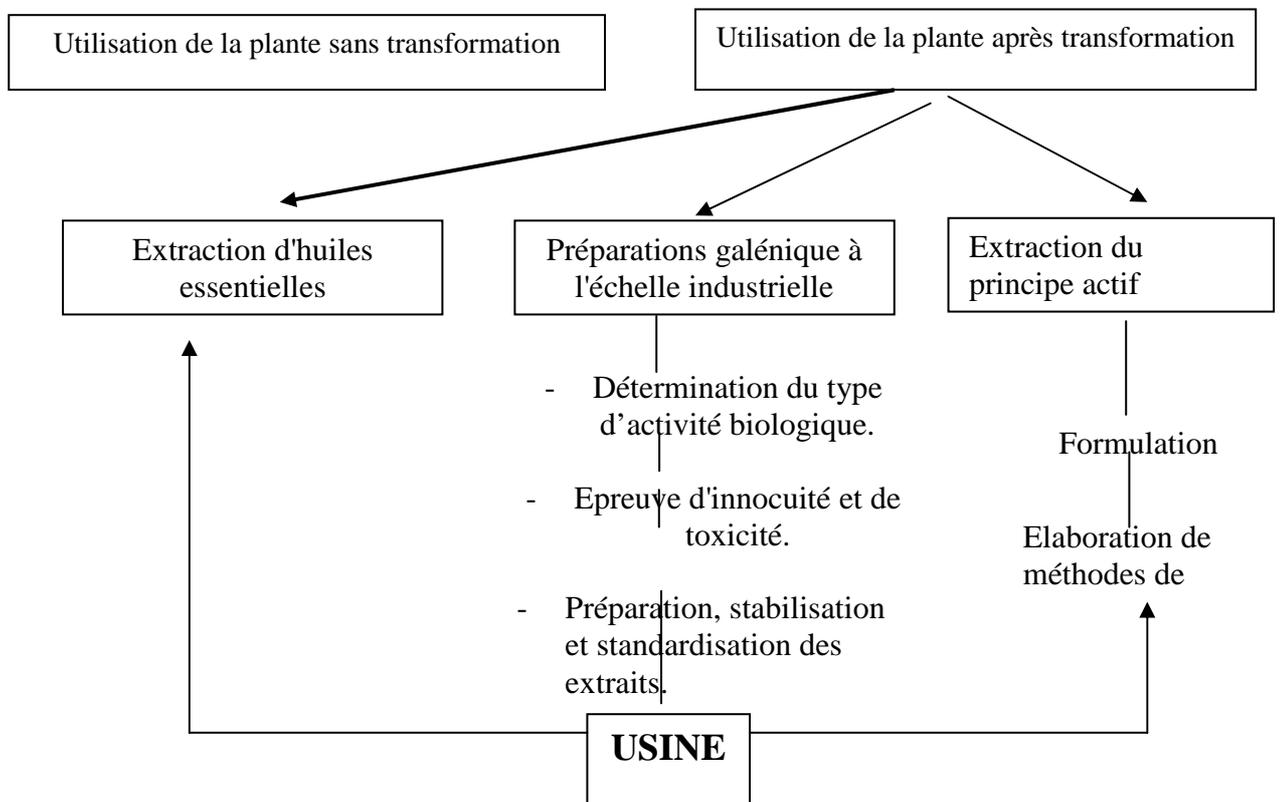


Fig. 2 : Diagramme d'utilisation des plantes aromatiques médicinales

II 1-1- Les plantes en nature

C'est la forme la plus ancienne et la plus utilisée "tisane", il s'agit en fait d'opérations pharmaceutiques différentes (macération, infusion, décoction, etc.), la demande de production des thés médicaux semble en progression constante.

II 1-2- la chimie extractive

Dans ce procédé, la plante est considérée comme source de matière première :

- Principes actifs utilisés directement dans les formes pharmaceutiques (plantes dites majeures à alcaloïdes.etc).
- Excipient (cellulose, gomme, alginates, etc.
- Adjuvants (aromatisants, colorants, etc.)
- Constituants pouvant servir de précurseurs de synthèse des hormones stéroïdes.

II 1-3- les formes galéniques intermédiaires

II 1-3-1- Liquides

Ce sont les extraits fluides, les huiles essentielles les teintures, les solutions alcooliques, et les solutions intégrales de plantes fraîches.

II 1-3-2- Poudres

Les poudres se présentent sous forme d'extraits secs, de lyophilisât, et de nébulisât.

Les pays en développement sont les principaux fournisseurs de plantes médicinales, soit parce qu'ils sont les seuls producteurs et exportateurs d'espèces que l'on ne trouve nulle part ailleurs ou des plantes très demandées ou des autres pays ne cultivent pas en raison de prix de revient élevé (Hammiche et Gheyouché, 1988).

Une étude réalisée aux Etats Unis d'Amérique a montré que de 1959 à 1980, 25% des médicaments achetés dans les pharmacies comptaient des extraits de plantes ou des principes actifs obtenus à partir de végétaux supérieurs.

Selon Seigue (1985), la flore méditerranéenne est riche en plantes aromatiques dont les feuilles et fleurs contiennent des cellules sécrétrices d'huiles volatiles et parfumées, elles sont utilisées dans l'industrie chimique et alimentent une importante industrie de la parfumerie. Une quarantaine de produits chimiques, peuvent être obtenus, par distillation, à partir de feuille d'Eucalyptus. Ce sont des hydrates de carbone ou des composés oxygénés

de la série des terpènes. Ces produits sont utilisés en médecine, en pharmacie, en confiserie et autres industries. Au Portugal, principal producteur européen, ces huiles essentielles sont connues sous les noms de :

Cinéol: principale huile d'Eucalyptus, largement employée en médecine, en confiserie et pour le nettoyage des tissus.

- Eudismol : utilisé comme fixation en parfumerie et dans l'industrie.
- Pipéritona : utilisé pour la fabrication du thymol et du menthol synthétique.
- Citronéol : à odeur intense de citron, utilisé dans l'industrie des parfums et savonnette.
- Pinénos : employé en mélange avec la térébenthine.
- Félandreno : dissolvant utilisé également en métallurgie pour séparer les métaux par flottaison.

II-2-Industrie cosmétique

D'après Garry et *al.* (1985), l'utilisation courante d'une huile essentielle en droguerie, savonnerie, parfumerie, met en jeu des produits modifiés dont les propriétés olfactives sont plus importantes que la pureté de l'essence, d'où un grand nombre d'huiles "coupées". Il s'agit d'une valorisation industrielle, nécessitant un travail important de laboratoire. Cette valorisation concerne principalement les terpènes, on en distingue, α et β -pinène à partir desquels, on peut envisager à titre d'exemple la transformation suivante :



Il convient d'orienter cette valorisation vers les composés synthétiques, dérivés des pinènes, utilisés en parfumerie



II-3-Industrie pharmaceutique

La connaissance de la structure chimique et des modalités d'action, conduira rapidement l'industrie pharmaceutique, à préparer des produits de synthèse à activité identique à celle des agents extraits des plantes. L'isolement des principes actifs a contribué à l'établissement de thérapeutes de plus en plus efficaces (Lecomte et Angenot, 1986).

Le centre de recherche et développement de SAIDAL poursuit actuellement des recherches sur les huiles essentielles des espèces spontanées d'Algérie, dans le but de mettre en évidence l'activité de ces produits servant de matière première pour la fabrication des produits pharmaceutiques.

II-4-Industrie agro-alimentaire

Garnero (1990), examine leur composition chimique, en indiquant les isolats "naturels" ou "semi-synthétique" qui peuvent en dériver. Les constituants majeurs en industrie agro-alimentaire sont cités dans chacune des six familles d'huiles essentielles

Ces huiles essentielles sont souvent utilisées dans les arômes alimentaires sous forme d'essences concentrées au 1/5^e ou 1/10^e. Parmi les isolats qu'on retire et, et souvent en grandes quantités, comme le limonène à partir de l'essence d'orange, avec lequel on obtient un hémisynthèse important qui est la carvone.

Le même auteur; ayant travaillé, dans le domaine de l'Agro-alimentaire, sur les substances aromatisantes isolées, classe les huiles essentielles en 06 principales familles, par tonnages de production, dans l'ordre suivant : les huiles essentielles citriques, les huiles essentielles de menthes, les huiles essentielles à anethole et estragole, les huiles essentielles d'ombellifères (Apiacées), les huiles essentielles d'épices et les huiles essentielles aromatisantes.

II-4-1-Les huiles essentielles citriques

Elles proviennent des Agrumes et comprennent le **limonène**, souvent en grandes quantités, à partir des huiles essentielles d'orange, la valencène et l'**acetate de linalyle**.

II-4-2-Les huiles essentielles de menthes

Elles regroupent le menthole et la menthone, la carvone du pulégone et de l'**acetate de linalyle**.

II-4-3-Les huiles essentielles à anéthole et estragole

Ces huiles ont été groupées dans une même famille car leurs constituants principaux et représentatifs sont l'anethole et l'estragole, elles sont extraites à partir de l'Anis étoilé et l'Anis vert, du Fenouil doux et amer; de *Clausena anisata* pour l'anéthole et d'Estragon et Basilic de la Reunion pour l'estragole.

II-4-4-Les huiles essentielles d'Ombellifères (Apiacées)

Ces huiles sont constituées essentiellement, de linalol, à partir de l'essence de Coriandre, l'aldehyde cuminique, à partir de l'essence du Cumin, le carotol et le daucol de l'essence de Carotte.

II-4-5-Les huiles essentielles d'épices

Ce sont les huiles de Girofle et de feuilles de Giroflier, d'écorces de Cannelle, de Poivre, de Noix muscade et de Macis, de Gingembre et de Cardamome, etc.

Les principaux constituants de ces huiles essentielles sont l'eugénol et l'aldéhyde cinnamique.

II-4-6-Les huiles essentielles aromatisantes

Elles proviennent de feuilles de Laurier noble, de Basilic, Piment, Thym, baies de Genièvre Romarin et Sarriette, leurs essences sont constituées essentiellement d'estragole et linalol, de thymol et carvacrol et de thuyopsène (bois de genièvre).

D'après le même auteur, certaines de ces huiles représentent des tonnages élevés : ainsi l'huile essentielle d'orange douce au Portugal (12000 tonnes), d'autres des tonnages peu élevés : 0,3 tonne pour les deux huiles essentielles de racines et de fruits d'Angélique.

L'usage des huiles essentielles comme ingrédients aromatisants est un des éléments fondamentaux et traditionnels de la formulation des arômes. En plus du fait que les huiles essentielles entrent bien dans le cadre de la définition des "arômes naturelles", leur composition chimique est dans la majorité des cas d'une grande complexité, autant que celle des arômes authentiques eux-mêmes (parfois plusieurs centaines de constituants chimiques). Et leur présence apporte un élément de perfectionnement, d'harmonisation permettant de contribuer à la qualité de la reproduction de l'arôme que l'on veut imiter.

Conclusion

Les huiles essentielles sont des ingrédients majeurs dans l'industrie pharmaceutique, cosmétique et agro-alimentaire, et occupent en industrie une place essentielle.

On assiste bien actuellement, à travers l'industrie aromatique, à une insuffisance ou plutôt une absence totale de production d'huiles essentielles qui n'arrivent pas à couvrir les besoins nationaux ; et les importations sont en augmentation progressives.

L'industrie aromatique en Algérie a connu une régression et le volume d'achat, est en croissance. Aujourd'hui, l'Algérie s'approvisionne auprès des fournisseurs étrangers pour couvrir les besoins de sa production.

Sur un plan industriel, la transformation des plantes aromatique, sous plusieurs formes d'utilisation montre l'importance industrielle des huiles essentielles. A la suite de cette recherche bibliographique sur la situation actuelle en Algérie, il est conseillé de réanimer et améliorer le marché national qui devrait constituer un vecteur essentiel dans la gestion économique du pays en relançant la culture des plantes aromatiques dans un cadre de développement quantitatif et qualitatif des huiles essentielles, par l'analyse chimique et l'amélioration génétique pour améliorer la qualité de ces essences qui dépend essentiellement de sa spécificité chimique (chémo-type) s'expliquant par le fait qu'une même plante aromatique, botaniquement définie, synthétise une essence qui serait biochimiquement différente en fonction du biotope dans lequel elle se développe, de la nature du sol, de l'altitude, de la lumière et des conditions climatiques.

PARTIE III –ETUDE D’UN SITE DE PRODUCTION

Chapitre -I- Présentation du site

I-1-Situation administrative

D’après l’Office Nationale des Travaux Forestiers (O.N.T.F., 1980), la subéraie d'Ouled-Debbab, est située entre la commune de Settara et la commune d'EL-Milia, qui appartiennent à la Daira d'EL-Milia, Wilaya de Jijel.

Elle est gérée, par deux Districts forestiers, celui de Settara et celui d'EL-Milia, et par la circonscription des forêts d'EL-Milia, sous la direction de celle de Jijel.

Suivant le plan d'aménagement effectué par l'Office Nationale des Travaux Forestiers, cette subéraie correspond à la série V, et couvre 5.476.69 hectares et comprend :

la forêt de Ouled Kassem (1427,35 ha),

la forêt de Ouled Debbab (1395,09 ha),

la forêt de Achaiche (2205,75 ha) et

la forêt de Sallandrouz (448050 ha).

I-2-Situation géographique

La région d’étude se situe sur la chaîne littorale de l’atlas tellien, dans la région de la Petite Kabylie, près de la ville d’El-Milia limitée au Nord par l’oued Bousiaba, à l’Est par l’oued EL-Achaich et l’oued EL-Rhoul, à l’Ouest et au sud, par l’oued EL-Kebir.

Le relief est très accidenté et les pentes sont souvent fortes, notamment au sud de la région, où le point culminant atteint 1173 mètres. Il présente deux principales crêtes dont l’une est orientée NE-SW, reliant Dra-Tamroun (629 m) et Mouled Demamène (1173 m), l’autre ligne de crête orientée NS et va de Kef El-Abiod et se termine à l’entrée de la ville d’EL-Milia en passant par Dj-Mattouda (758 m), Khennak El-Kebir (617 m) et Kentrat Arch Bou-El-Hout (381 m). Ailleurs, le relief ne présente pas de lignes de crêtes continues, présente un enchevêtrement de crêtes secondaires ayant différentes orientations.

Le relief s’adoucit à l’extrême nord et à l’est de la zone d’étude. Celle-ci est sillonnée, sur toute l’étendue, par des oueds, chaabets et ravins de faibles importances qui alimentent les trois oueds délimitant la zone d’étude.

Coordonnées Lambert : X= 819,569 et Y= 384,450

I-3-Characteristiques climatiques

Le climat de cette zone est un climat méditerranéen, appartenant à l'étage bioclimatique humide doux; selon la classification d'Emberger (1955) et les caractéristiques suivantes :

Pluviométrie annuelle	1114mm
Nombre de jours de pluie	115
Température moyenne annuelle	18°34
Température moyenne du mois le plus froid (janvier)	10°65
Température moyenne du mois le plus chaud (août)	27°05
Quotient pluviométrique d'Emberger	133

I-4-Propriétés édaphiques

Les principales, roches, formant, le substratum de ce massif forestier, sont : les argiles, les grès de Numidie, les granites et granulés ; au nord et à l'est de la région. Les schistes et micaschistes, au sud et à l'ouest. Au centre et à l'est, se localisent, les alluvions, anciens, des vallées. Après décomposition de ces roches, on atteint, des sols acides, le plus souvent pauvres : sols acides humifères et podzoliques. Les sols acides sont les plus répandus, et ils reposent sur les schistes, les micaschistes et les granites, ainsi que les granulites. Les sols podzoliques, se trouvent sur les grès et les argiles, qui sont les roches les plus pauvres, ces sols sont généralement légers, siliceux ou argilo-siliceux.



Photo 1 : Subéraie D'Ouled-Debbab (Exposition Nord)

I-5-Formations végétales

Les peuplements sont composés essentiellement de Chêne-liège (*Quercus suber*) à l'état pur, c'est donc l'espèce dominante de la zone étudiée; le maquis est généralement

dense, même sous un couvert forestier. En sous-bois, les espèces les plus abondantes sont : *Myrtus communis L.*, *Pistachia lentiscus L.*, *Lavandula stoechas L.*, *Erica arborea*, *Arbutus unedo*, et *Cytisus triflorus*.

I-6-Les espèces aromatiques

I-6-1-*Myrtus communis L.*

Famille : Myrtacées ; Genre : *Myrtus* ; Espèce : *Myrtus communis L.*

Arbuste de 1,5 m de haut à feuilles linéaires lancéolées, à fleurs petites un peu rosées extérieurement. Le fruit est une baie globuleuse, et pousse dans les régions humides sur des terrains de rocailloux. (Quezel et Santa, 1963 ; Belot, 1978).

C'est une espèce arbustive typique de la région méditerranéenne. La plante fleurit à partir de la mi-juin et atteint la maturité aux mois de novembre. (Diaz et Abeger, 1987).

On extrait des feuilles, une huile aromatique utilisée en Parfumerie. Les fruits sont comestibles (Beniston, 1984). Arbrisseau toujours vert de la région méditerranéenne, (c'est la seule myrtacée européenne), les feuilles riches en tanin, renferment jusqu'à 0,5 % d'huiles essentielles (pinène, canphène, un sesquitérpenique : le myrténol) (Paris et Moysse, 1965a). Selon Bardeau (1978), seules les feuilles fraîches sont employées pour la distillation. D'après le même auteur l'huile essentielle de myrte est un liquide dont la couleur varie du jaune clair au jaune verdâtre et dont l'odeur est fraîche et agréable rappelant celle de l'eucalyptus. Elle est constituée principalement de cinéol, accompagné de myrténol, de pinène, de géraniol, linalol, camphène et de tanin. Une fraction de cette essence est séparée pour la commercialiser sous le nom de "myrtol". Par ailleurs; a cité que, *Myrtus communis*, a été de tous les temps, utilisé pour ses propriétés antiseptiques et désinfectantes. Il est réputé contre la vermine en général. Les diverses parties de la plante sont employées comme suit : les bais contre les hémorragies, les feuilles broyées contre les ulcères ou dans le traitement des cheveux en association avec le henné, et l'infusion de feuilles contre les infections respiratoires. Son huile essentielle est surtout employée contre les maladies de l'appareil respiratoire (Belaiche in Gauthier et *al.*, 1989).

Ses propriétés sont attribuées à la présence de cinéole, mais aussi à des terpènes légers (limonène, pinènes) et à des alcools terpéniques (nerol, geraniol, lialol). Le même auteur a testé le pouvoir insecticide de l'huile essentielle de myrte sur un cafard, a constaté que la fraction de distillation la plus active est celle qui correspond au cinéole. D'autres substances (phénols, polyphénols, tanins) ont été extraites de l'huile essentielle de myrte. En particulier un phloroglucinol possède une activité comparable à celles de la pénicilline

et de la streptomycine ; diverses substances phénoliques sont actives contre les bactéries Gram(+) et staphylocoques (Gauthier et *al*, 1989).

Le Myrte (*Myrtus communis*) se multiplie par semis dès la maturité des graines, ou par marcottage, par bouturage au printemps ou encore par division des touffes (Belot, 1978).

I-6-2-Pistacia lentiscus L.

Famille : Anacardiacees ; Genre : *Pistacia* ; Espèce : *Pistacia lentiscus L*

Arbuste de 1 à 3 m, pouvant atteindre une hauteur de 5 à 6 m, très ramifié, a feuilles persistantes paripennées, a folioles ovales, sessiles, coriaces, brillantes, a face supérieure verte, et claire a la face inférieure. Le lentisque fleurit au printemps (de Mars à Mai) et donne des inflorescences de couleur blanche, à l'aisselle des feuilles. Le fruit est une drupe plus ou moins ronde de couleur rouge, puis noire contenant une graine. C'est une plante a odeur aromatique, typique des maquis méditerranéens, se trouvant sur le littoral, très rarement a l'intérieur (Chiej, 1982 ; Metro et Sauvage, 1955 ; Grisvard et Chaudun, 1977).

Du point de vue édaphique, il adopte tous les sols qu'ils soient argileux, sableux, siliceux ou calcaires ; néanmoins son optimum édaphique est un sol argileux ou argilo-marneux profond et humide (Alcaraz, 1979 in Sadki, 1988). D'après Quezel et Santa, (1963) ; c'est une espèce qui pousse dans les forêts, les maquis et broussailles et elle est très commune dans toute l'Algérie.

Le lentisque est compose essentiellement d'essence, de tanin, de masticine, d'acide mastique, et utilisé en médecine traditionnelle comme expectorant et anti diarrhéique sous forme de poudre. Des graines on tire une huile, utilisée pour l'éclairage et dans certaines préparations cosmétiques. Il existe, l'essence de Mastic ; c'est le suc résineux, desséché à l'air, du *Pistacia lentiscus*, d'où, on extrait 1 à 3% d'huiles essentielles (Chiej, 1982).

(Le Lentisque se multiplie par semis, après stratification, sous chassis, par repiquage en pots, et par drageonnage (Belot, 1978 ; Grisvard et Chaudun, 1977).

I-6-3-Lavandula stoechas L.

Famille : Labiées ; Genre : *Lavandula* ; Espèce : *Lavandula stoechas L.*

Sous-arbrisseau de 30 à 60 Cm, à feuilles gris-vert, tomenteuse à gros épis denses de petites fleurs pourpres, couronnées par de grandes bractées violacées. Cette espèce est la plus xérophile des Lavandes, elle se différencie des autres Lavandes par ses inflorescences en épis plus courts, terminés par une houppe de bractées violettes, et est commune sur tout

le littoral méditerranéen, elle pousse sur des coteaux arides, en sol siliceux, les plaines et basses montagnes, les forêts et broussailles, et fleurit en février-juin. Cette espèce est encore utilisée comme antiseptique populaire, et les Romains en extrayaient une essence à odeur térébenthinée et rappelle les essences de Rue et de Sabine (Paris et Moysse, 1965b ; Quezel et Santa, 1963 ; Belot, 1978).

La lavande est connue en Algérie sous le nom de "Halhal" dans l'algérois), "EL-Khazzama" à l'est (Bone) (Beniston, 1984). Et sous le nom de "Zaâroura" en Petite Kabylie. En Espagne elle est connue sous le nom de "Romero Santo" romarin saint ou de "Cantueso".

Les inflorescences sont utilisées dans les armoires pour parfumer le linge et éloigner les insectes. En y retire l'huile essentielle, pour les usages domestiques en suspendant les plantes fraîches en fleures dans les bouteilles, les inflorescences tournées en bas, bouchant les bouteilles et les exposant pendant un certain temps aux rayons solaires. Il se rassemble au fond des flacons un mélange d'eau et d'huile essentielle qu'on emploie comme hémostatique, pour laver les plaies et contre les éruptions. (Tillot, 1956 ; Belot, 1978 ; Beniston, 1984).

La multiplication de La lavande stoechade se fait en automne, par semis et surtout par bouturage sous cloche au printemps. (Belot, 1978).

Chapitre -II- Méthodologie d'étude

La récolte des données de la forêt domaniale d'Ouled-Debbab nous permet la réalisation cartographique de la zone d'étude.

Pour Long (1975), «la cartographie est l'ensemble des études et des opérations scientifiques et techniques intervenant dans l'établissement de cartes ou de plans, à partir de résultats et d'observations directes ou de l'exploitation d'une documentation préexistante».

Ainsi, la carte de l'occupation des terres, nous permet, l'établissement de la carte de production d'huiles essentielles.

II-1-Carte de l'occupation des terres

La carte d'occupation des terres a pour but la définition de l'état actuel de la végétation et le choix de l'échelle est fonction de l'objectif recherché, cette notion d'échelle est donc fondamentale car elle permet une grande perception de la station écologique étudiée. Bouzenoune et Mediouni (1983), confirment que c'est au niveau de la station que la diagnose précise de l'occupation des terres peut se faire.

Dans notre cas la carte de l'occupation des terres a été réalisée sur la base de photographies aériennes en utilisant les techniques de photo interprétation classique.

II-1-1-La photo-interprétation

La photo-interprétation comprend deux étapes distinctes qui sont l'identification et la photo-interprétation.

D'après Rey et Izard (1967), la photo-interprétation est l'exploitation des photographies aériennes sur la base de critères photo-gram-métriques et d'environnement.

Tableau VII : Caractéristiques des photographies aériennes utilisées

N° de la mission	Date de mission	Echelle	Format	émulsion	N ^{bre} et Numéros des photographies
R 30	1973	1/20 000	23,8.25 23,8.25	Panchro- matique	4(048-049-050-051)

D'après Girard et Girard (1989), c'est la phase de la synthèse qui permet de délimiter avec plus de précision et plus rapidement que par prospection sur terrain, des zones homogènes ou zones isophènes, chaque zone homogène exprime un premier niveau de synthèse et les données élémentaires propres à la végétation, telles que le type de végétation, la structure verticale et le recouvrement.

Pour Rey et Izard (1967), la photo-interprétation nécessite plusieurs étapes successives et obligatoires. Elle est donc importante et doit être confrontée à la vérité du terrain.

II-1-1-1-Clé d'identification

a)- Critères photo-gram-métriques

- Le toit

Il s'agit de l'appréciation de la hauteur des espèces végétales, le toit varie selon les espèces.

- La tonalité

Elle indique l'identification des objets, elle résulte de la réflexion des rayons solaires par les différentes surfaces, elle est représentée par une gamme de gris qui va du plus clair au plus foncé et qui indique la densité du couvert végétal, les espèces végétales et l'humidité ainsi que les éléments du sol.

- Texture

Elle permet de déceler la disposition ainsi que la combinaison de points minuscules de teintes différentes qui compose l'image (Gagnon, 1974).

- Recouvrement photogramétrique

Ce critère représente la combinaison, à la fois, de la tonalité et texture.

- La structure

Elle représente l'aspect de l'image résultant de l'agencement des différents éléments de la texture, définie par son homogénéité ou hétérogénéité ou encore sa complexité.

- La densité

Les critères structure et densité sont liés et donnent de la qualité à la structure.

- Le relief photographique

Le relief peut être important, moyen, faible ou nul (cas des sols nus ou affleurement rocheux).

b)-Critères d'environnement

Ces critères photo-gram-métriques et d'environnement permettent l'établissement de clés de cartographie, ces derniers servent au contrôle de la photo-interprétation et donnent un maximum de sécurité (Tricart et *al.*, 1970).

II-1-1-2-Vérité terrain

La vérité terrain, consiste à vérifier, compléter et corriger, chaque unité, sur terrain, choisie au préalable sur les photos aériennes, dans le but de réaliser les limites des différentes unités et valider la clé de cartographie établie au laboratoire ; les unités sont alors reportées sur fond topographique à partir de la carte d'état majeure, à une échelle de 1/20.000, pour ainsi aboutir à la préminute de la carte de l'occupation des terres.

II-1-2-Echantillonnage phytoécologique

Selon Gounot (1969), le choix d'un ensemble d'éléments des échantillons ou des éléments, se fait de manière à aboutir à des informations objectives et d'une précision mesurable pour l'ensemble.

Dans notre étude nous avons opté pour un échantillonnage subjectif, qui d'après Gounot (1969), consiste à choisir comme échantillon de zones paraissant particulièrement homogènes et représentatives.

Dans chaque unité, des relevés sont réalisés dans des stations représentatives basées sur l'homogénéité floristique et écologique (Gounot, 1969), appelée "aire minimale" correspondant à la plus petite surface nécessaire pour que la plupart des espèces y soient représentées (Lemee, 1967).

"La station est une portion de territoire d'étendue quelconque - le plus souvent restreinte - dans lequel les conditions écologiques sont homogènes elle est caractérisée par une végétation uniforme" (Daget et Poissonet, 1971).

Par ailleurs, selon Becker, (1985), " La station est une étendue de terrain, de superficie variable, homogène dans ses conditions physiques et biologiques (mésoclimat, topographie, composition floristique, structure de la végétation, sol).

Une station forestière justifie, pour une essence donnée, une même sylviculture, avec laquelle on peut espérer une productivité comprise entre des limites connues".

II-1-2-1-Aire minimale

Selon Aime (1976), l'aire minimale est de 100 m², cette surface est admise pour les principales associations forestières méditerranéennes. Sur l'ensemble de la zone étudiée, nous avons déterminé une aire minimale égale à 400 m².



Photo 2 : Dispositif expérimental (Ligne = 20 m avec 100 points)



Photo 3 : Ligne (20m), équidistance des nœuds (←) = 20Cm

Cette méthode des relevés linéaires comprend deux phases d'exécution sur terrain :

- Relevé de la végétation et du milieu ;
- Relevé linéaire.

II-1-2-2- Relevé de la végétation et du milieu

La méthode est basée sur le recensement des observations à l'aide de formulaires pré-codés (Photo 4). Elle a fait l'objet d'une récente mise au point et de nombreuses présentations (Emberger et Godron, 1968 ; Dajet et Poissonet 1971).

Le relevé comprend des données floristiques de la végétation (composition, strate, structure, etc.) et une étude des variables écologiques stationnelles (topographique : altitude, exposition et pente). L'ensemble de ces données permet d'apprécier, au niveau stationnel, les variables prépondérantes du milieu qui sont susceptibles d'intervenir sur la composition floristique et la biomasse d'une phytocénose, critères dont dépendent étroitement les potentialités agronomiques et économiques.

La composition des relevés stationnels permet la caractérisation des écosystèmes au niveau de la production primaire (Bourliere et Lamotte, 1967 in Dajet et Poissonet, 1971).

II-1-2-3-Relevés linéaires

D'après Dajet et Poissonet (1971), ayant travaillé sur une méthode d'analyse phytoécologique et leurs critères d'application, les auteurs décrivent une technique simple d'étude de la végétation, elle consiste à recenser les présences des espèces à la verticale de 100 points disposés régulièrement le long de lignes. Le matériel utilisé est un ruban-mètre couché sur le sol avec lecture ponctuelle tous les 4 cm dans les peuplements denses et ras et une longue baïonnette plantée dans le sol, avec lecture le long du fil, tous les 20 cm dans les peuplements denses et hauts.

Ainsi, nous avons placé un fil de couleur rouge noué au niveau de 100 points (Photo 2) équidistants de 20 cm (Photo 3) et nous avons recensé toutes les espèces à la verticale, sur la feuille pré codée. (Photo 4).

Si l'on désire recenser tout le cortège floristique d'une station, on peut encadrer le dispositif "ligne" d'une surface suffisante, dans laquelle on relève, les présences des espèces, non, rencontrées, sur la ligne ou au cours de la lecture des points (Photo 4.). On entend, par surface suffisante, une surface au moins égale à l'aire minimale de la communauté (Godron, 1968).

Le dispositif des segments consécutifs est employé lorsqu'on désire étudier l'hétérogénéité (Godron, 1968) d'un territoire de petite dimension ; sur chaque segment peuvent être relevés les espèces présentes et les éléments de la surface du sol (litière,

cailloux, graviers, sol nu...) ; les espèces peuvent en outre être relevées en tenant compte de la stratification de la végétation. (Dajet et Poissonet, 1971).



Photo 4 : Relevés floristiques

Les relevés linéaires comportent, le recensement des espèces présentes dans chaque station choisie, dans un but de déterminer la densité des espèces, qui, sur le papier pré codé, se répètent avec une certaine fréquence pour chaque espèce, appelée "Fréquence spécifique" exprimée en % (Dajet et Poissonet, 1971).

Douze parcelles ont été échantillonnées selon l'abondance des espèces aromatiques choisies ce qui a permis de classer les parcelles en trois catégories, en fonction de l'abondance des trois espèces étudiées :

- Dense
- Peu dense
- Faiblement dense

II-2-Carte de production des huiles essentielles

L'estimation de la phytomasse et les résultats de l'extraction, permettent d'établir la carte de production des huiles essentielles.

II-2-1-Evaluation de la phytomasse

II-2-1-1-Prélèvement du matériel végétal

Pour évaluer la phytomasse aérienne, nous avons procédé à des coupes de rameaux d'environ 50 cm pour le Myrte et le Lentisque et des sommités fleuries pour la Lavande, (sur une surface du végétal d'un mètre-carré).



Photo 5 : Prélèvement de la phytomasse

II-2-1-2-Superficie des unités de végétation

Par planimétrie, nous avons déterminé les superficies des différentes unités de végétation que nous avons extrapolé à l'échelle de la carte, (la surface mesurée en millimètre-carré est convertie à l'hectare).

L'échelle de la carte étant de 1/20.000, où 1 Cm correspond à 20.000 Cm = 200 m ;

1 Cm² sur la carte correspond, donc à 40.000 m²; 1Cm² sur la carte correspond alors à 4 Hectares sur terrain. Ainsi nous avons calculé la superficie des unités isophènes à l'échelle réelle, en multipliant la surface trouvée en Cm² sur la carte par 4 Ha pour déterminer la superficie réelle sur terrain.

II-2-1-3-Evaluation de la Phytomasse

La phytomasse est estimée, par extrapolation, sur toute la zone d'étude et elle est exprimée en Kg / Ha. L'aire minimale est de 400 m² = 0,04 Ha, ce qui fait : **R x B** dans 0,04 Ha ; et dans un hectare nous avons :

$$\text{Phytomasse (Kg/Ha)} = \mathbf{B. R / 0,04}$$

La production totale de matière sèche aromatique est donc la phytomasse qu'on multiplie par la superficie globale des zones isophènes ; d'où :

$$\text{Production Totale Matière Sèche (Kg)} = \mathbf{Ph. Sr}$$

Sachant que ;

Ph : Phytomasse (Kg/Ha) ; **B** : Biomasse (Kg/ m²) ; **R** : Taux de recouvrement (%) ;

0,04 : Aire minimale (Ha) ; **PMS** : Production de matière sèche (Tonnes) et

Sr : Superficie réelle (Hectare).

II-2-2-Extraction des huiles essentielles

III-2-2-1-Matériel botanique

Les espèces récoltées dans la région d'étude sont :

Myrtus communis L., *Pistachia lentiscus* L. qui se présentent sous forme d'arbuste ayant une hauteur moyenne de 1.5m dont on a utilisé des rameaux d'environ 50 cm, et *Lavandula stoechas* L., ne dépassant pas 1m de haut et dont on n'extrait que les sommités fleuries .

Les coupes, ont été effectuées sur des stations à densité de végétation (recouvrement) moyenne, à altitude intermédiaire, et à toute exposition.

II-2-2-2- Prélèvement des échantillons

Le prélèvement du matériel végétal a été effectué sur des coupes faites sur les sommités fleuries pour *Lavandula stoechas* L. et sur des rameaux de feuilles pour *Myrtus communis* L. et *Pistachia lentiscus* L., pour en extraire les huiles essentielles au laboratoire (Groupe SAIDAL).

III-2-2-3-Méthode d'extraction

Le mode d'extraction des huiles essentielles du lentisque, le myrte et la lavande, se fait par entraînement à la vapeur ou par hydrodistillation (Bardeau, 1978). Le rendement est maximal c'est à dire le maximum des huiles sont extraites à l'aide de cette méthode. (Hellal, 1992).

Cette méthode d'hydrodistillation consiste en un entraînement des substances volatiles par la vapeur de l'eau. Le dispositif utilisé est le Clevenger (fig. 6).

L'appareil se compose de deux parties principales, une fiole de 2 litres et un système de refroidissement.

Mode opératoire

On coupe les rameaux en morceaux d'environ 0,5cm pour faciliter l'extraction des huiles. On pèse 100g du végétal qu'on introduit dans un ballon remplie d'eau à 2/3 du volume (2/3 l). On alimente ensuite le réfrigérant ayant une entrée et une sortie, par de l'eau de robinet. On allume le chauffe-ballon et après ébullition de l'eau, la vapeur entraîne les constituants volatiles dans le tube principal pour ensuite se condenser dans le système de refroidissement et récupérés au niveau du décanteur. Quelques minutes après on

remarque de fines gouttelettes constituant, après un certain temps une couche d'huiles de couleur jaunâtre qui flotte à la surface de l'eau.

Le procédé dure 3 heures pour avoir la totalité des huiles essentielles. On arrête le dispositif et on laisse uniquement l'eau couler dans le réfrigérant pour ensuite, récupérer les huiles essentielles dans une ampoule à décanter.

Conditions opératoires

Masse de matière végétale sèche :

100,4g de Myrte,

100,2g de Lentisque et

100,1g de Lavande

Débit de distillation : 2 ml /mn.

Durée d'extraction : 3 heures

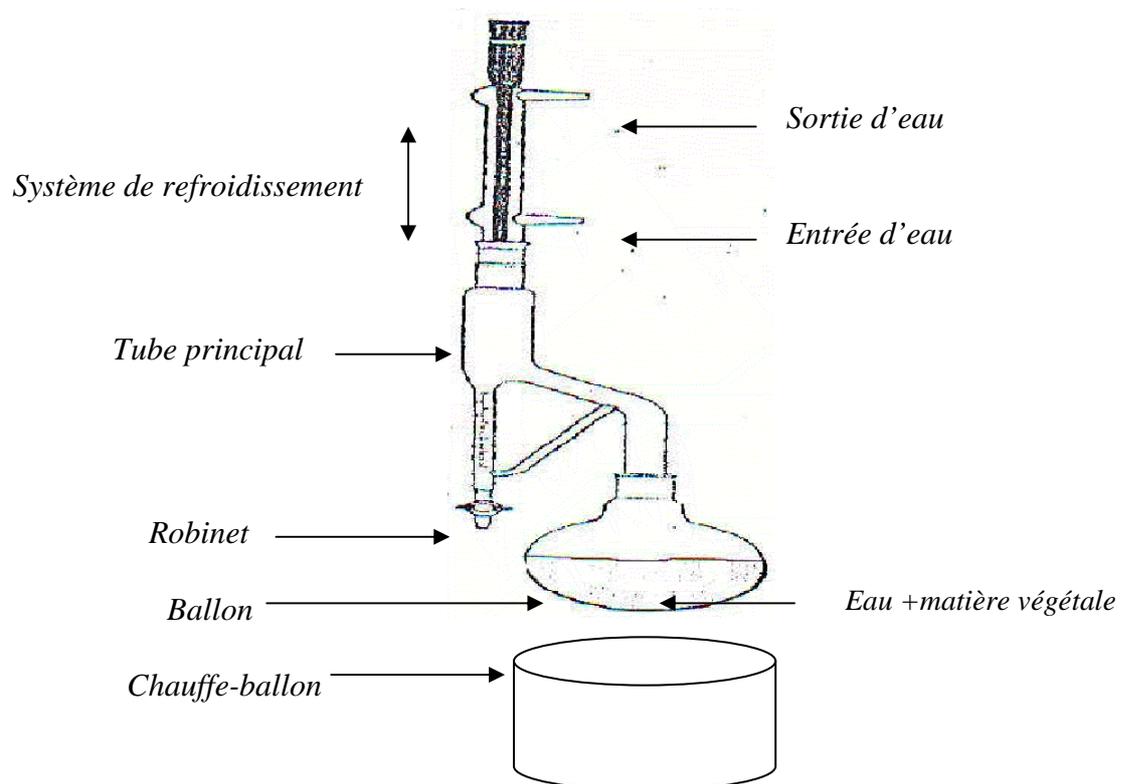


Fig. 3 : Dispositif d'hydrodistillation -Clevenger-

II-2-3-Production des huiles essentielles

II-2-3-1-Estimation de la production

Le rendements en huiles essentielles en %, et l'évaluation de la phytomasse aromatique permettent d'estimer la production en Kg d'huiles essentielles par hectare.

1g d'huiles essentielles dans 100g (ou 0,1 Kg) de matière sèche

10g d'huiles essentielles dans 1000g (ou 1 Kg) de matière sèche

La production est calculée de la manière suivante :

$$\text{Production Huiles Essentielles (Kg/Ha)} = \mathbf{Ph. Rdt\%o}$$

Avec : **Ph** : Phytomasse (Kg/Ha) et **Rdt%o** : Rendement (%o)

II-2-3-2-Production totale des huiles essentielles

La production totale en huiles essentielles est évaluée en Kg, (voir tableau XII) ainsi, pour déterminer la production de toute la zone d'étude, nous avons appliqué :

$$\text{Production Totale Huiles Essentielles (Kg)} = \mathbf{PHE \times Sr}$$

Pour conclure cette partie, nous présentons les différentes étapes de la méthodologie de l'étude sous forme d'organigramme (voir Figure 3).

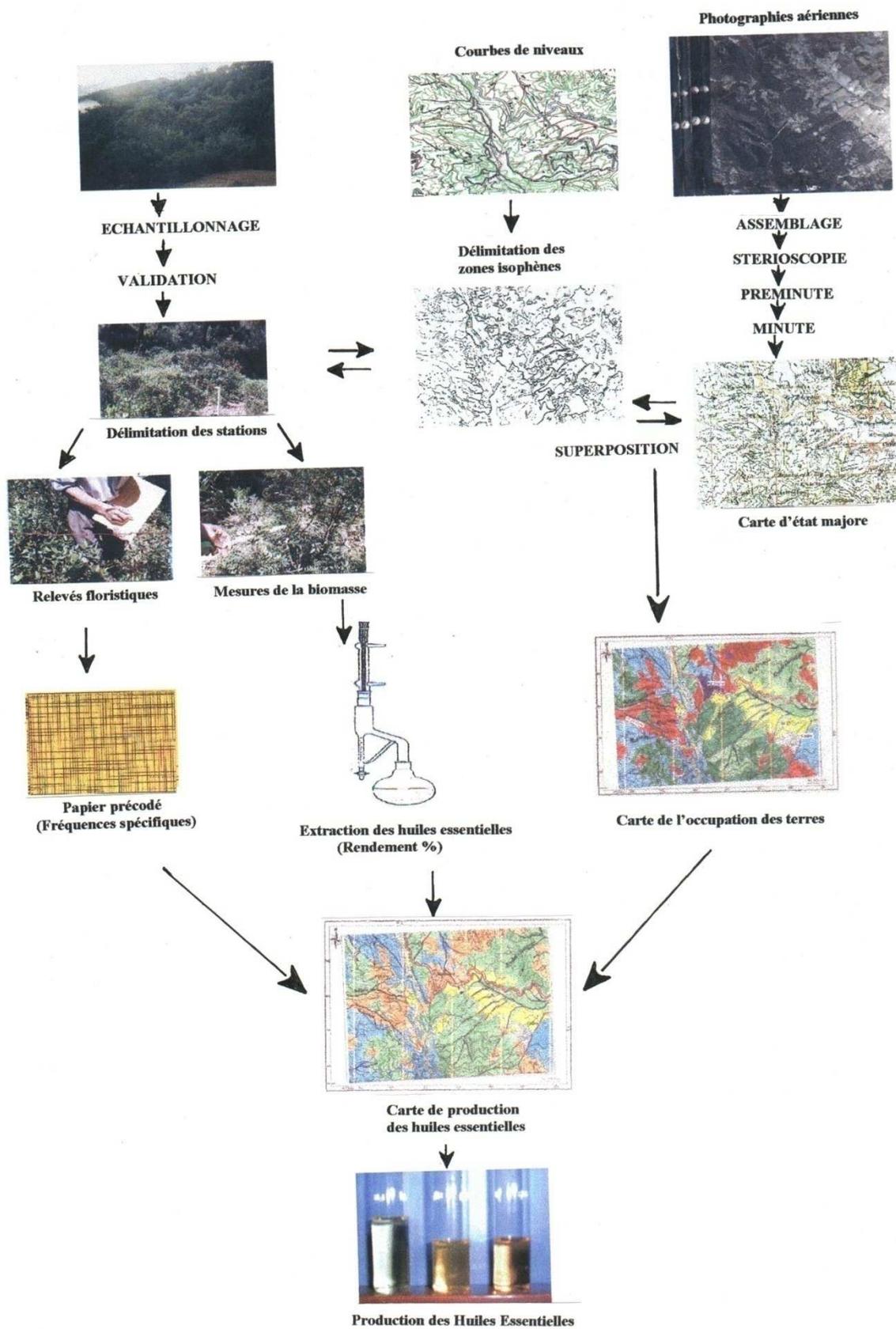


Fig. 3 : Organigramme pour l'élaboration de la Carte de production des huiles essentielles

Chapitre III- Résultats et Interprétations

Les résultats des différentes étapes de ce travail, nous permettent d'établir les cartes, de l'occupation des terres, et de production des huiles essentielles.

III-1-Carte de l'occupation des terres

III-1-1-Photo-interprétation

L'un des critères permettant de distinguer les différentes zones est un critère photo-gram-métrique qui est représenté par la tonalité de grisé, cette gamme de grisé est due à la réflexion ou l'absorption des rayons solaires par l'objet photographié; plus les rayons sont réfléchis, et plus la teinte est sombre, et cela indique la présence des végétaux.

III-1-2-Zones isophènes

A l'aide du stéréoscope, nous avons combiné, les critères photo-gram-métriques et ceux de l'environnement, nous avons indiqué 13 zones isophènes, (voir Tableau VIII), dont on a mesuré les surfaces par planimétrie sur la carte ayant une échelle de 1/20.000, dans le but de déterminer les superficies réelles sur terrain en hectares, les résultats obtenus sont sur le tableau IX .

Pour mesurer les superficies des unités de végétation, nous avons regroupé les zones isophènes : **I, II, III, VIII** et **IX**, qui représentent les forêts, couvrant une superficie de 637,52 Ha ; les zones : **IV, X, XI** et **XII**, constituant les matorrals, présentent une superficie de 182,84 Ha ; les zones **VI** et **VII**, représentent le maquis, avec une superficie estimée à 399,72 Ha et en fin, la zone **V**, qui est la pelouse, qui couvre 105,44 Ha (voir tableau IX). Enfin la zone **0** qui représente les agglomérations, les routes et les pistes avec une superficie de 69,57 Ha.

Tableau VIII : Critères photo-gram-métriques et d'environnement pour la délimitation des zones isophènes

Unités isophènes	Tonalité	toit	Structure	Texture	Densité (%)	Limite	Relief	Critères d'environn.	Formations végétales
0	Blanc à gris clair	-	Homogène	Linéaire	-	Régulière	Nul	Haut versant Mi-versant Bas versant	Routes + Pistes
	Gris clair	-	Géométrique	En amas	-	Régulière	Faible	Bas versant Mi-versant	Villages (agglomérations)
I	Gris foncé	Granuleux irrégulier	Homogène	Oolithique	d>75	Irrégulière	Important	Haut versant Mi-versant	Forêt haute et dense à <i>Quercus suber</i> à base de Myrte, Lentisque, Arbousier et Bruyère.
II	Gris très foncé à noir	Granuleux régulier	Homogène	Oolithique	25<d<75	Irrégulière	Faible à moyen	Haut versant Mi-versant Bas versant	Forêt haute dense à <i>Quercus suber</i> à base de myrte et lentisque.
III	Gris foncé	Granuleux irrégulier	Homogène	Oolithique fin	25<d<50	Irrégulière	Important	Haut versant Mi-versant Bas versant	Forêt haute et moyennement dense à <i>Quercus suber</i> à base de myrte, lentisque et phyllaire .
IV	Gris noir	Granuleux régulier	Peu homogène	Grenue grossier	d<25	Irrégulière	Moyen	Mi-versant Bas versant	Matorral élevé et peu dense à <i>Quercus suber</i> à base de Lentisque, Myrte, et Bruyère.
V	Gris très clair	Granuleux régulier	Homogène	Grenue fin	-	Irrégulière	Moyen	Mi-versant Bas versant	Pelouse à base de lavande et ciste.
VI	Gris très foncé	Granuleux irrégulier	Homogène	Oolithique fin	-	Irrégulière	Important	Haut versant Mi-versant Bas versant	Maquis dense à base de Lentisque, Bruyère, Lavande, Myrte et Cytise.
VII	Gris très foncé	Granuleux irrégulier	Homogène	Oolithique	-	Irrégulière	Important	Haut versant Mi-versant	Maquis dense à base de Lentisque, Calycotum, Arbousier, Myrte et Phyllaire
VIII	Gris foncé	Pommelé	Homogène	Oolithique grossière	25<d<50	Irrégulière	Important	Haut versant Mi-versant Bas versant	Forêt haute et peu dense à <i>Quercus suber</i> à base de Lentisque, Arbousier et Myrte.
IX	Gris peu foncé	Pommelé	Homogène	Oolithique grossier	25<d<50	Irrégulière	Important	Haut versant Mi-versant Bas versant	Forêt haute et peu dense à <i>Quercus suber</i> à base de Lentisque, Phyllaire, Lavande et Myrte.
X	Gris	Granuleux régulier	Peu parallèle	Grenue fin	d<25	Régulière	Nul	Haut versant Mi-versant Bas versant	Matorral élevé faiblement dense à <i>Quercus suber</i> à base de Lentisque, Myrte et Bruyère.
XI	Gris clair	Granuleux régulier	Homogène	Oolithique	d<25	Irrégulière	Important	Haut versant Mi-versant Bas versant	Matorral peu élevé faiblement dense à base de <i>Quercus suber</i> à base de Myrte, Lentisque, Phyllaire et Bruyère.
XII	Gris foncé	Granuleux régulier	Homogène	Oolithique	25<d<50	Irrégulière	Moyen	Haut versant Mi-versant Bas versant	Matorral élevé et peu dense à <i>Quercus suber</i> à base de Lentisque, Bruyère, Lavande et Myrte

Tableau IX : Superficies des unités de végétation (Hectares)

STATIONS	ZONES ISOPHENES	Surfaces (Cm ²) E=1/20.000	SUPERFICIES (Ha) Echelle = 1/ 1	UNITES DE VEGETATION
1	I	81,73	326,92	F O R E T S
2	II	35,52	142,08	
3	III	28,67	114,68	
8	VIII	3,06	12,24	
9	IX	10,40	41,60	
TOTAL	5	159,38	637,52	
4	IV	14,23	56,92	MATO- RRALS
10	X	8,20	32,80	
11	XI	5,89	23,56	
12	XII	17,39	69,56	
TOTAL	4	45,71	182,84	
6	VI	11,31	45,24	MAQUIS
7	VII	88,62	354,48	
TOTAL	2	99,93	399,72	
5	V	26,36	105,44	PELOUSE
TOTAUX	12	331,38	1325,52	COUVERT VEGETAL TOTAL

La superficie totale de la zone d'étude étant de 1395,09 hectares, dont 1325,52 hectares sont occupées par les unités de végétation (les forêts, les matorrals, les maquis et la pelouse), les autres formes d'occupation (agglomération, routes, etc.), occupent donc 69,57 hectares, soit 4,98% de la superficie totale de la zone d'étude.

III-1-3-Relevés floristiques

III-1-3-1-Relevé linéaire

Le recensement des espèces végétales par la méthode linéaire, nous a permis de déterminer trois classes de densité ou recouvrement des espèces notées auxquelles nous avons attribué à chacune des classes une lettre minuscule et qui sont :

- a : dense et la densité est supérieure à 75%
- b: peu dense et la densité est comprise entre 50 et 75%
- c: faiblement dense et la densité est inférieure à 50%

Les relevés comportent aussi la strate arborée bien qu'elle ne fait pas l'objet de cette étude et restent approximatifs, vue sa hauteur inaccessible; l'autre prélèvement concerne la litière permettant de mesurer le recouvrement total du tapis végétal.

III-1-3-2- Fréquence spécifique

Les résultats des relevés linéaires, permettent d'estimer la fréquence de la végétation, au niveau des différentes unités de végétation, et calculer le taux de recouvrement des espèces recensées (voir Tableau X).

Tableau X : Taux de recouvrement du sous-bois de la zone d'étude (Ouled-Debbab)

Stations		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Zones Isophènes		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Hauteurs des arbres.		H>12	8<H <10	10<H <12	H<8	/	/	/	8<H< 12	H<12	H<8	H<8	H<8
Facteurs stationnels	Exposition	NO	SO	NE	NO	ESE	NO	NN E	NO	N	NN E	N	SO
	Altitude	300	290	370	360	290	360	210	410	430	380	320	200
Espèces végétales		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Quercu suber</i>		R>75	50<R <75	25<R <50	R<25	/	/	/	25<R <50	25<R <50	R<25	R<25	R<25
<i>Myrtus communis</i>		11	56	44,5	17,5	-	17	8	10	5	24	43,5	6
<i>Pistachia lentiscus</i>		16,5	17,5	24,5	29	-	52,5	55	19	8,5	25	14,5	10,5
<i>Lavandula staechas</i>		-	-	-	-	7,5	-	-	-	6,5	-	-	7
<i>Erica arborea</i>		4	2	3,5	8,5	-	4,5	-	5	5	6,5	5,5	7
<i>Phylerea angustifo.</i>		7,5	-	7,5	3,5	-	7,5	5	4,5	7,5	11	7,5	-
<i>Arbutus unedo</i>		4,5	4,5	-	1,5	-	5	9	13	7	-	5	-
<i>Cytisus triflorus</i>		-	-	3,5	-	-	1,5	-	-	-	-	-	6
<i>Cistus monspelliensis</i>		-	-	-	-	17	-	-	-	-	-	-	-
<i>Calycotome spinosa</i>		-	-	-	-	-	5,5	12	-	-	-	-	-
Recouvrement Total		43,5	80	83,5	60	24,5	93,5	89	51,5	39,5	66,5	76,5	36,5
Recouvrement Total Moyen		61,95%											
Surface non couverte		56,5	20	16,5	40	64,5	6,5	11	48,5	60,5	43,5	23,5	63,5
Surface non couverte Moyenne		38,05%											

Ce tableau révèle, que les zones **VI**, **VII** et **XI**, présentent le taux de recouvrement le plus élevé, et sont respectivement de 93,5%, 89% et 76,5% ; les zones **II**, **X** et **III**, sont couvertes, par 80%, , 66,5% et 83,5% ; la **VIII**, **IV**, et **I** , leurs taux de recouvrement, sont de 51,5%, 60%, et 43,5% ; et en fin, **IX**, **XII** et **V**, présentent 31,5%, 36,5%, et 24,5%. Les

taux de recouvrement des zones isophènes permettent de déterminer le recouvrement moyen des différentes unités de végétation, ils sont suscités à la suite de ce chapitre.

Le recouvrement total est de 61,95%, soit 821,15 hectares, et 38,05% de surfaces nue, soit donc, 504,36 hectares.

III-1-3-3-Taux de recouvrement total des espèces aromatiques

Le sous-bois de la forêt d'Ouled-Debbab est constitué essentiellement de Myrte et de Lentisque, la Lavande est présente surtout dans la pelouse, les tranchées-par-feux et les pistes et bordures de routes.

La figure 4 révèle qu'environ les 2/3 du recouvrement total représente les espèces aromatiques, dont, selon le tableau XI, 20,2% du couvert végétal total (soit 267,75 hectares), sont occupées par le Myrte, 22,7% (301,95 hectares), par le Lentisque et 1,75% (23,19 hectares par la Lavande ; les autres espèces, occupent 17,3% (le tiers) du couvert végétal total, soit 229,31 hectares ; la surface non couverte est estimée à 38,05% de la superficie totale couverte qui représente 1325,52 hectares.

Les espèces dominantes sont le Myrte et le Lentisque, selon les zones isophènes des unités de végétation ; dans les forêts, le Myrte est dominant, dans les zones isophènes **II** et **III**, avec des recouvrements, respectivement, de 56% et 44,5% ; au niveau des zones **I**, **VIII** et **IX**, il y a dominance de *Pistacia lentiscus*, les recouvrements sont de 16,5%, 19% et 8,5%. Au niveau des matorrals, *Myrtus communis* est dominant, dans la zone **XI**, son recouvrement est de 43,5%, et les zones **IV**, **X** et **XII** sont à dominance de *Pistacia lentiscus*, leurs recouvrements sont respectivement, de 29%, 25% et 10,5%. Les zones isophènes **VI** et **VII** représentent le maquis et l'espèce dominante est le Lentisque, avec des recouvrements de 52,5% et 55%. La pelouse est couverte par 7,5% de *Lavandula stoechas*.

Tableau XI : Taux de recouvrement des espèces aromatiques du sous-bois de la zone d'étude

Espèces végétales Unités de végétation		<i>Myrtus communis</i>	<i>Pistachia lentiscus</i>	<i>Lavandula staechas</i>	<i>Erica arborea</i>	<i>Phylerea angustifo</i>	<i>Arbutus unedo</i>	<i>Cytisus triflorus</i>	<i>Cistus monspelliensis</i>	<i>Calycotum spinosa</i>
F O R E T S	I	11	16,5	/	4	7,5	4,5	/	/	/
	II	56	17,5	/	2	/	4,5	/	/	/
	III	44,5	24,5	/	3,5	7,5	/	3,5	/	/
	VIII	10	19	/	5	4,5	13	/	/	/
	IX	5	8,5	6,5	5	7,5	7	/	/	/
MA TO RR ALS	IV	17,5	29	/	8,5	3,5	1,5	/	/	/
	X	24	25	/	6,5	11	/	/	/	/
	XI	43,5	14,5	/	5,5	7,5	5	/	/	/
	XII	6	10,5	7	7	/	/	6	/	/
MAQ UIS	VI	17	52,5	/	4,5	7,5	5	1,5	/	5,5
	VII	8	55	/	/	5	9	/	/	12
Pelouse	V	/	/	7,5	/	/	/	/	17	/
Recouvrement moyen (%)		22,7	20,2	1,75	4,29	5,12	4,12	0,91	1,41	1,45
Taux de recouvrement (%)		Espèces aromatiques 44,65%			Les autres espèces 17,3%					
Taux de recouvrement total (%)		61,95%								
Surface non couverte (%)		38,05%								

III-1-3-4-Taux de recouvrement moyen des espèces aromatiques

Le taux de recouvrement des espèces aromatiques change selon les unités de végétation, le *Myrtys communis L.* et *Pistacia lentiscus L.* sont présents au niveau des forêts, matorrals et maquis, *Lavandula stoechas L.* est présente surtout au niveau de la pelouse.

Tableau XII : Recouvrement moyen des espèces aromatiques par unité de végétation

UNITES DE VEGETATION	SUPERFICIE (Ha)	Recouvrements Moyens (%)		
		<i>Myrtus Communis</i>	<i>Pistacia lentiscus</i>	<i>Lavandula stoechas</i>
FORETS	637,52	25,3	17,2	1,3
MATORRALS	182,84	22,75	19,75	1,75
MAQUIS	399,72	12,5	53,75	/
PELOUSE	105,44	/	/	7,5
Moyennes	331,38	15,13	22,67	2,63

Selon le tableau XII, d'un point de vue physionomie de végétation, les forêts, sont couvertes par 25,3% de *Myrtys communis L.*, 17,2% de *Pistacia lentiscus L.*, et 1,3% de *Lavandula stoechas L.*; les matorrals, par 22,75% de *Myrtys communis L.*, 19,75% de *Pistacia lentiscus L.* et 1,75% de *Lavandula stoechas L.*; les maquis présentent 12,5% de *Myrtys communis L.*, et 53,75% de *Pistacia lentiscus L.*; et en fin la pelouse, par 7,5% *Lavandula stoechas L.*.

L'espèce qui semble dominante est *Myrtys communis L.* (le Myrte), et cela au niveau des forêts et matorrals, contrairement au maquis l'espèce qui domine est le *Pistacia lentiscus L.* (le Lentisque), il s'agit d'un maquis à *Pistacia lentiscus L.*.

La superficie totale de la zone d'étude est donc, couverte en moyenne, par 22,67% de *Pistacia lentiscus L.*, 15,13% de *Myrtys communis L.* et 2,63% de *Lavandula stoechas L.*.

III-1-4-Unités de végétation

Nous avons recensé 4 grands types physiologiques : les forêts, les matorrals, les maquis, et la pelouse.

III-1-4-1-Les forêts

Selon Godron et *al.* (1968), ce sont toutes les formations d'arbres de plus de 2 m de hauteur.

On distingue (en appelant R le recouvrement) :

- La forêt dense : lorsque les frondaisons se touchent ($R > 75\%$) ;
- La forêt claire : lorsque la disposition est assez régulière, mais que les cimes ne sont pas jointives ($50\% < R < 75\%$) ;
- La forêt trouée, ou clairière : lorsque les arbres sont disposés en bosquets denses juxtaposés en mosaïque avec des plages dépourvues d'arbres ($25\% < R < 50\%$). (Tomaselli, 1976).

Ainsi, nous avons déterminé trois classes de forêts, selon le recouvrement, et ayant une hauteur supérieure à 8 mètres où :

- $R = 85,5\%$, la superficie est de 326,92 ha
- $R = 63\%$, la superficie est de 142,08 ha
- $30 < R < 35\%$, la superficie est de 114,68 ha

Les forêts occupent 637,52 hectares soit 45,7 % de la superficie totale de la zone d'étude, c'est une subéraie dense avec un sous-bois constitué essentiellement de myrte, de lentisque, de phyllaire, d'arbousier, de cytise et de bruyère, avec une strate herbacée caractérisée par : *Cynosorus echiantus*, *Cyclamen africanum* et *Bellis sylvestris*.

Le recouvrement des espèces varie d'une zone à une autre, celui du Myrte est plus élevé que celui du Lentisque dans les zones II et III alors que dans les zones I, VIII et IX c'est le Lentisque qui domine ; ainsi, nous avons déterminé, deux sous-unités de forêts en mettant l'espèce dominante du cortège floristique en première position :

Une forêt haute et dense à *Quercus suber*, à base de *Myrtus communis* L., *Pistacia lentiscus* L., *Phillyrea angustifolia*, *Arbutus unedo* et *Cytisus triflorus* ; cette sous-unité de forêt couvre 256,76 hectares, dont 142,08 sont exposés au sud-ouest et 114,68 hectares , exposés au nord-est, entre une altitude de 290 m et 370 m. Le taux de recouvrement de chacune des espèces du sous-bois est entre 44,5% et 56% de *Myrtus communis* ; 17,5% et 24,5% de *Pistacia lentiscus* ; 7,5% de *Phillyrea angustifolia* ; 4,5% d'*Arbutus unedo* et 3,5% de *Cytisus triflorus*.

Une forêt haute et peu dense à *Quercus suber*, à base de *Pistacia lentiscus*, *Myrtus communis*, *Arbutus unedo* et *Erica arborea*, qui couvre une superficie de 380,76 hectares,

exposée au au nord-ouest, entre une altitude de 300 m et 430 m. Le taux de recouvrement de chacune des espèces du sous-bois est entre 5% et 11% de *Myrtus communis* ; 8,5% et 19% de *Pistacia lentiscus* ; 4% et 6,5% d'*Erica arborea*, 6,5% de *Lavandula stoechas*, entre 4,5% et 7,5% de *Phillyrea angustifolia* et 4,5% et 13% d'*Arbutus unedo*.

III-1-4-2-Les matorrals

Tomaselli, (1972) propose la définition suivante :

« Formation de plantes ligneuses xérophiles toujours vertes, dont la partie aérienne n'arrive pas à se différencier nettement en tronc et en frondaison, mais qui se présente en général très ramifiée dès la base ».

Selon Ionesco et Sauvage, (1962) ; le matorral est une formation ligneuse dégradée, qui dérive de la forêt et ne dépasse pas les 7 sept mètres de hauteur. Et distinguent :

Selon la hauteur H : matorral, où $H > 2m$

matorral peu élevé, dont la hauteur est de 2 à 4 mètres ;

matorral arboré élevé, dont la hauteur varie de 5 à 6 mètres.

Selon le recouvrement R : matorral dense $R > 75\%$.

Ainsi nous avons déterminé, quatre classes de matorrals arborés élevés, selon le recouvrement :

$R > 75\%$, avec une superficie de 23,56 ha

$50 < R < 75\%$, avec une superficie de 32,80 ha

$25 < R < 50\%$, avec une superficie de 56,92 ha

$R < 25\%$, avec une superficie de 69,56 ha

La superficie des matorrals est donc de 182,84 ha et représente 13,1% de la superficie totale de la zone d'étude de la série V d'El-Milia. Ce matorral est représenté par *Quercus suber*, dont la strate arbustive est composée essentiellement de *Pistachia lentiscus*, *Myrtus communis*, *Arbutus unedo*, et *Phylerea angustifolia*.

D'un point de vue recouvrement en espèces aromatiques, nous avons déterminé deux sous-unités de matorrals, l'un à dominance de Myrte (correspond à la zone **XI** avec un recouvrement de 43,5%) et l'autre matorral à dominance de Lentisque (correspond aux zones isophènes **IV**, **X** et **XII**). Ainsi, les deux sous-unités de matorrals sont :

Un matorral peu élevé et faiblement dense à *Quercus suber*, à base de *Myrtus communis*, *Pistacia lentiscus* et *Phillyrea angustifolia*, couvrant une superficie de 23,5 hectares à une altitude de 320 m et à exposition nord. Les taux de recouvrement sont de

43,5% de *Myrtus communis*, 14,5% de *Pistacia lentiscus*, 7,5% de *Phillyrea angustifolia*, 5,5% d'*Erica arborea* et 5% d'*Arbutus unedo*

Un matorral élevé et peu dense à *Quercus suber*, à base de *Pistacia lentiscus*, *Myrtus communis*, *Phillyrea angustifolia* et *Erica arborea*, ce matorral couvre une superficie de 159,28 hectares dont 69,56 hectares sont exposés au sud-ouest et 89,72 hectares à l'exposition nord, entre une altitude de 200 m et 380 m. Les taux de recouvrement des espèces végétales sont entre 10,5% et 29% de *Pistacia lentiscus*, entre 6% et 24% de *Myrtus communis*, entre 3,5% et 11% de *Phillyrea angustifolia*, de 7% de *Lavandula stoechas*, entre 6,5% et 8,5% d'*Erica arborea*, 6% de *Cytisus triflorus* et 1,5% d'*Arbutus unedo*.

III-1-4-3-Les macquis

Pour Molinier, (1959); Le maquis est un peuplement d'arbustes et d'arbrisseaux xérophiles à feuillage persistant, toujours vert et généralement très dense, au point de devenir impénétrable.

La composition floristique n'intervient pas dans la conception du maquis et l'on nomme ainsi, par exemple de bryère arborescente (*Erica arborea*), d'Arbousier (*Arbutus unedo*), de *Calycotome spinosa*, de Lentisque (*Pistacia lentiscus*), etc. (Tomaselli, 1972).

Les forêts de *Quercus suber* sont exceptionnellement denses ; il s'agit le plus souvent de peuplements ouverts envahis par un maquis dense (Quezel, (1976).

Nous avons, ainsi, recensé essentiellement ; *Pistacia lentiscus*, *Myrtus communis*, *Erica arborea*, *Arbutus unedo*, et *Calycotome spinosa*. C'est donc un maquis de Lentisque et de Myrte et présente une superficie de 399,72 ha, à exposition nord-ouest et nord nord-est avec une altitude située entre 210 m et 360 m. Le cortège floristique présente un taux de recouvrement entre 52,5% et 55% de *Pistacia lentiscus*, entre 8% et 17% de *Myrtus communis*, entre 5,5% et 12% de *Calycotome spinosa*, entre 5% et 9% d'*Arbutus unedo*, entre 5% et 7,5% de *Phillyrea angustifolia*, de 4,5% d'*Erica arborea* et 1,5% de *Cytisus triflorus*.

III-1-4-4-La pelouse

La pelouse est une formation herbacée rasée, à rythme saisonnier marqué et à base d'hémicryptophytes, de chaméphytes et de géophytes. (Tomaselli, 1976).

Les espèces recensées sont, la *Lavandula stoechas* et le *Cystus monspelliensis*, les espèces de la strate herbacée sont répertoriées sous forme d'un inventaire floristique sous

citée ; la superficie de la pelouse est estimée à 105,44 hectares, représentant 7,55 % de la totalité de la zone d'étude.

Inventaire floristique de la Pelouse :

Linaria reflexa
Lavandula stoechas
Euphorbia helescopia
Asphodelus microcarpus
Bellis anuna
Cerinth major
Borago officinalis
Galactites tomentosa
Cistus monpellierensis
Cynoglossum cherifolium
Eryngium tricuspida
Fedia cormicopiea
Ononis mitissima
Blakstonia perfoliat
Asperula laevigata
Amaranthus angustifolia
Docus carota
Sonchus oleraceus (laiteron maraîchère)
Anagalis arvensis ssp : caerulescens
Anagalis phoenicea

III-1-4-5-Autres formes d'occupation des terres

Les agglomérations et pistes, couvrant une superficie, de 69,35 hectares, ou 4,97 %.

III-1-4-6-Inventaire floristique de la zone d'étude

Un inventaire des espèces de la zone d'étude, a été effectué et la détermination des espèces a été réalisée, au niveau de l'herbier de l'Institut Agronomique D'EL-Harrach, par Mr Beloued A. (voir Annexe).

Les relevés floristiques de la strate herbacée, révèlent que ce cortège floristique contient d'autres espèces aromatiques et médicinales telles qu'*Achilea odorata*, *Iris unguicularis*, les Asphdèles, *Melissa officinalis*, etc. ; qui peut donc faire l'objet d'une étude qualitative, dans un cadre de valorisation du patrimoine végétal de l'Algérie.

III-1-5- Représentation cartographique

III-1-5-1-Report des unités de l'occupation

Pour la représentation des unités de végétation on s'est basé sur :

- les limites des zones isophènes ;

- les critères photogramétriques, pour généraliser et rattacher les unités non échantillonnées (inaccessibles) aux unités identifiées ;
- La dominance des espèces aromatiques pour rattacher les zones isophènes des différentes sous-unités de végétation.

Pour la légende de la carte, l'espèce dominante du cortège floristique est citée en premier lieu.

Ainsi nous avons déterminé six types physiologiques de végétation :

Une forêt haute et dense, à *Quercus suber*, à base de *Myrtus communis* et *Pistacia lentiscus*

Une forêt haute et peu dense à *Quercus suber*, à base de *Pistacia lentiscus* et *Myrtus communis*

Un matorral peu élevé et faiblement dense à *Quercus suber*, à base de *Myrtus communis* et *Pistacia lentiscus*

Un matorral élevé et peu dense à *Quercus suber*, à base de *Pistacia lentiscus* et *Myrtus communis*

Un maquis de *Pistacia lentiscus*

Une pelouse à *Cytisus monspelliensis* et *Lavandula stoechas*

III-1-5-2-Choix des couleurs et d'un code

Pour le choix des couleurs, généralement on se base sur la signification bioclimatique établie par Gaussen. Les formations naturelles (forêts et matorrals) sont représentées par le rouge orangé qui est la combinaison du rouge (chaleur) et jaune (sécheresse).

Des modifications ont été apportées, dans le but de faire ressortir les caractéristiques spécifiques ou dynamiques de certaines formations, ainsi les formations végétales, sont représentées par des couleurs de choix aléatoire.

La forêt à dominance de myrte est représentée par la couleur vert foncé ;

La forêt à dominance de Lentisque, par le vert clair ;

Le matorral à dominance de myrte, par la couleur orange,

Le matorral à dominance de Lentisque, par la couleur violet ;

Le maquis est représenté par la couleur bleue et la pelouse, par la couleur jaune.

En plus des couleurs, on a attribué à chaque type de formation, un chiffre romain avec un indice en lettre alphabétique (minuscule) pour la densité; une lettre alphabétique (Majuscule) pour l'espèce dominante, et un chiffre arabe pour le cortège floristique; à

exposants en lettre majuscule pour déterminer les espèces de base, le premier exposant pour déterminer l'espèce dominante.

Code

Type de formation : **I** : Forêt ; **II** : Matorral ; **III** : Maquis ; **IV** : Pelouse

Densité : **a, b, c**

a : dense ; **b** : moyennement dense ; **c** : peu dense

Espèce dominante : **S** ; Cortège floristique : **1**

S : *Quercus suber* ; **P** : *Pistachia lentiscus* ; **M** : *Myrtus communis* ; **L** : *Lavandula stoechas* ; **C** : *Cistus monspelliensis* ; **Pa** *Phillyrea angustifolia* ; **Au** : *Arbutus unedo* ; **Ct** : *Cytisus triflorus* ; **Ea** : *Erica arborea* ; **Cs** : *Calycotome spinosa*.

- Une forêt haute et dense, à *Quercus suber*, à base de *Myrtus communis* et *Pistacia lentiscus* :

I¹_aS 1^{M,P,Au,Ct}

- Une forêt haute et peu dense, à *Quercus suber*, à base de *Pistacia lentiscus* et *Myrtus communis* :

I¹_bS 1^{P,M,Au,Ea}

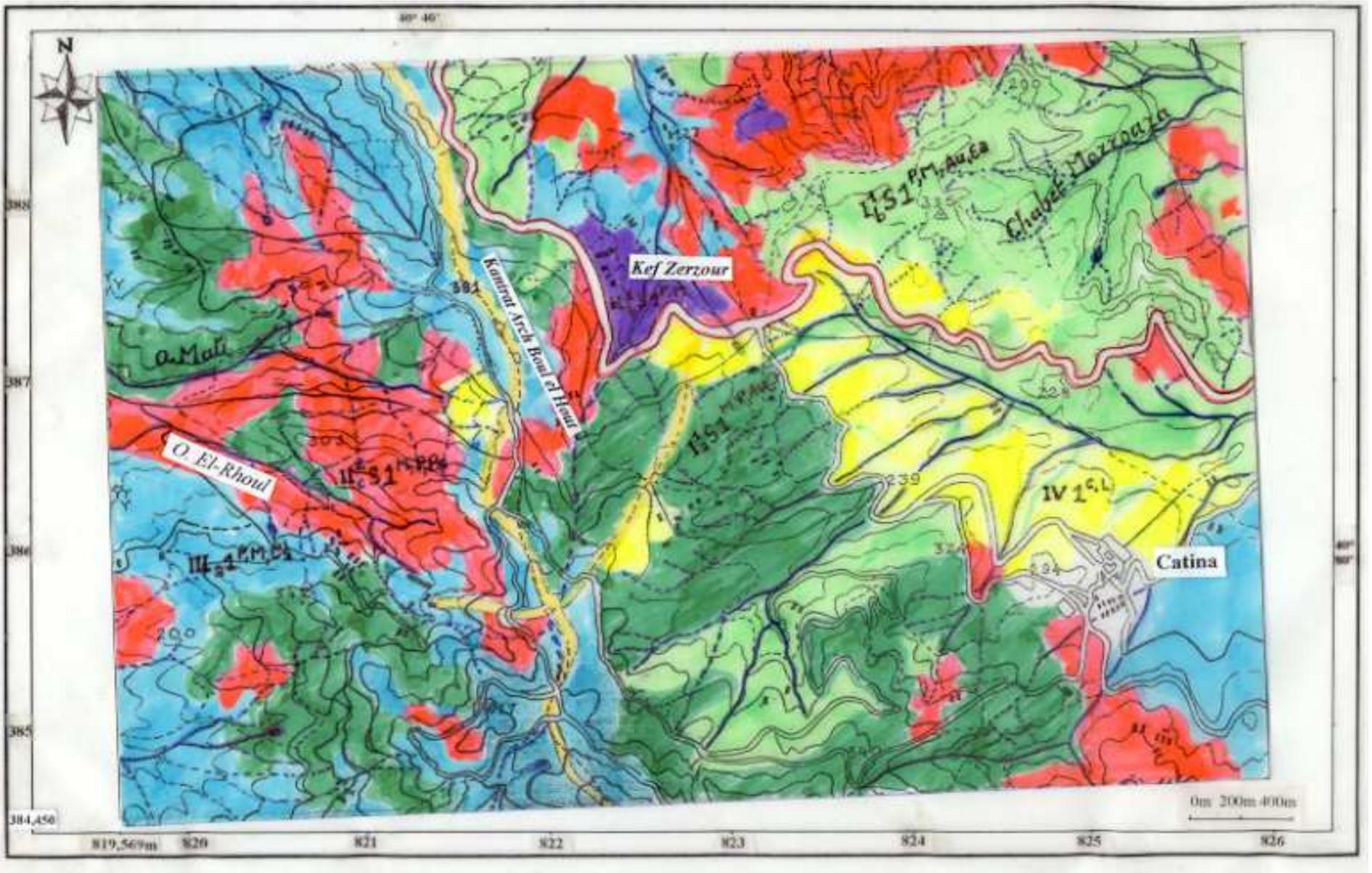
- Un matorral élevé et peu dense, à *Quercus suber*, à base de *Pistacia lentiscus* et *Myrtus communis* :

II¹_bS 1^{P,M,Pa}

- Un matorral peu élevé et faiblement dense, à *Quercus suber*, à base de *Myrtus communis* et *Pistacia lentiscus* :

II²_cS 1^{M,P,Cs}

- Un maquis de *Pistacia lentiscus* : **III_a 1^P** et une pelouse : **IV 1^{C,L}**



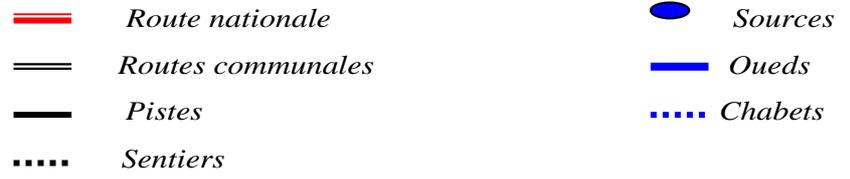


Fig. 4 : Carte de l'occupation des terres de La forêt domaniale de Ouled-Debbab

III-2-Carte de production des huiles essentielles

III-2-1- Evaluation de la phytomasse

III-2-1-1-Phytomasse

Pour la biomasse, les coupes, de chacune des espèces ont été effectuée dans les stations à densité moyenne et à altitude intermédiaire, et à toute exposition.

Les pesées effectuées, pour déterminer la biomasse de la flore aromatique, à partir de rameaux, pour le myrte et le pistachier lentisque et des sommités fleuries pour la lavande, ont donné les résultats du tableau XIII.

Tableau XIII : Phytomasse de la flore aromatique

ESPECES	POIDS DE MATIERE SECHE (Kg)
<i>Myrtus communis L.</i>	0,384
<i>Pistachia lentiscus L.</i>	0,505
<i>Lavandula steachas L.</i>	0,061

III-2-1-2-Evaluation de la phytomasse

Les prélèvements de la biomasse des espèces aromatiques, le taux de recouvrement, et les superficies des unités de végétation, nous ont permis d'évaluer la phytomasse aromatique, au niveau de chaque unité de végétation. (Voir Tableau XIV).

$$\text{Phytomasse (Kg/Ha)} = Ph \text{ (Kg/Ha)} = B. R / 0,04$$

Tableau XIV : Evaluation de la phytomasse

UNITES DE VEGETATION	SUPERFICIES (Ha)	Phytomasse (Kg/Ha)		
		<i>Myrtus Communis</i>	<i>Pistacia lentiscus</i>	<i>Lavandula stoechas</i>
FORETS	637,52	242,88	217,15	1,982
MATORRALS	182,84	218,4	249,34	2,668
MAQUIS	399,72	120	678,59	/
PELOUSE	105,44	/	/	11,437
TOTAL	1325,52	581,28	1145,08	16,087

La production de matière sèche ou phytomasse, dans les unités de végétation, est estimée au niveau des forêts (637,52 Ha) , à 242,88 Kg/Ha de Myrte, 217,15 Kg/Ha de Lentisque, et 1,98 Kg/Ha de Lavande, les matorrals (182,84 Ha), produisent, 218,4 Kg/Ha de Myrte 249,34 Kg/Ha de Lentisque, 2,66 Kg/Ha de Lavande, les maquis (399,72 Ha), 120 Kg/Ha de Myrte 678,59 Kg/Ha de Lentisque, et la pelouse (105,44 Ha), 11,437 Kg/Ha de Lavande.

La phytomasse moyenne, de tout le couvert végétal est donc estimée à 581,28 Kg/Ha de Myrte 1145,08 Kg/Ha de Lentisque 16,08 Kg/Ha de Lavande.

Le maquis présente une importante phytomasse elle est évaluée à 678,59 Kg/Ha de Lentisque et 120 Kg/Ha de Myrte, les forêts et matorrals produisent, sensiblement, la même quantité de masse foliaire, entre 218,4 et 242,88 Kg/Ha de Myrte, et 217,15 et 249,34 Kg/Ha de Lentisque ; la Lavande dans sa majorité provient de la pelouse et est estimée à 11,437 Kg/Ha.

Avec les résultats acquis, des rendements en huiles essentielles, la phytomasse, en extrapolant sur toute la zone d'étude nous pourront ainsi estimer la production en huiles essentielles des espèces aromatiques étudiées.

III-2-2-Extraction des huiles essentielles



Huile essentielle de Myrte *Huile essentielle de Lentisque* *Huile essentielle de Lavande*

Photo 6 : Les huiles essentielles des trois espèces étudiées

Les différentes essences obtenues sont de couleurs différentes, celle du Myrte est jaune verdâtre, celle du Lentisque est jaune claire et celle de la Lavande est jaune. (Photo. 6).

Les rendements sont exprimés en pourcentage et récapitulés dans le (tableau XV).

III-2-2-1-Rendement des huiles essentielles

L'hydrodistillation de *Myrtus communis L.*, nous a permis d'obtenir un rendement de 0,27% , ce dernier est proche de celui obtenu par Bardeau, (1978) et Guenther, (1972) ; qui citent que, les feuilles sont employées pour la distillation et le rendement en essences est de 0.25 à 0.35 %.(voir Tableau XV).

En ce qui concerne *Pistacia lentiscus L.*, nous avons obtenu un très faible rendement, il est de l'ordre de 0,023% d'huiles essentielles extraites des feuilles.

Il faut noter les huiles essentielles du Pistachier lentisque est, habituellement extraite du mastic et non des feuilles, et le rendement en huiles essentielles est de 1 à 3%.

D'après Bardeau, (1978) ; Volak et Stodola (1984), le rendement du Genre *Lavandula*, varie de 1,8 à 2% et peut atteindre les 3%. L'hydrodistillation des sommités fleuries de la Lavande (*Lavandula stoechas L.*), nous a donné un rendement en huiles essentielles de 1,8%.

Tableau XV : Rendement des huiles essentielles

Espèces Huiles essentiels	<i>Myrtus Communis L.</i>	<i>Pistachia lentiscus L.</i>	<i>Lavandula stoechas L.</i>
Rendements (%)	0,27	0,023	1,8

III-2-3-Production des huiles essentielles

III-2-3-1-Estimation de la production

Par le produit de la phytomasse et les rendements, que nous avons calculé la production en huiles essentielles, d'abord, dans chaque unité de végétation, où on peut extraire, des forêts 6,557 Kg/Ha d'huiles essentielles de Myrte, 0,499 Kg/Ha de Lentisque, et 0,356 Kg/Ha de Lavande ; des matorrals, 5,896 Kg/Ha d'huiles essentielles de Myrte 0,573 Kg/Ha de

Lentisque, et 0,48 Kg/Ha de Lavande ; des maquis, 3,24 Kg/Ha d'huiles essentielles de Myrte, 1,56 Kg/Ha de Lentisque ; et des pelouses 2,058 Kg/Ha de Lavande.

Soit une production totale et annuelle de 15,693 Kg/Ha/an d'huiles essentielles de Myrte, 2,632 Kg/Ha/an de Lentisque, et 2,894 Kg/Ha/an de Lavande. (voir Tableau XVI)

Tableau XVI : Production des huiles essentielles par unité de végétation

UNITES DE VEGETATION	Huiles essentielles (Kg/Ha)		
	<i>Myrtus Communis</i>	<i>Pistacia lentiscus</i>	<i>Lavandula stoechas</i>
FORETS	6,557	0,499	0,356
MATORRALS	5,896	0,573	0,480
MAQUIS	3,24	1,560	/
PELOUSE	/	/	2,058

La production en huiles essentielles change avec le type de végétation, elle varie de 0,365 à 6,557 Kg/Ha. Selon Hellal, (1992) ; la production en huiles essentielles de Romarin de la forêt de Pin d'Alep de Bouhmama (Batna), est de 10630 litres d'huiles essentielles pour une superficie de 2337 hectares, donc 4,5 litres/hectare. [Fechtal \(1995\)](#), estime une production de 120 000 Kg à 180 000 Kg d'huiles essentielles d'Eucalyptus, pour une superficie de 95 000 hectares, soit : 1,89 Kg/Ha. La production des huiles essentielles est de l'ordre de 0,3 à 6,5 Kg/ Ha.

Sur la l'histogramme de la figure 4, nous remarquons que la production en huiles essentielles dans les différentes unités de végétation ; au niveau des forêts la production des huiles essentielles de *Myrtus communis* L., diminue avec la dégradation (liée à une évolution régressive) des forêts en matorrals ensuite en maquis et elle est inexistante au niveau de la pelouse, contrairement aux huiles essentielles de *Pistacia lentiscus* L. et *Lavandula stoechas* L. qui deviennent de plus en plus importantes avec cette dégradation.

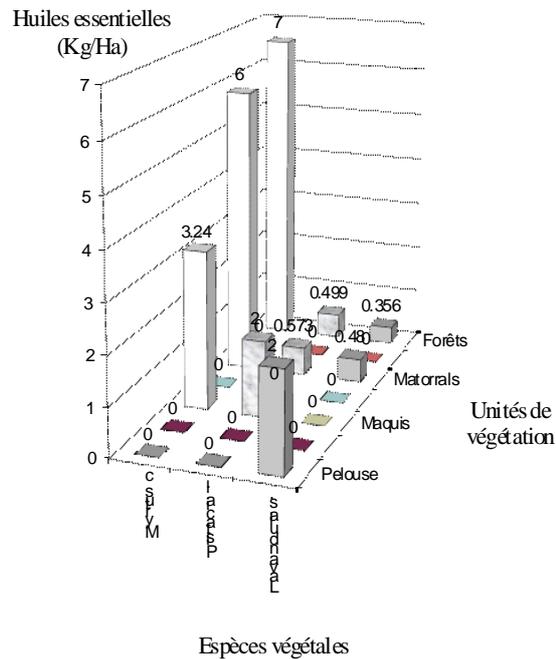


Fig.6 : Production des huiles essentielles dans les différentes unités de végétation de la zone d'étude (Kg/Ha)

III-2-3-2-Production totale des huiles essentielles

La production totale annuelle de Ouled-Debbab, en huiles essentielles, est estimée, à 4180,7 Kg de Myrte ; 318,4 Kg de Lentisque; 224,44 Kg de Lavande, dans les forêts ; 1078,17 Kg de Myrte 10485 Kg de Lentisque 87,8 Kg de Lavande ; dans les matorrals ; 1295,09 Kg de Myrte 285,36 Kg de Lentisque, au niveau des maquis, et 217,06 Kg de Lavande ; dans les pelouses. Soit une production de 6553,96 Kg de Myrte ; 708,61 Kg de Lentisque 529,3 Kg de Lavande, sur toute la zone d'étude. (Voir Tableau XVII).

Tableau XVII : Potentiel de production totale en huiles essentielles

UNITES DE VEGETATION	Huiles essentielles (Kg)		
	<i>Myrtus communis</i>	<i>Pistacia lentiscus</i>	<i>Lavandula stoechas</i>
FORETS	4180,7	318,4	224,44
MATORRALS	1078,17	104,85	87,8
MAQUIS	1295,09	285,36	/
PELOUSE	/	/	217,06
TOTAL	6553,96	708,61	529,3

III-2-4-Représentation cartographique

III-2-4-1-Report des unités de production

Pour la représentation cartographique de la production des huiles essentielles, nous nous sommes basés sur les limites des unités de végétation :

Les forêts à *Quercus suber*, à base de *Myrtus communis* et *Pistacia lentiscus*

Les matorrals à *Quercus suber*, à base de *Myrtus communis* et *Pistacia lentiscus*

Le maquis de Lentisque (*Pistacia lentiscus*)

La pelouse

III-2-4-2-Choix des couleurs et d'un code

Sur la carte de production des huiles essentielles, les unités de production d'huiles essentielles (unités de végétation), sont représentées sur la carte par la figure 8 de la manière suivante :

La forêt, par la couleur vert clair ;

Le matorral, par la couleur Orange clair ;

Le maquis, par la couleur bleu ciel et la pelouse, par la couleur jaune.

Code

La production en huiles essentielles est représentée, directement par des histogrammes, montrant les différentes productions de chaque unité de végétation, et les huiles essentielles dans chaque secteur et pour chacune des trois espèces, sont représentées par un élément de couleur bleu clair pour *Myrtus communis L.*, le *Pistacia lentiscus L.*, par la couleur verte et *Lavandula stoechas L.*, par la couleur jaune pâle.



- A  Huil
- B  Huil
- C  Huil

Fig. 7 : Carte de production des Huiles essentielles de la foret domaniale d'Ouled-Debbab (Jijel)

Conclusion

Pour conclure cette partie, il faut noter que, 61,95% de la superficie totale de la zone d'étude, sont couverte par la végétation dont 44,65% d'espèces aromatiques et 38,05% de terrains nus.

Le couvert végétal, selon la délimitation des zones isophènes, est constitué de quatre types physiologiques de végétation ou unités de végétation : les forêts qui occupent la plus grande superficie et elle est estimée à 637,52 hectares, viennent ensuite les maquis avec une superficie de 399,72 hectares, les matorrals couvrent 182,84 hectares et la pelouse 105,44 hectares.

Sur la carte de l'occupation des terres, les critères photogramétriques et environnementaux nous ont permis de définir deux sous-unités de forêts : une forêt haute et dense à *Quercus suber* à base de *Myrtus communis*, *Pistacia lentiscus*, *Phillyrea angustifolia* et *Arbutus unedo* ; et une forêt haute et peu dense à *Quercus suber* à base de *Pistacia lentiscus*, *Myrtus communis*, *Phillyrea angustifolia*, *Arbutus unedo* et *Erica arborea*; il est de même pour les matorrals qui se divise en deux sous-unités : un matorral peu élevé et faiblement dense à *Quercus suber* à base de *Myrtus communis*, *Pistacia lentiscus* et *Phillyrea angustifolia* , et un matorral élevé et peu dense à *Quercus suber* à base de *Pistacia lentiscus*, *Myrtus communis*, *Phillyrea angustifolia* et *Erica arborea*; et un maquis à *Pistacia lentiscus* et en fin une pelouse à base de *Cystus monspeliensis* et *Lavandula stoechas*.

Le recouvrement des espèces aromatiques spontanées dans les forêts, les matorral et maquis, le plus élevé est celui du Lentisque (*Pistacia lentiscus*), il est de 22,67%, celui du Myrte (*Myrtus communis*) est de 15,13%, et 2,63% de Lavande (*Lavandula stoechas*).

Les prélèvements de la biomasse, sur des coupes de rameaux d'environ 50 Cm, et sur une surface d'un mètre-carré pour les espèces *Myrtus communis* et *Pistacia lentiscus*, et les prélèvements des sommités fleuries pour l'espèce *Lavandula stoechas*, nous ont permis d'évaluer une phytomasse de 1145,08 Kg/Ha de Lentisque, 581,28 Kg/Ha de Myrte et 16,087 Kg/Ha de Lavande.

Les rendements en huiles essentielles de l'hydrodistillation des espèces aromatique, par ordre croissant, sont de 0,023% pour le Lentisque, 0,27% pour le Myrte et 1,8% pour la Lavande.

Le recouvrement, la phytomasse et le rendement en huiles essentielles des trois espèces spontanées permettent, ainsi de faire une estimation qui reste approximative de production des huiles essentielles qui est évaluée à : 6553,96 Kg d'essence de Myrte, 708,61 Kg d'essence de Lentisque et 529,3 Kg d'essence de Lavande, pour une superficie de 1325,52 hectares.

Comme perspectives, une étude sur la production de biomasse foliaire et des huiles essentielles à partir d'espèces aromatiques cultivées pour une meilleure rentabilité. Cette production peut être rentabilisée, par une mise en valeur des surfaces nues en cultivant les espèces aromatique et par la valorisation de la masse foliaire en procédant à des coupes de rameaux jusqu'à la base du plant pour le *Myrtus communis* et *Pistacia lentiscus*. Ainsi, les 29,75% (394,34 hectares) de surface nues des forêts, matorrals et maquis, peuvent être cultivées ou boisées par, soit du Myrte (*Myrtus communis*) soit du Lentisque (*Pistacia lentiscus*), le choix serait déterminé par le marché des huiles essentielles ; et 64,5% (68 hectares) de terrains nus dans la pelouse qui serait cultivé par la Lavande (*Lavandula stoechas*).

Chapitre IV- Développement et valorisation des huiles essentielles dans la forêt de Ouled-Debbab

Les huiles essentielles sont recherchées pour leurs substances actives, elles sont utilisées à différentes fins, en dehors de l'industrie pharmaceutique, la parfumerie et l'agro-alimentaire, elle sont utilisées aussi en aromathérapie, qui, selon Walters (1999), consiste à des traitements par des huiles essentielles extraites à partir de matière végétale naturelle, elles sont utilisées en compresses, dans les bains, en massage, par inhalation et en application directe dans le cas des huiles essentielles qui ne présentent aucun danger.

Garry et *al.*, (1985); notent qu'en pharmacie, notamment en aromathérapie, il est nécessaire d'utiliser des huiles de qualité naturelles donc sans additifs. Dans ce cadre, l'industrie devra proposer des huiles de provenance connue, de composition bien déterminée et dont l'efficacité thérapeutique aura été démontrée.

Dans le domaine des plantes spontanées, il est important d'effectuer un inventaire et réaliser par la suite, une cartographie économique nationale pour recenser la biomasse aromatique que ce soit sur le plan géographique ou répartition. Aussi essayer d'adapter une législation relative à une exploitation rationnelle des forêts en se basant sur l'établissement des cahiers de charge en fixant les droits et les obligations que ce soit pour l'organisme ou l'exploitant. Concernant les plantes cultivées, une mise en œuvre d'une aide technique appropriée des agriculteurs intéressés, l'acquisition des semences, l'octroi des crédits de compagnes, la garantie d'écoulement de la production par la mise en place des contrats.

La zone d'étude possède un potentiel floristique riche et varié, une fois exploité, pourrait répondre à la gamme des produits aromatiques du marché national et international et cela dans les branches d'activités concernées (agro-alimentaire, pharmacie, cosmétique, etc.).

IV-1-Production des huiles essentielles

IV-1-1-Méthode de collecte de la matière végétale

Une fois des sites d'exploitation choisis, et qui deviennent des zones d'exploitation, parmi les méthodes préconisées, en raison de son coût de récolte qui est une condition économique acceptable, est d'embaucher les riverains pour la collecte de la matière première, en leur enseignant la manière de coupes sans porter atteinte à la croissance du végétal. Selon Garry et *al.* (1986), les agriculteurs au Canada, représentent une source d'approvisionnement des Distillateurs, ils passent sur les coupes et charge leur remorque

de branches qu'ils vont vendre à la distillerie. Donc il n'est impossible que les agriculteurs (ou riverains) soient intéressés par le principe de la récolte des rameaux et s'équipent d'une remorque afin de pouvoir livrer la matière végétale, d'ou, il serait intéressant de faire de ces zones, des chantiers expérimentaux dans un but d'une exploitation rationnelle, pour cela d'autres recherches auront lieu dans ces chantiers, qui consistent à mettre au point un modèle de gestion des espèces forestières, spontanées d'intérêt économique et industriel.

IV-1-2-Choix des espèces

En tenant compte de la rentabilité et de l'abondance des espèces étudiées, il convient de les choisir parmi toutes les espèces qui poussent dans la région d'Ouled-Debbab.

- *Le pistachier lentisque*, en raison de son abondance, malgré son faible rendement, et pour son coût élevé par rapport aux autres huiles essentielles.

- *Le myrte*, qui est aussi abondant que le lentisque, les deux espèces poussent à proximité, son rendement est, de loin, plus élevé que celui du lentisque donc s'il n'est pas rentable d'un point de vue coût, il l'est en terme de production.

- *La lavande*, qui présente le plus grand taux en huiles essentielles et en raison de sa cueillette facile, et son accessibilité, vu qu'elle pousse, sur les bordures des routes et les tranchées-par-feux.

IV-1-3 Extraction et commercialisation des huiles essentielles

La distillation industrielle des trois espèces se fait par entraînement à la vapeur, elle nécessite donc un Alambic d'une grande capacité, à cause de certaines espèces ayant un très faible rendement tel que le lentisque qui nécessite environ quatre tonnes de matière végétales pour obtenir un Kg d'huiles essentielles. La récolte doit se faire sur les rameaux uniquement, donc il faut parcourir de grandes surfaces pour ramasser la matière première. En ce qui concerne la commercialisation des huiles essentielles ; selon Garry et *al.* (1985), les analyses de plusieurs personnes qui se sont intéressés à la commercialisation des huiles essentielles, il semble bien que les huiles commercialisées, sont, normées et ne correspondent pas directement à une origine ou à une essence précise. Par ailleurs, il semble bien que "normer" une huile soit une opération assez facile à réaliser qui apporte une valeur ajoutée, mais qui exigera probablement des stocks plus importants.

La commercialisation des huiles essentielles semble difficile à effectuer du fait de circuits très cloisonnés.

De plus, il s'agira là de lancer des produits que l'Algérie n'exportait pas auparavant, ils sont donc nouveaux sur le marché international pour prendre une place, c'est une opération qui risque d'être longue.

IV-1-4-Recherche d'éventuels Partenaires

La recherche de partenaires reste une tâche difficile, tant que l'étude n'a pas été entièrement cernée; pour s'assurer de la rentabilité du projet, effectuer des contacts, fait partie de l'étude.

Cette opération consiste à prendre contact avec des organismes comme :

- Arôme d'Algérie.
- SAIDAL (produits pharmaceutiques).

IV-1-5-Identification du site de production

La région d'étude "Ouled-Debbab", semble favorable; plusieurs possibilités se présentent : soit en aval d'une huilerie, parmi celles existantes déjà sur place ; soit à proximité d'une scierie qui se localise dans la région.

IV-1-6-Intégration d'un matériau produit dans la région

Il s'agit d'exploiter la sciure ou bien les tourteaux d'olives, comme source d'énergie.

La présente étude n'est pas très approfondie, car divers points restent flux pour des engagements d'investissement :

- Lancement des produits sur le marché.
- Qualité des huiles essentielles.

IV-2- Proposition d'une méthode d'exploitation

La forêt de Ouled-Debbab présente des potentialités considérables, sur les plans : hydrique, exposition, facteurs climatiques richesse en flore aromatique, activité sylvicole ; tout ces facteurs peuvent contribuer à bien gérer le patrimoine forestier de la région, par la mise en place d'un modèle d'exploitation, basé essentiellement, sur les modalités de coupes et la valorisation des zones à faible recouvrement, par des cultures et reboisements des espèces aromatiques.

Ces paramètres favorisent, donc l'exploitation des plantes aromatiques, par la présence d'un réseau hydrique sur toute la région, notamment les deux oueds : l'Oued EL-Kebir, et

Oued Boussiaba, la pluviométrie annuelle qui atteint les 1114 mm, avec 115 jours de pluie ; ce qui explique, l'abondance des espèces aromatiques, essentiellement, le Myrte et Lentisque, et beaucoup d'autres espèces.

D'un point de vue sylvicole, la récolte des rameaux, représente un renouvellement du feuillage, c'est une taille d'entretien favorisant la croissance du végétal, aussi, le débroussaillage et nettoyage des pistes, lors des opérations sylvicoles, des services forestiers, en embauchant, les riverains, (main d'œuvre disponible), en évaluant un coût de récolte rationnel.

Pour mieux gérer le sous-bois de la forêt de Ouled-Debbab, en matière de plantes aromatique, il serait intéressant d'exploiter les terrains marginalisés par des cultures d'espèces aromatiques et de valoriser la masse foliaire, par des coupes jusqu'à la base du plant. Cette gestion est basée sur la mise en place d'un modèle d'exploitation qui ne doit pas porter atteinte à l'aspect conservation des espèces à exploiter.

IV-2-1- Exploitation des espèces spontanées

Les données et les résultats obtenus dans cette étude, nous permettent de faire un essai de mise en place d'un modèle d'exploitation des plantes aromatiques du sous-bois de la forêt de Ouled-Debbab,

L'exploitation des espèces essentielles, est basée sur les modalités des coupes (pourcentage de prélèvement de la masse foliaire).

Les résultats de la production des huiles essentielles issus des coupes de rameaux d'environ 50 cm pour les espèces *Myrtus communis* et *Pistacia lentiscus* ; et des sommités fleuries de Lavande, avec les recouvrements de 15,13 %, 22,67 %, et 2,63 % ont donné, respectivement, une production totale annuelle de 6553,96 Kg, 708,61 Kg et 529,3 Kg.

IV-2-2-Surfaces exploitables

Les différentes unités de végétation, forêts et matorrals, présentent sensiblement, la même superficie non occupée par la végétation, soit un taux de 40,4 et 40,12%, le maquis a une forte densité en végétation, sa superficie nue est de 8,75%, la pelouse est couverte de 24,5%, et sa superficie nue est estimée à 64,5% (voir tableau XVIII).

Le sous-bois des forêts, matorrals et maquis, 29,75% de sa superficie n'est pas occupée par la végétation, et 64,5% de la pelouse, ce sont des zones exploitables, elle est sujette à

une exploitation de plantes aromatiques, en vue d'une valorisation de production d'huiles essentielles. D'un point de vue forestier, les espèces *Myrtus communis* et *Pistacia lentiscus*, constituent essentiellement le sous-bois des forêts, matorrals et maquis, et *Lavandula stoechas* qui est une espèce xérophile, elle pousse beaucoup plus dans les bordures de route, les tranchées-par-feu et les pelouses, donc dans des endroits exposés à la lumière, il serait intéressant de la cultiver dans les pelouses.

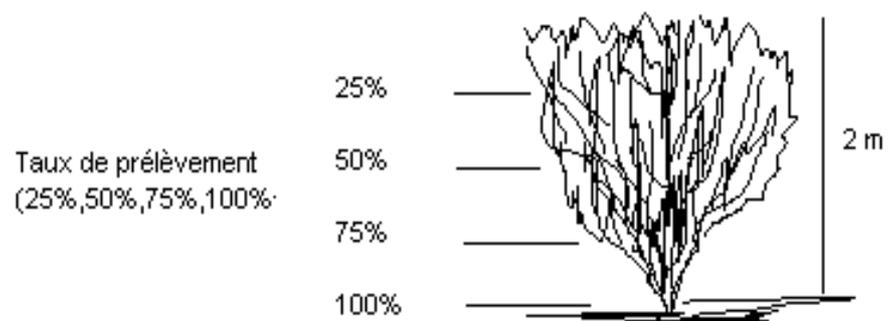


Fig.8 : Taux de prélèvement de la phytomasse de *Pistacia lentiscus* L.

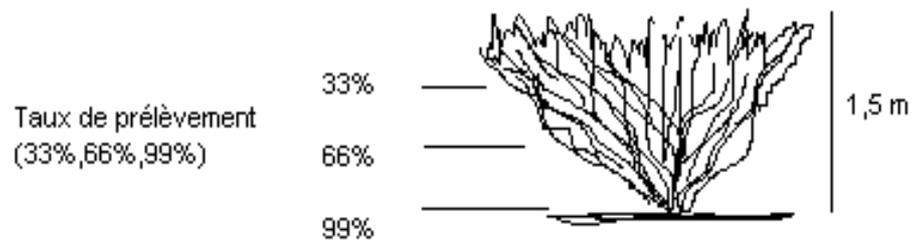


Fig.9: Taux de prélèvement de la phytomasse de *Myrtus communis* L.

Tableau XVIII : Taux des surfaces non occupées par la végétation

Unités de Végétation	FORETS					MATORRALS				MAQUIS	PELOUSE	
	I	II	III	VIII	IX	IV	X	XI	XII	VI	VII	V
Recouvrement (%)	43,5	80	83,5	51,5	39,5	60	66,5	76,5	36,5	93,5	89	24,5
Recouvrement Moyen (%)	59,60%					59,87%				91,25%	24,5%	
Recouvrement Total Moyen (%)	70,25%											24,5%
Surface non Couverte (%)	56,5	20	16,5	48,5	60,5	40	43,5	23,5	63,5	6,5	11	64,5
Surface non Couverte Moyenne (%)	40,5%					40,12%				8,75%	64,5%	
Surface non couverte Moyenne (%)	29,75%											64,5%

Source : Résultats expérimentaux des prélèvements floristiques

IV-2-3-Valorisation des huiles essentielles

IV-2-3-1- Mise en valeur des surfaces non couvertes

Parmi les surfaces exploitables, la pelouse qui correspond à la zone isophène V dont 64,5 % de sa superficie n'est pas couverte, soit 68 hectares, et 7,5%, sont couvertes par la Lavande qui est xérophile, et pousse dans les pelouses, tranchée-par-feux et bordures de routes. En l'occurrence, la production en huiles essentielles, augmente d'une huitaine de fois. Les espèces *Myrtus communis* et *Pistacia lentiscus*, occupent, respectivement 15,13% et 22,67% de la superficie totale du sous-bois, soient, 267,75 hectares de Myrte et 301,95 hectares de Lentisque. Dans les forêts, matorrals et maquis, la superficie non couverte représente 29,75% de leur superficie totale, est estimée à 394,34 hectares. Cette superficie pourrait être exploitée soit par le Myrte soit par du Lentisque, une étude de

marché pourrait déterminer le choix de l'espèce à exploiter. L'évaluation de la production en huiles essentielles, de chacune des trois espèces sont sur le tableau suivant.

Tableau XIX : Production des huiles essentielles dans les surfaces non couvertes (à partir des espèces cultivées)

Recouvrement (%)	15,13% <i>M. communis</i> (spontanée)	22,67% <i>P. lentiscus</i> (spontanée)	(Forêt, Matorral et Macquis) 29,75% de surface non couverte cultivée		2,63 % <i>L. stoechas</i> (spontanée)	(Pelouse) 7,5% <i>L. stoechas</i> spontanée	(Pelouse) 64,5% de surface non couverte cultivée par <i>L. stoechas</i>	Total
			Soit par <i>P. lentiscus</i>	Soit par <i>M. communis</i>				
<i>Myrtus communis</i> (Kg)	6553,96	/	12887	6553,96	/	/	/	19440,96
<i>Pistacia lentiscus</i> (Kg)	/	708,96	708,96	929,91	/	/	/	1638,52
<i>Lavandula stoechas</i> (Kg)	/	/	/	/	529,3	1509,41	12980,93	13510,29

La surface à valoriser (29,75%), ne peut être exploitée à la fois, par le Myrte et le Lentisque ; ainsi l'exploitation de cette superficie par le Myrte, peut produire 12887 Kg d'huiles essentielles de Myrte et 708,96 Kg d'huiles essentielles de Lentisque, et dans le cas contraire, la production est estimée à 929,91 Kg d'huiles essentielles de Lentisque et 6553,96 Kg d'huiles essentielles de Myrte (voir tableau XX). Le choix de l'exploitation de cette surface exploitable, dépend de la qualité de leurs huiles et des exigences du marché des huiles essentielles.

Fechtal, (1995) ; ayant travaillé sur la valorisation des huiles essentielles d'*Eucllyptus camaldulensis*, conclue que ces huiles présentent un taux d'eucalyptol, principe actif recherché par les industries pharmaceutiques et cosmétiques, inférieur au taux exigé par le marché de ces produits. L'amélioration du taux d'eucalyptol de ces huiles essentielles, contribuerait à la valorisation de la masse foliaire de cette espèce. La potentialité de la production des huiles essentielles d'*E. camaldulensis* est estimée entre 120 et 180 tonnes par an, pour une superficie de 95 000 ha.

L'huile essentielle de *Myrtus communis* est recherchée, pour le cineole, les pinènes et l'acétate de myrtényle ; celle de *Pistacia lentiscus*, est demandée pour le myrcène et cadinène, et celle de *Lavandula stoechas*, pour le fenchone et le camphre. L'analyse chromatographique pourrait apporter des éléments de réponse à la question.

IV-2-3-2-Valorisation de la masse foliaire

Les coupes effectuées sur des rameaux de 50 cm, sachant que, la hauteur moyenne du Myrte est de 1,5 mètre, les 50 cm, représentent un tiers (1/3) du plant entier, d'où, trois pourcentages de prélèvement de la masse foliaire, (33%, 66% et 100%). Le Lentisque est en moyenne mesure 2 mètres de haut, donc il y a possibilité de quatre pourcentages de coupe, (25%, 50%, 75% et 100%). La production en huiles essentielles peut donc tripler dans le cas du Myrte et quadrupler dans le cas du Lentisque (voir tableau XX).

Tableau XX: Pourcentage de prélèvement de la biomasse en fonction de la hauteur des espèces

Taux de coupe (%) Espèces	25% <i>P.lentiscus</i>	33% <i>M.communis</i>	50% <i>P.lentiscus</i>	66% <i>M.communis</i>	75% <i>P. lentiscus</i>	99% <i>M. communis</i>	100% <i>P. lentiscus</i>	Sommités fleuries <i>L. stoechas</i>
<i>Myrtus communis</i> (Kg)	/	6553,96	/	13107,92	/	19661,88	/	/
<i>Pistacia lentiscus</i> (Kg)	708,61	/	1417,22	/	2125,83	/	2834,44	/
<i>Lavandula stoechas</i> (Kg)	/	/	/	/	/	/	/	529,3

Ainsi la production augmente de trois fois en coupant des rameaux jusqu'à la base du végétal, donc 6553,96 **Kg** x 3, soit une production totale annuelle de **19661,88 Kg**.

la production du Lentisque, en huiles essentielles totale et annuelle est alors estimée à quatre fois plus grande que celle obtenue à des coupes de rameaux de 50 cm, ainsi, 708,61Kg x 4, soit **2834,44 Kg**.

IV-2-3-3-Potentiel de production d'huiles essentielles

Nous avons vu précédemment que les terrains marginalisés dans les forêts, matorrals et maquis pourraient être exploités, soit par le Myrte soit par le Lentisque. L'évolution de la production en huiles essentielles de chacun des deux cas est sur les tableaux suivants :

Tableau XXI : Production des huiles essentielles en fonction du taux de prélèvement de la phytomasse (valorisation de *M. communis*)

Taux de coupe (%) Espèces	25% <i>P.lentiscus</i>	33% <i>M.communis</i>	50% <i>P.lentiscus</i>	66% <i>M.communis</i>	75% <i>P. lentiscus</i>	99% <i>M. communis</i>	100% <i>P. lentiscus</i>	Sommités fleuries <i>L. stoechas</i>
<i>Myrtus communis</i> (Kg)	/	19440,96	/	38881,92	/	58322,88	/	/
<i>Pistacia lentiscus</i> (Kg)	708,61	/	1417,22	/	2125,83	/	2834,44	/
<i>Lavandula stoechas</i> (Kg)	/	/	/	/	/	/	/	13510,29

Source : Résultats du taux de coupes de la masse foliaire

- Cas de valorisation des terrains nus par la culture de *Pistacia lentiscus*

Tableau XXII : Production des huiles essentielles en fonction du taux de prélèvement de la phytomasse (valorisation de *P. lentiscus*)

Taux de coupe (%) Espèces	25% <i>P.lentiscus</i>	33% <i>M.communis</i>	50% <i>P.lentiscus</i>	66% <i>M.communis</i>	75% <i>P. lentiscus</i>	99% <i>M. communis</i>	100% <i>P. lentiscus</i>	Sommités fleuries <i>L. stoechas</i>
<i>Myrtus communis</i> (Kg)	/	6553,96	/	13107,92	/	19661,88	/	/
<i>Pistacia lentiscus</i> (Kg)	1638,52	/	3277,04	/	4915,56	/	6554,04	/
<i>Lavandula stoechas</i> (Kg)	/	/	/	/	/	/	/	13510,29

Source : Résultats du taux de coupes de la masse foliaire

La mise en valeur de la masse foliaire et la valorisation des surfaces non couvertes, permettent d'estimer un potentiel de production, et cela dans deux cas de figure, comme le montre le tableau XIX, dans le cas de l'exploitation des 29,75% de la superficie nue des forêts, matorrals et maquis, et les 64,5% dans la pelouse, la potentialité de production, est estimée à 58322,88 Kg d'essence de Myrte et 2834,44 Kg d'essence de Lentisque. Dans le deuxième cas de figure, la production est estimée, alors à 19661,88 Kg d'essence de Myrte et 6554,09 Kg d'essence de Lentisque. La production, en huiles essentielles de la Lavande stoechade, est estimée à 13510,23 Kg.

La zone d'étude a un potentiel de production par année et selon le choix entre les deux espèces arbustives (Myrte et Lentisque) ; 58,322 tonnes d'essences de Myrte et 2,835 tonnes d'essences de Lentisque ; ou bien 19,661 tonnes d'essence de Myrte 6,553 tonnes d'essences de Lentisque, avec et dans les deux cas de figure 13,51 tonnes d'essences de Lavande pour une superficie de 1325,52 ha. Soit un potentiel de production totale des

trois espèces confondues estimé à 39726,25 Kg d'huiles essentielles (cas de valorisation par le Lentisque) si non, une production de 74669 Kg d'huiles essentielles, pour une superficie de 1325,52 ha. Sur le plan socio-économique, il serait plus intéressant de cultiver le Lentisque, vu son cout élevé sur le marché ; et d'un point de vu rentabilité, le choix serait porté sur le Myrte.

Ainsi, par la culture et l'exploitation de toute la masse foliaire, la production des huiles essentielles des trois espèces est passée de 5,87 Kg/ha/an à 29,97 Kg/ha/an (par culture de Lentisque) ou, à 56,33 Kg/ha/an (par culture de Myrte).

Comme perspective, une étude sur la production de biomasse foliaire et des huiles essentielles à partir de plants soumis à différents pourcentages de prélèvements de masse foliaires, qui est lié à l'état physiologique du végétal et tests de la résistance du végétal aux différentes coupes.

IV-3-Economie relative à la production des huiles essentielles

IV-3-1-Mise en valeur des espèces aromatiques

La mise en valeur des espèces aromatiques, se présente dans une valorisation des terrains marginalisés, par des reboisements des espèces aromatiques et la récupération des broussailles, lors des opérations de démasclage du chêne liège, d'autant plus que la masse foliaire aromatique, représente environ les 2/3 du sous-bois (Cf p.69) de la forêt d'Ouled-Debbab. L'exploitation de chêne liège par la conservation des forets est un exemple à suivre comme associé à l'exploitation des espèces aromatique pour l'extraction des huiles démasclage du Chêne liège.

La valorisation des terrains marginalisés et des zones ayant un faible recouvrement en espèces aromatiques par l'installation de pépinière, pour la multiplication des espèces aromatiques qui ne se limitent pas au Myrte, au Lentisque et la Lavande mais aussi à *Achilea odorata*, *Melissa officinalis*, etc.

Le programme national de développement agricole (PNDA) du décret 96-63 du 27 Janvier 1996 (Article 3), favorisant l'émergence de l'exploitation agricole et l'élargissement de ces activités par la biais du dispositif de soutien à l'investissement d'appuis à l'exploitation agricole s'exerçant au milieu rural dans le cadre de petite unité de type artisanal peut certainement aider le secteur forestier à valoriser la masse foliaire aromatique. L'extraction des huiles essentielles qui représente une activité inscrite dans les créneaux d'investissement de fond national de régularisation et de développement

agricole (FNRDA) est financé par la caisse régionale de la mutualité agricole (CRMA) (Anonyme, 2001). A notre sens, la politique soutenue par le ministère de l'agriculture peut ainsi contribuer au développement économique régional par, l'organisation du travail, la création de structures d'échange et de marché et la création d'emploi à l'échelle régionale.

IV-3-2-Création d'emploi

Les plantes aromatiques présentent des concentrations en huiles essentielles généralement très faible, le rendement peut varier d'une espèce à l'autre, cette faiblesse de rendement explique le besoin de recrutement d'une importante main d'œuvre pour l'exploitation, le transport et la transformation. En effet pour extraire 1 Kg ou (environ 1 litre) d'huiles essentielles de *Pistacia lentiscus*, ayant un très faible rendement de l'ordre de 0,23%, il faut plus de 4 tonnes de masse foliaire qui ne peut être traitée que par un nombre de personnes important, et pour répondre aux besoins du marché dans un temps le plus court possible. Il faut noter que la faiblesse de rendement est liée à l'utilisation d'une main d'œuvre très importante rend le prix des huiles essentielles très élevé.

IV-3-3-Prix des huiles essentielles des espèces étudiées

Le prix élevé des huiles essentielles biologiques incite certains manufacturiers aux distributeurs à y ajouter des produits de synthèse afin d'abaisser le coût par exemple la rose de Damas la plus précieuse des huiles essentielles elle est souvent reconstituée à partir d'huiles essentielles moins chères telle que Le Palmarosa (*Cymbopogon martinii*) (Anonyme, 2001). En effet ces produits biologiques sont coûteux sur le marché international. En l'an 1999 « PRANAROM » société canadienne a vendu l'essence de *Myrtus communis* (Acétate de Myrtenyle) importé de Maroc à 271,02 Dollars canadiens et celle importée de Turquie (Cinéole-Pinène) au prix de 2077,87 Dollars canadiens, cette différence reflète le chémotype de l'essence. L'essence de la Lavande (Fenchone-Camphre) importé de France coûte 1490,26 Dollars canadiens le litre, celle de Lentisque de France à 4375,29 Dollars canadiens le litre. En l'an 2003 ces prix ont augmenté à 745,26 Dollars canadiens les 250 ml d'huiles essentielles de Myrte de provenance Turquie, soit 2981,04 CAD/litre ; 535,96 CAD/250ml pour l'huile essentielle de *Lavandula stoechas* soit 2143,84 CAD/litre (provenance de France) et 1565,76 CAD/250ml de *Pistacia lentiscus* soit 6263,04 CAD/litre (Provenance de France) (www.robertetfils.com/fr/pranarom/htm).

IV-3-4-Développement des huiles essentielles

Nous avons vu précédemment (Cf. :p.38) que les besoins de l'Algérie en matière d'huiles essentielles ont augmenté ces dernières années et qu'ils ont atteint 116625 Kg en l'an 2001 pour une valeur monétaire de 91083121,00 DA ; cependant le potentiel de production en huiles essentielles de la zone d'étude est estimé à 1351023 Kg d'essence de *Lavandula stoechas* ; 38661 Kg d'essence de *Myrtus communis* est 6554,09 Kg d'essence de *Pistacia lentiscus* (voire Tableau XXIV).

Tableau XXIII : Développement des huiles essentielles à l'échelle locale

Huiles essentielles (Kg)	Production locale des huiles essentielles (Superficie de la zone d'étude 1395,09 ha)			*Importations algériennes (1993-2001)
Espèces végétales	<i>M. communis</i>	<i>P. lentiscus</i>	<i>L. stoechas</i>	Lavande
Production locale (Kg)	6553,96	708,61	529,3	1226,62
Potentiel de Production locale (Kg)	38661	6554,09	13510,23	/

*CNIS (2003) Source : Estimation du Potentiel de Production locale d'huiles essentielles

La quantité des huiles essentielles de Lavande importée par l'Algérie entre 1993 et 2001 est d'une moyenne de 1226,62 Kg/année, alors que la production de la zone d'étude en huiles essentielles de *Lavandula stoechas* issue de la masse foliaire spontanée ayant un recouvrement de l'ordre de 7,5% est estimé à 529,3 Kg/an pour une superficie de 1395,09 ha. Il semble intéressant, donc de développer le créneau des huiles essentielles à une échelle régionale et nationale et l'associer au développement économique des ressources forestières ; les espèces aromatiques peuvent être exploitées sous forme de feuilles pour des tisanes ou bien pour en extraire leurs principes actifs, ces sous-produits de la forêt peuvent être ajoutés à la gamme des sous-produits forestiers produits par l'Algérie, et qui sont le bois d'œuvre, le bois de chauffage, le charbon de bois et le liège brute et l'alpha (voir annexes).

Conclusion

La production des huiles essentielles à partir des espèces spontanées, pour une superficie de 1325,52 hectares est estimée à : 6553,96 Kg d'huiles essentielles de Myrte ; 708,61 Kg d'huiles essentielles de Lentisque ; et 529,3 Kg d'huiles essentielles de Lavande.

La production des huiles essentielles dans les terrains marginalisés, qui sont estimés 394,34 hectares dans les forêts, matorrals et maquis, est estimée à : 38661 Kg d'huiles essentielles de Myrte et 3719,65 Kg d'huiles essentielles de Lentisque. La pelouse présente 68 hectares de surface non couverte, et la production en huiles essentielles des sommités fleuries de la Lavande est estimée à 12980,93 Kg.

Cette production peut être améliorée, par une collecte de masse foliaire qui consiste à des coupes de rameaux jusqu'à la base du plant, nous estimons, ainsi une production de Kg d'huiles essentielles de Myrte et Kg d'huiles essentielles de Lentisque.

Dans un cas de mise en valeur des terrains nus, par la culture des espèces aromatiques, et la valorisation de la masse foliaire, par des coupes jusqu'à la base du plant, que ce soit pour les espèces spontanées ou cultivées, le potentiel de production des huiles essentielles, dans les deux cas de figure (culture de Myrte ou Lentisque), est estimé à : 58322,88 Kg d'essence de Myrte et 3719,65 Kg d'essence de Lentisque (cas de culture de Myrte).

Ou bien : 38661 Kg d'essence de Myrte et 6554,09 Kg d'essence de Lentisque (cas de culture de Lentisque), le choix revient aux exigences du marché.

La potentialité de production d'essence de Lavande est estimée à 13510,23 Kg d'essence.

Il est très important de rester prudent sur le potentiel d'exploitation, pour ne pas porter atteinte au végétal, qui, sur le plan physiologique, présente ce qu'on appelle un « seuil de tolérance » aux coupes sévères, des tests devraient se faire pour résoudre ce problème et définir un mode de coupes adéquat, tout en optimisant la production en huiles essentielles, sans porter préjudice au patrimoine forestier.

L'huile essentielle de *P. lentiscus* semble être très appréciée sur le marché international, d'où notre choix se fait sur cette espèce pour la valorisation des terrains marginalisés, par sa culture intensive. Le potentiel de production totale des huiles essentielles bien qu'il soit

à une échelle régionale, est estimé à 58,725 tonnes, ajouté à la production forestière algérienne, peut apporter une économie des devises pour le Pays.

Pour cerner cette étude, il est envisageable de déterminer le seuil de tolérance du végétal aux coupes, de faire une estimation de la masse foliaire et de production d'huiles essentielles à partir de plants cultivées, et identifier la composition chimique de leurs huiles essentielles, par chromatographie en phase gazeuse pour déterminer la spécificité chimique (Chémotype), l'analyse chimique des huiles essentielles peut contribuer, dans le développement qualitatif de la production des huiles essentielles, par l'amélioration génétique des espèces aromatiques ; pour enfin mettre au point une méthode d'exploitation pour une valorisation rationnelle de plantes aromatiques et d'huiles essentielles à l'échelle régionale et nationale.

CONCLUSION GENERALE

Le regain d'intérêt aux huiles essentielles, lors de ces dernières années, les espèces étudiées sont sur la gamme des différentes huiles essentielles, l'huile essentielle de Myrte est recherchée pour en extraire du myrténol pour des préparations pharmaceutiques, et dans la parfumerie, celle du Lentisque est utilisée pour des préparations cosmétiques ; l'huile essentielle de Lavande est utilisée en aromathérapie, contre les brûlure et dans certaines compositions de parfums.

Ces huiles essentielles sont obtenues par hydrodistillation, par entraînement à la vapeur d'eau, leur constitution chimique révèle qu'elles contiennent des carbures (pinènes), elles font partie donc du groupe des essences hydrocarbonnées. Les huiles essentielles des espèces étudiées, font partie de la gamme des huiles essentielles qui existent sur le marché, et sont exploitées à une échelle industrielle et semblent intéressantes sur le marché mondial des huiles essentielles.

Au terme de notre étude expérimentale, on peut conclure que la forêt d'Ouled-Debbab, présente un potentiel important en matière de production d'huiles essentielles. L'altitude moyenne est de 200 mètres et exposée en plus grande partie au nord, avec la présence d'un réseau hydrique qui alimente la région et qui afflue aux deux grands oueds : Oued El-Kebir et Oued Boussiaba, la pluviométrie annuelle peut atteindre les 1114 mm ; ce qui explique la richesse de la forêt, en espèces végétales.

La cartographie révèle que la végétation, couvre plus de **75%** de la superficie totale de la zone étudiée, qui est estimée à 1325,52 hectares, dont, 637,52 hectares de forêt, 182,84 hectares de matorrals, 399,72 hectares de maquis et 105,44 hectares de pelouse.

Le taux de recouvrement total est de 61,95% par rapport à la superficie totale, dont 44,65 % ce sont des espèces aromatiques ; avec un recouvrement moyen des unités de végétation, de **15,13%** de Myrte, **22,67%** de Lentisque et **2,63 %** de Lavande.

Ainsi la masse foliaire des espèces aromatiques représente les 2/3 de la masse foliaire totale.

L'estimation de la phytomasse, est basée sur des coupes de rameaux de 33% de la hauteur moyenne du Myrte et est estimée à 581,28 Kg/Ha, sur des coupes de 25% par rapport à la hauteur moyenne du Lentisque, elle est évaluée à 1145,08 Kg/Ha, celle des sommités fleuries de la Lavande est estimée à 16,087Kg/Ha.

Par conséquent, la production totale en huiles essentielles, est donc évaluée à :

15,613 Kg/Ha d'huiles essentielles de Myrte ; **2,632 Kg/Ha** d'huiles essentielles de Lentisque et environ **2,894 Kg/Ha** d'huiles essentielles de Lavande.

La production totale en huiles essentielles des espèces spontanées de la forêt de Ouled-Debbab, couvrant une superficie de 1325,52 hectares, est estimée à 6553,96 Kg d'huiles essentielles de Myrte, 708,61 Kg d'huiles essentielles de Lentisque et 529,3 Kg d'huiles essentielles de Lavande.

Cette étude n'est qu'une première tentative et les résultats obtenus sont approximatifs ; pour ainsi, mettre en place un modèle de gestion définitifs, il serait intéressant de faire des tests de tolérance au coupes des espèces à exploiter, pour, en fin optimiser la production en huiles essentielles, sans porter préjudice au patrimoine forestier. En l'occurrence, cette production peut augmenter d'une dizaine de fois, pour les espèces *Myrtus communis* et *Pistacia lentiscus*, et plus de vingt fois pour *Lavandula stoechas*, en culture intensive, ainsi, on peut produire des huiles essentielles à une échelle industrielle, une production qui peut contribuer à l'économie de devise.

Le potentiel de production d'huiles essentielles peut, alors, augmenter de 6553,96 Kg **58322,88** Kg d'huiles essentielles de Myrte, de 708,61 Kg à 6554,09 Kg d'huiles essentielles de Lentisque, et de 529,3 Kg à 13510,23 Kg d'huiles essentielles de Lavande.

Il nous est donc apparu utile de proposer un modèle de gestion du patrimoine forestier de la zone d'étude en associant l'extraction des huiles essentielles d'espèces spontanées et cultivées, par l'installation d'une industrie de distillation de plantes aromatiques, avec l'exploitation du chêne-liège, d'autant plus que la saison d'exploitation du liège est la même que celle de la distillation.

Références bibliographiques

- 1-Abrassart J.L., 1988 : Mille et une vertus des huiles essentielles, éd. Maisenie. Paris, 85p.
- 2-Aime S., 1976 : Contribution à l'étude écologique du Chêne-liège, étude de quelques limites.Thèse Doc. Spec. Univ. Nice, 182 p.
- 3-Anonyme, 1953: Fruits d'Outre mer, Publication mensuelle, IFAC Volume 8 n°10 pp.509
- 4-Anonyme, 1982 : Secret et vertus des plantes médicinales, Paris Bruxelles Montréal Zurich, 464 p.
- 5-Anonyme, 1988 : Production algérienne des matières premières aromatiques, leur qualité, leur avenir, ENAFLA, Alger, 8p.
- 6-Anonyme, 2001 : Dispositif de soutien à l'investissement d'appui à l'exploitation Agricole, Salon régional sur l'investissement d'appui à l'exploitation, agricole Guide de l'investissement d'appui à l'exploitation agricole, Annaba, Ministère de l'Agriculture, 34 p.
- 7-Baratta M. T., Dorman H.J.D., Deans S.G., et al. 1998: Antimicrobial and antioxidant properties of some commercial essential oils. Flavour and Fragrance Journal, Vol. 13, John Wiley & Sons, Ltd pp. 235-244
- 8-Bardeau F. 1978 : La Médecine par les fleurs, éd. Robert Laffont, S.A. Paris 75006 440 p.
- 9-Becker M. 1985 : Démarche méthodologique préconisée pour la typologie des stations forestières. Colloques phytosociologiques XIV, Phytosociologie et Foresterie – Nancy INRA- CNRF Laboratoire de Phyto-écologie. Champenoux 54280 Seichamps pp. 300-309
- 10-Belaiche P. 1979 : Traité de Phytothérapie et d'Aromathérapie Tome I L'Aromatogramme, éd. Maloine pp 33-48
- 11-Bellot A., 1978 : Dictionnaire d'arbre et arbuste de jardin, éd. Bordas Paris, 383 p.
- 12-Beniston WS. et NT. 1984 : Fleurs d'Algérie, ENL, N° éd. 1822/84, Alger 359 p.
- 13-Bouzenoune A. Mediouni K. 1983 : Les principaux concepts cartographiques et leurs applications. Mem. Soc. His. Nat. Arf. Nord 13 p.
- 14-Bruneton J. 1999 : Pharmacognosie, Phytochimie, Plantes médicinales, 3ème Edition éd. Tec & Doc. 1120 p.
- 15-Camefort H.1977: Morphologie des végétaux vasculaires, éd. Doin, Paris , pp. 141-144.

- 16-Chambon C. Poulet A., Maia N., Sibi M., Touche J., 1990 : Les biotechnologies végétales au service de l'Industrie aromatique, Annales du Colloque international Valorisation aromatique des produits et sous-produits, agro-alimentaires, éd. APRIA 75005 Paris, pp. 363-370.
- 17-Charpentier B. Hamon-Lorleac'h F., Harlay A., Huard A., Ridoux L. 1998 : Guide du Préparateur en Pharmacie, éd. Masson S.A. -120 bd ST-Germain, 75 280 Paris Cedex 06.
- 18-Chiej R., 1982 : Les plantes médicinales, Guide Vert, éd. SOLAR 235 p.
- 19-Dajet PH. Poissonet J. 1971 : Une méthode d'analyse phytologique des prairies Critères d'application, Centre d'Etudes Phytosociologiques et Ecologiques, 34-Montpellier, Centre National de la Recherche Scientifique, INRA , Annale Agron. 22 (I), 5-41 149, Rue de Grenelle, Paris 7ème.
- 20-Diaz A.M. Abeger A. 1987 : Contribution à l'étude des composées phénoliques des graines de *Myrtus communis* L. Plantes médicinales et Phytothérapie, Tome XXI N°4 pp.317-322
- 21-Emberger L. et Godron M. 1968 : Code pour le relevé méthodique de la végétation et du milieu : principes et transcription sur cartes perforées. Centre National de la Recherche Scientifique, Paris. 292 pp.
- 22-Fabienne T. 1993: L'apport du monde végétal à la cosmétologie, Mémoire de maîtrise de Biologie, Université Jean Monnet, Faculté des Sciences et Techniques, Saint-Etienne 28 p.
- 23-Fechtal M. Aberchane M. Ismaili Alaoui M. Bendjilali B. 1995 : Valorisation des huiles essentielles d'*Eucalyptus camaldulensis* D. Annale de Recherche Forestière au Maroc, Centre de la Recherche Forestière, Rabat-Agdal 10050, pp 79-81.
- 24-Gagnon H. 1974 : La photo aérienne, son interprétation dans les études d'environnement et de l'aménagement du territoire. Montréal, éd. HRW, 278p.
- 25-Garnero J. 1990 : Les substances aromatiques isolées des huiles essentielles, Annales du Colloque international, éd. APRIA, 75005 Paris, pp. 367-347.
- 26-Garry R. Ph. Chalchat J.C. Michet A. 1985: Etude industrielle préliminaire à la mise en place d'une unité de distillation d'huiles essentielles et de fabrication de compost et de biocombustible en AUVERGNE. Université BLAISE PASCAL p. 153
- 27-Gauthier.R. , 1989: Activité d'extrait de *Myrtus communis* contre *Pediculus humanus capitis*. Brochure. T3 N°2 pp 93-108.
- 28-Gheyouche.R. et Hammiche.V. 1988 : Plantes médicinales et industrie pharmaceutique. Ann. de l'Inst.Nat.Agro. V 12 n°1 T2 EL-Harrach pp. 450-461.
- 29-Girard M.C. et Girard C.M., 1989 : Télédétection appliquée: zones tempérées et intertropicales, Paris, Masson, 260 p.

- 30-Goris AL. , Liot A. , Janot M.M., Goris AN,1949: Pharmacie Galénique, Tome I 3ème éd. Librairie de l'Académie de Médecine, 120, Boulevard ST Germain Paris pp 538-547.
- 31-Gounot M. 1969 : Méthode d'étude quantitative de la végétation, éd. MASSON & Cie, Paris 314 p.
- 32-Grisvard P. Chaudun V., 1977 : Le bon jardinier, Tome second, Encyclopédie horticole, éd. La maison rustique, Paris 1667 p.
- 33-Guenther E. 1972: The essential oils, Tome I, éd. Robert et Krieger, Florida.
- 34-Ionesco T. et Sauvage G.H. 1962 : Les types de végétation du Maroc. Essai de nomenclature et de définition, Rev. Geogr. Marco, 1-2, 75-86, Rabat.
- 35-Hammiche V. et Gheyouche R. 1988: Les plantes médicinales dans la vie moderne et leur situation en Algérie. Ann. de l'I.N.A V12 N°1T 2 EL-Harrach pp. 419- 449.
- 36-Hellal Y., 1992 : Etude d'une plante médicinale et aromatique *Rosmarinus officinalis* L. dans la région de Bouhmama, thèse Ing., Institut d'Agronomie, Batna.
- 37-Lawless J., 1982: Encyclopedia of essential oils, éd. Element, Inc. ISBN 1-85230-311-5 pp 7-12.
- 38-Lecomte J, Angenot L ,1986 : Médecine, thérapeutique et plantes médicinales. Documentation de l'officine. Journal de Pharmacie de Belgique N°5, Institut de Pharmacie, Université de Liège 13-4000, pp 3-10.
- 39-Lemée G. 1967 : Précis de Biogéographie. Masson, Paris.
- 40-Long G. 1975 : Diagnostic Phyto-écologique et Aménagement du Territoire. Tome II. Application du Diagnostic Phyto-écologique, éd. Masson & Cie 452 p.
- 41-Metro A. & Sauvage C. 1955 : Flore des Végétaux ligneux de la Mamora. Marcel Bon Vesoul, Casablanca, 498 p.
- 42-Nezzar A., 1991 : Contribution à l'étude du Gemmage du pin d'Alep (*Pinus halepensis* MILL) dans le massif de Bouhmama (W. de Khenchla). Th.Ing.Agr. I.N.A.(EL-Harrach) 69 p.
- 43-O.N.T.F. 1980 : Projet d'inventaire et d'aménagement de 31 500 hectares de Forêts de Chêne-liège. Wilaya de Jijel (Série V) Secrétariat d'Etat aux Forêts et au Reboisement Direction Régionale des Etudes –Constantine. 94 p.
- 44-Paris R. R. Moysse H. 1965a : Matière Médicale, Tome II, Collection de Précis de Pharmacie, édition Masson & Cie, 447 p.
- 45- Paris R. R. Moysse H. 1965b : Matière Médicale, Tome III, Collection de Précis de Pharmacie, édition Masson & Cie, 264 p.

46-Quezel P. 1976 : Les forêts du pourtour méditerranéen, Université d'Aix-Marseille, MAB 2, Forêts et maquis méditerranéens : écologie, conservation et aménagement. UNESCO Paris, pp 9-33.

47-Quezel P. Santa S., 1963 : Nouvelle flore d'Algérie et des régions désertiques Méridionales, Tome II, éd. Centre de recherche scientifique Paris 1165 p.

48-Richard H. : 1974 : Quelques épices et aromates et leurs huiles essentielles. Série synthèses bibliographiques. BNIST, CDIUPA, ENSIA. Ing. D. Davis, California. pp 1-4.

49-Renault-Roger C. Hamraoui A. 1997: Lutte contre les insectes phytophages par les plantes aromatiques et leurs molécules allélochimiques. Laboratoire d'Ecologie moléculaire. IBEAS, Université de Pau et Pays de l'Adour, F-64000 Pau Acta bot. Gallica, 144 (4). Pp. 401-412

50-Rey P. Izard M. 1967 : Notions pratiques de Photo-interprétation. CNRC, Paris 62 p.

51-Sadki N. 1988 : Contribution à l'étude de groupements à Olivier et Lentisque de la région de Annaba. Essai phytosociologique. Thèse de Magister. Sciences biologiques. USTHB Houari Boumedienne, 202 p.

52-Seigue A. 1985 : La forêt Circummediterranéenne et ses problèmes. Volume II, 310 p.

53-Skopp V.K. Horster H. 1976 : Sugar bound regular Monoterpenes. Institut für Pharmazeutische, Biologie und Phytochemie. Universität Munster, W. Germany. Planta Medica Vol. 29 pp 208-215.

54-Skrubis B. Markakis P. 1975 : The effect of photoperiodism on the growth and essential oil of *Ocimum basilicum*. University of Thessaloniki, Greece Art. N° 7098 Agricultural Experiment Station. Economic botany 30 : 389-393.

55-Tillot M. 1956 : Contribution à l'étude de la production industrielle de certaines essences de Labiées en Tunisie (essence de Romarin et de Menthe poivrée), Thèse doct. Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie d'Alger.

56-Tomaselli R. 1976 : La dégradation du maquis méditerranéen, Université de Pavie MAB 2, Forêts et maquis méditerranéens : écologie, conservation et aménagement UNESCO Paris pp 34-84.

57-Tricart J., Rimbert S., Lutz G. 1970 : Introduction à l'utilisation des photographies aériennes. Vol. I, S.E.D.E.S., Paris, 245 p.

58-Volak J. Stodola J. 1984 : Plantes Médicinales, Collection « La nature à livre ouvert » éd. Gründ, Paris, 319 p.

59-Walters C. 1999 : Aromathérapie, Guide d'Aromathérapie, Konemann Verlagsgesellschaft mbH, Bonner Str.126, D-50968, Cologne, 142 p.

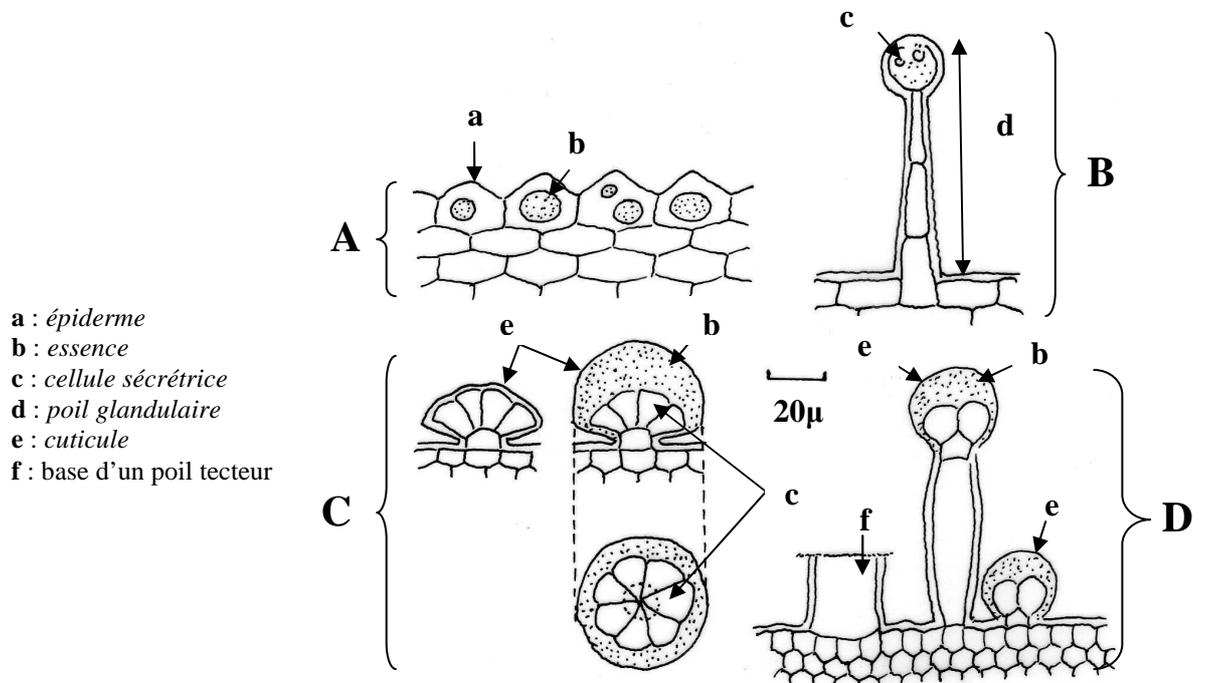
Références Internet:

61-www.export-forum.com/1680.htm

62-www.douanes-cnis.dz/cnis/stat/export_prod_pays.asp

73-www.robertetfils.com/fr/pranarom/htm

ANNEXES



A : Epiderme sécréteur d'un pétale de Rose (**a** : épiderme ; **b** : essence)
B : Poil sécréteur de l'épiderme d'une feuille de Pelargonium (**c** : cellule sécrétrice ; **d** : poil glandulaire)
C : Poil glandulaire d'une feuille de Lavande (*Lavandula officinalis*) (**e** : cuticule ; **b** : essence ; **c** : cellule sécrétrice)
D : Poil sécréteur de la tige de la Ballote (*Ballota foetida*) (**f** : base d'un poil tecteur ; **b** : essence ; **e** : cuticule ; **c** : cellule sécrétrice ; **a** : épiderme)

Fig.10 : Epidermes et poils sécréteurs (Camefort, 1977)

Liste de quelques espèces végétales de la Subéraie d'Ouled-Debbab

- *Quercu suber*
- *Pistacia lentiscus*
- *Myrtus communis*
- *Arbutus unedo*
- *Erica arborea*
- *Phillyrea angustifolia*
- *Lavandula stoechas*
- *Cyclamen africanum*
- *Ammi visuaga (Quinine)*
- *Bellis sylvestris*
- *Ranunculus bullatus*
- *Iris unguicularis*
- *Pituranthos scoparius*
- *Fumaria capreolata*
- *Linaria reflexa*
- *Euphorbia heleosopia*
- *Asphodelus microcarpus*
- *Scilla maritima*
- *Antirrhinum majus*
- *Cutisus arboreus*
- *Achilea odorata*
- *Ophrys fusca*
- *Ophrys sp*
- *Bellis anuna*
- *Allium triquetrum*
- *Cerinthe major*
- *Echium austral*
- *Borago officinalis*
- *Galactites tomentosa*
- *Calycotome spinosa*
- *Cistus monspelliensis*
- *Cytinus hypocistis*

- *Ampelodesma mauritanicum*
- *Daucus carota ssp: hispanicus*
- *Trifolium pratense*
- *Brunella vulgaris*
- *Cynosorus echiantus*
- *Pteridium aquilinum*
- *Tamus communis*
- *Melissa officinalis*
- *Epilobium tetragonum ssp tomnefortii*
- *Olea europea*
- *Saturea vulgaris*
- *Rentera lutea*
- *Cerastium pentendrum*
- *Junchus effusus*
- *Cytisus triflorus*
- *Rubia tenctoria*
- *Brunella vulgaris*
- *Cynoglossum cherifolium*
- *Eryngium tricuspидata*
- *Fedia cormicopia*
- *Ononis mitissima*
- *Blakstonia perfoliat*
- *Asperula laevigata*
- *Amaranthus angustifolia*
- *Docus carota*
- *Sonchus oleraceus (laiteron maraîchère)*
- *Rumex tuberosus*
- *Cynosorus echinatus*
- *Achilea odorata*
- *Hyoseris radiata (salade de porc)*
- *Anagalis arvensis ssp : caerulesce*

Tableau XXIV : Production forestière algérienne

Produits	Unité	1998	1999	2000
Bois d'oeuvre	m ³	150 331	123 747	139 359
Bois de chauffage	Stère	101 956	111 104	49 147
Charbon de bois	Quintal	1 229	223	8 189
Liège brut	Quintal	162 251	123 378	123 893
Alfa	Tonne	17 269	5 650	4 723

Source : Office Nationale des Statistiques (Direction Générale des Forêts)

ملخص:

إن تقييم الزيوت الجوهرية لأصناف الريحان، الضرو والحلحال المكونات الأساسية لنباتات غابة أولاد دباب-جيجل- حيث مساحتها 1395.09 هكتار، على أساس تقدير أوراق النباتات العطرية بالنسبة للريحان والضرو، والازهار بالنسبة للحلحال وتعيين مردود الزيوت الجوهرية بطريقة بخار الماء.

مختلف وحدات النباتات التي عينت عن طريق الصور الشمسية الملتقطة عن بعد توضح لنا 3/2 من النباتات، أنها عطرية و إنتاج زيوتها الجوهرية يختلف من وحدة نباتية إلى أخرى حيث إنتاج زيوت الريحان يرتفع في الغابات وينخفض تدريجيا في الغينة ثم في الدغل وهذا عكس إنتاج زيوت الضرو حيث يكون منخفضا في الغابة ثم يرتفع في الغينة ثم في الدغل. أما زيت الحلحال فمتوفر بكثرة في الغضراء.

مفتاح الكلمات: الزيوت الجوهرية، النباتات العطرية، الريحان، الضرو، الحلحال

Résumé :

L'estimation de la production des huiles essentielles extraites des espèces *Myrtus communis L.*, *Pistacia lentiscus L.* et *Lavandula stoechas L.* constituants essentielles du sous-bois de la forêt de Ouled-Debbab (Jijel) ayant une superficie de 1395,09 hectares, est basée sur les prélèvements, de rameaux pour *Myrtus communis L.* et *Pistacia lentiscus L.*, et des sommités fleuries pour *Lavandula stoechas L.* dont nous avons déterminé les rendements en huiles essentielles par hydrodistillation.

Les unités de végétation (Forêt, Matorral, Maquis et Pelouse) ont été délimitées par photointerprétation, et révèle que les 2/3 du sous-bois sont des espèces aromatiques.

La production en huiles essentielles est importante au niveau de la forêt et diminue avec sa dégradation en matorral, ensuite en maquis où cette production est relativement faible. Contrairement à celle de *Pistacia lentiscus L.*, elle est importante dans le maquis et diminue au niveau du matorral et forêt. La production des huiles essentielles de *Lavandula stoechas L.* est importante surtout au niveau de la pelouse.

Mots clés : Huiles essentielles - espèces aromatiques - *Myrtus communis L.* - *Pistacia lentiscus L.* - *Lavandula stoechas L.*

Abstract :

Estimation of essential oils production extracted from species *Myrtus communis L.*, *Pistacia lentiscus L.* and *Lavandula stoechas L.* essential constituents of biomass of the Ouled-Debbab forest (Jijel) having a surface of 1395,09 hect., is based on prelevements of vits for *Myrtus communis L.* and *Pistacia lentiscus L.*, and spikes of *Lavandula stoechas L.* that we designed yield of essential oils by hydoditillation.

The units of vegetations (forest, scrub, lawn,...), limited by photointerpretation who discover that 2/3 of biomass are aromatic species.

Production of essential oils of *Myrtus communis L.* is important at level of forest and decrease in scrubs. Inversely, essential oils of *Pistacia lentiscus L.* wich is important in scrubs and decrease at level forest. Production of essential oils of *Lavandula stoechas L.* is relatively important in lawn.

Key words: Essantial oils - aromaic species - *Myrtus communis L.* - *Pistacia lentiscus L.* - *Lavandula stoechas L.*